

## 乳牛へのルーメン・バイパスメチオニン製剤投与が 乳量および乳組成に及ぼす影響

野 英二\*・安宅一夫\*\*・原 宗之\*\*  
檀 崎 昇\*\*・井上 錦次\*

### Effect of Rumen-Bypass Methionine on Milk Production

Eiji No\*, Kazuo ATAKU\*\*, Muneyuki HARA\*\*  
Noboru NARASAKI\*\* and Kinji INOUE\*  
(September, 1987)

#### 緒 言

乳牛が必要とする蛋白質は、ルーメン微生物に合成される微生物蛋白質と飼料中の蛋白質が下部消化管に流入し消化・吸収される、いわゆるバイパス蛋白質により供給される。ルーメン微生物に合成される微生物蛋白質の合成速度や効率、種々の要因で変動するが、合成能力は無限ではない。ルーメンへの過剰の蛋白質供給は、その分解によって生成されるアンモニアの生産量を増加させ、尿中に排泄される。

Ørskov<sup>13)</sup> は、乳量が 10 kg 以上になるとルーメン微生物からのアミノ酸供給量だけでは正味アミノ酸要求量を充足させることができず、乳量の増加に伴ないルーメン微生物蛋白質の依存割合は低くなることを述べている。さらに、ARC 飼養標準<sup>4)</sup> では、乳量別に必要蛋白質含量と蛋白質の分解度を提示し、乳量が増加するにつれ、バイパス蛋白質の依存度は増すことを示している。

一方、バイパス蛋白質の供給に関しては、そのアミノ酸組成が重要になる。ルーメン微生物がアミノ酸の合成で宿主の栄養に貢献する割合は大きい、その供給量は限られる。それ故、第四胃以降へ微生物以外からのアミノ酸供給が必要となり、アミノ酸のルーメン・バイパス給与という概念が生じた。また、乳牛での微生物蛋白質の制限アミノ酸は、乳生

---

\* 附属農場，農場研究室

Experiment Farms (Experiment Farm), Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069, Japan

\*\* 酪農学科，家畜栄養学研究室

Department of Dairy Science (Animal Nutrition), Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069, Japan

産において、メチオニン、リジンなどが認められている<sup>1,2,5,6,16,17)</sup>。

そこで、本試験では、脂肪酸の被覆によりルーメン・バイパス処理したメチオニン製剤を乳牛に投与し、それが乳量および乳組成に及ぼす影響について検討した。

## 試 験 方 法

### 飼 養 試 験

供試牛には、本学附属農場に繋養中のホルスタイン種雌牛 11 頭を用い、メチオニン製剤を 3 週間投与し、さらに、投与中止後 3 週間の飼養試験を実施した。

供試したメチオニン製剤 (商品名: メチカニン, 武田薬品工業) の組成を Table 1 に示した。1 頭当りの投与量は、1 日 50 g, メチオニン量で 15 g である。製剤は、配合飼料と混合して、昼の飼料給与時に給与した。

給与飼料の組成とその給与量を Table 2 に示した。乾草とビートパルプは、全頭にはほぼ同量を給与し、その他のものは、NRC 飼養標準<sup>12)</sup> の要求量にほぼ準拠して給与した。

### 調 査 項 目

搾乳は 1 日 2 回行ない、乳量は、搾乳ごとにミルクメーターにより計量した。

Table 1. Composition of methionine product

DL-methionine	30%
Saturated and unsaturated fatty acid	58%
Calcium carbonate	6%
Glucose	2%
Flavouring, antioxidant and stabilizer	4%

Table 2. Feed composition and feed consumption

	Chemical composition*					Feed consumption (kg DM/day)
	DM (%)	CP	CF (% DM)	NDF	TDN	
Corn silage	39.7	9.4	13.7	32.9	78.0	5.6~8.3
Hay	85.8	9.2	32.8	68.1	57.0	5.1
Beet pulp	84.1	13.0	16.9	46.0	75.8	1.3~1.7
Alfalfa pellet	91.0	18.0	24.9	40.1	69.0	0~1.8
Concentrate	86.8	18.7	5.7	13.8	80.6	4.3~10.4
Concentrate	87.0	43.8	4.3	7.5	82.8	0~2.6

\* DM: Dry matter, CP: Crude protein, CF: Crude fiber, NDF: Neutral detergent fiber, TDN: Total digestible nutrients

乳成分の分析用サンプルは、週1回朝と夕方に採取し、これを混合したものについて、乳脂肪をミルコテスター、乳蛋白質をケルダール法により測定した。

なお、試験データは、投与前1週から投与中止後3週まで、計7週間のものについてまとめた。また、投与前1週、投与3週目および投与中止後3週目のデータについて、統計処理を行なった。

## 結 果

全頭および乳量水準が30 kg以上とそれ以下の牛群における平均乳量の推移をFig. 1に示した。乳量水準の群分けは、試験開始時の乳量を基準に行った。

乳量は、いずれの牛群においても飼養試験が進行するにつれ、減少する傾向を示した。しかし、乳量30 kg以上の牛群において、メチオニン製剤投与の2, 3および4週目における乳量は、36 kg以上の高水準で推移したが、投与中止により乳量の著しい低下が認められた。

乳脂率と乳蛋白質率の推移をそれぞれFig. 2とFig. 3に示した。

乳脂率は週ごとの変動が大きく、一定の傾向は見られなかった。しかし、メチオニン製剤投与2週目において、乳脂率が高くなった。

乳蛋白質率は、乳量水準に拘らず、メチオニン製剤投与により増加することが明確に認められた。そして、投与中止後は、投与前の水準まで低下する傾向を示した。

メチオニン製剤投与前1週、投与3週目および投与中止後3週目の乳量と乳組成の平均値を乳量水準別ならびに分娩後日数別にまとめたものをTable 3に示した。なお、分娩後日数は、試験開始時の分娩経過日数である。

乳量は、全牛群において、メチオニン

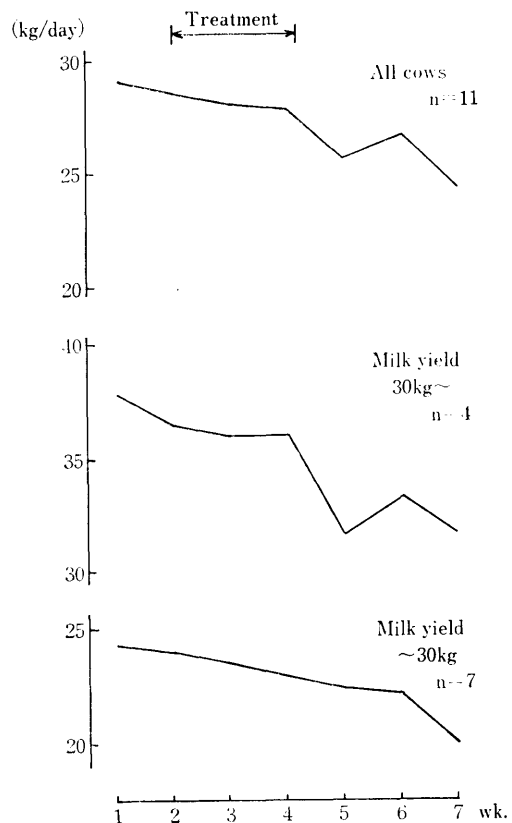


Fig. 1. Changes of milk yield.

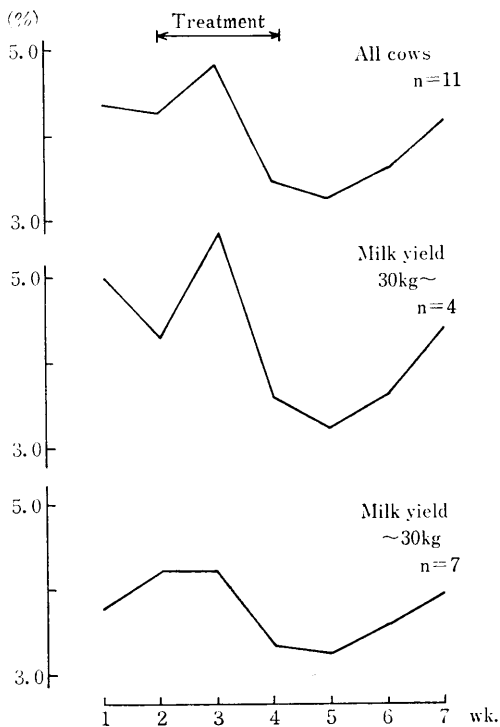


Fig. 2. Changes of milk fat.

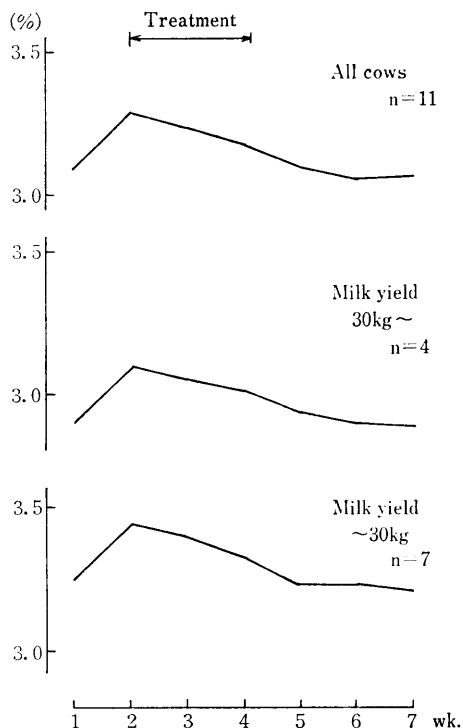


Fig. 3. Changes of milk protein.

製剤投与前, 投与および投与中止後の順で高かった。投与と投与中止後との間においては, 分娩後日数別に区分したもののうち90日以降のものを除いて有意差が認められた ( $P < 0.01$ )。また, 投与中止後の乳量の低下は, 高泌乳牛において顕著であった。

乳脂率および乳脂量は, 投与中が最も低くかった。しかし, 投与中止後との間には有意差が認められなかった。

蛋白質率は, 全牛群において, 投与中がやや高かった。また, 投与中の蛋白質生産量は, 投与前との間に差がなかったが, 投与中止後に比べ, 有意に高かった ( $P < 0.01$ )。

## 考 察

メチオニンが乳生産に対する制限アミノ酸であることは, 一般に認められている<sup>1,2,6)</sup>。例えば, Schwab ら<sup>18)</sup>は, リジンとメチオニンの投与により, 乳蛋白質の増加を認めている。これは, 主として, 乳量の増加よりも乳蛋白質の上昇によるものである。それ故, リジンとメチオニンは, 乳蛋白質合成に対する第一制限アミノ酸であると報告している。また, Broderick ら<sup>5)</sup>は, メチオニン, バリンおよびリジンが乳生産に対する制限アミノ酸になることを示唆している。

Table 3. Effect of methionine on milk yield and milk component

	No. of cows	Milk yield (kg/day)	Milk fat		Milk protein	
			(kg/day)	(%)	(kg/day)	(%)
All cow	11					
I *		29.2 <sup>A</sup>	1.27 <sup>A</sup>	4.35 <sup>a</sup>	0.90 <sup>A</sup>	3.09 <sup>b</sup>
II		27.2 <sup>A</sup>	0.97 <sup>B</sup>	3.46 <sup>b</sup>	0.89 <sup>A</sup>	3.18 <sup>a</sup>
III		24.4 <sup>B</sup>	0.95 <sup>B</sup>	4.20 <sup>a</sup>	0.75 <sup>B</sup>	3.07 <sup>b</sup>
Level of milk yield						
I		37.9 <sup>Aa</sup>	1.89 <sup>Aa</sup>	5.00 <sup>Aa</sup>	1.10 <sup>A</sup>	2.90
30 kg~ II	4	36.2 <sup>Ab</sup>	1.30 <sup>B</sup>	3.60 <sup>Bc</sup>	1.09 <sup>A</sup>	3.01
III		31.9 <sup>Bc</sup>	1.41 <sup>b</sup>	4.41 <sup>b</sup>	0.92 <sup>B</sup>	2.89
I		24.3 <sup>A</sup>	0.92 <sup>a</sup>	3.77	0.79 <sup>A</sup>	3.25
~30 kg II	7	23.1 <sup>A</sup>	0.77 <sup>b</sup>	3.35 <sup>b</sup>	0.77 <sup>A</sup>	3.33
III		20.2 <sup>B</sup>	0.81	3.99 <sup>a</sup>	0.65 <sup>B</sup>	3.21
Day of postpartum						
I		34.4 <sup>A</sup>	1.68 <sup>a</sup>	4.90 <sup>a</sup>	1.02 <sup>A</sup>	2.98
~90 days II	5	32.8 <sup>A</sup>	1.19 <sup>b</sup>	3.62 <sup>b</sup>	1.01 <sup>A</sup>	3.07
III		29.5 <sup>B</sup>	1.31	4.44	0.86 <sup>B</sup>	2.93
I		24.9 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	3.72	0.80 <sup>A</sup>	3.21
90 days~ II	6	23.7	0.78 <sup>b</sup>	3.31	0.79 <sup>A</sup>	3.31
III		20.2 <sup>b</sup>	0.79 <sup>b</sup>	3.90	0.65 <sup>B</sup>	3.22

\* I : Pretreatment

II : Treatment

III : Posttreatment

A, B: Values with superscript letters are significantly different ( $P < 0.01$ )a, b, c: Values with superscript letters are significantly different ( $P < 0.05$ )

しかし、ルーメン・バイパス処理をした保護メチオニンの投与効果については、多くの試験から明確な結果が得られていない<sup>10)</sup>。例えば、乳生産や乳組成に対しては、効果がなく、あっても僅かである。また、乳蛋白質の生産が増加するが、それは乳量の増加によるものである。

長谷川ら<sup>7)</sup>は、乳牛へのルーメン・バイパスメチオニン製剤の投与により、乳量の増加と乳量の低下の抑制、さらに、乳蛋白質量の増加を認めている。そして、高泌乳牛や分娩後経過日数の短い牛ほどその傾向が顕著であった。本試験でも、これと同様の結果が得られた。つまり、メチオニン製剤の投与による乳量の増加はなかったが、泌乳期の進行に伴う乳量の低下を抑制する効果が認められた。この傾向は、乳量水準の高い牛において顕著であった。また、乳蛋白質率は投与直後に上昇し、メチオニン投与は、乳蛋白質の生産性

を向上させることが示された。

メチオニンのルーメン・バイパス化には、物理的方法と化学的方法がある。本試験に用いたものは、物理的処理を行なったものである。一方、化学的に得られるものとして、メチオニン・ハイドロキシ・アナログ (MHA) がある<sup>1)</sup>。MHA の投与効果は、一定していない。しかし、乳脂率および乳脂肪量の増加が多く報告されている<sup>8,9,14,15,18)</sup>。これについて、乳脂肪の原料の一つである血中のリポ蛋白質と関連づけて考察しているものがあり<sup>12,17)</sup>、さらに、MHA 投与により、血中リポ蛋白質の形成が促進され、乳脂肪合成を高める可能性をも示唆されている<sup>3)</sup>。本試験では、メチオニン製剤投与2週目に乳脂率の上昇が認められた。これは、MHA と同様の効果が現われたのかも知れない。

以上から、ルーメン・バイパスメチオニン製剤の投与は、高泌乳牛および泌乳初期の乳牛において、乳量水準の持続維持、乳蛋白質生産の向上、さらに、乳脂率の増加に期待できると推察された。

アミノ酸の投与効果は、ルーメン内のアミノ酸生成状態に影響される。そのため、今後は、各種の飼料給与体系での検討が必要となろう。

## 要 約

脂肪酸で被覆したルーメン・バイパスメチオニン製剤の乳牛への投与が乳量および乳組成に及ぼす影響について、11頭のホルスタイン種雌牛を用い、製剤を3週間投与する飼養試験を実施した。

その結果の要約は次のようである。

1. メチオニン製剤の投与は、泌乳量の低下を抑制した。特に、その傾向は高泌乳牛において顕著であった。
2. 乳量水準や分娩後経過日数に関係なく、メチオニン製剤の投与は乳蛋白質率を上昇させた。
3. メチオニン製剤の投与は、乳脂肪生産をわずかに向上させることが認められた。

以上から、ルーメン・バイパスメチオニン製剤の投与は、泌乳水準の維持と乳組成の改善に効果があることを示唆した。

## 文 献

- 1) 阿部又信, 1980. ルーメン発酵の効率と飼料のルーメン・バイパス. 日畜会報, 51: 1-11.
- 2) 阿部又信, 1987. 新 乳牛の科学. 津田恒之監修, pp 80-81, 農山漁村文化協会, 東京.
- 3) 阿部又信, 1984. 牛へのアミノ酸 (メチオニン) ルーメン・バイパス投与効果と問題点. 飼料, 24: 78-81.

- 4) Agricultural research council, 1984. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux. England.
- 5) Broderick, G. A., L. D. Satter and A. E. Harper, 1974. Use of plasma amino acid concentration to identify limiting amino acids for milk production. *J. Dairy Sci.*, **57**: 1015-1023.
- 6) Clark, J. H., 1974. Lactational responses to postruminal administration of proteins and amino acids. *J. Dairy Sci.*, **58**: 1178-1190.
- 7) 長谷川信美・小倉敬子・岡本明治・吉田則人・斎藤英夫・阿部 稔, 1985. 乳量, 乳成分に及ぼすメチオニンの添加効果. *北草研報*, **19**: 184-187.
- 8) Holter, J. B., C. W. Kim and N. F. Colovos, 1971. Methionine hydroxy analog of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **55**: 460-465.
- 9) Huber, J. T., R. S. Emery, W. G. Bergen, J. S. Liesman, L. Kung Jr., K. J. King, R. W. Gardner and M. Checketts, 1984. Influences of methionine hydroxy analog on milk and milk fat production, blood serum lipids, and plasma amino acids. *J. Dairy Sci.*, **67**: 2525-2531.
- 10) Kaufmann, W. and W. Lipping, 1982. Protected proteins and protected amino acids for ruminants. In: E. L. Miller, I. H. Pike and A. J. H. Vanes (Eds). Protein contribution of feedstuffs for ruminant, pp. 36-75. Butterworths. London.
- 11) 中村亮八郎, 1981. *新飼料学*—下—, pp. 226-228. チクサン出版社, 東京.
- 12) National Research Council, 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy of Science. Washington, D. C..
- 13) Ørskov, E. R., 1980. Possible nutritional constraints in meeting energy and amino acid requirements of the highly productive ruminant. In: Y. Ruckebusch and P. Thivend (Eds.). Digestive physiology and metabolism in ruminant, pp. 309-324. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- 14) Patton, R. A., R. D. McCarthy and L. C. Griel Jr., 1969. Observations on rumen fluid, blood serum, and milk lipids of cows fed methionine hydroxy analog. *J. Dairy Sci.*, **53**: 776-780.
- 15) Polan, C. E., P. T. Chandler and, C. N. Miller, 1969. Methionine hydroxy analog: varying levels for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, **53**: 607-610.
- 16) Schwab, C. G. and L. D. Satter, 1974. Effect of abomasal infusion of amino acids on lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **57**: 632 (Abstr.).
- 17) Schwab, C. G., L. D. Satter and A. B. Clay, 1976. Response of lactating dairy cows to abomasal infusion of amino acids. *J. Dairy Sci.*, **59**: 1254-1270.
- 18) Sharon, R. R., W. J. Croom Jr., A. H. Rakes, A. C. Linnerud and J. H. Britt, 1983. Effects of methionine hydroxy analog on milk secretion and ruminal and blood variables of dairy cows fed a low fiber diet. *J. Dairy Sci.*, **66**: 2084-2092.

### Summary

The present studies were undertaken to examine the effects of coating methionine with fatty acids on milk production.

The results are summarized as follows.

1) It was recognized that rumen-bypass methionine had an effect on the prevention of the decline of milk yield. This tendency was clearly seen in high production herds.

2) In spite of milk yield level and lactation period, feeding bypass methionine definitely increased the milk protein percentage.

3) It was possible to improve the milk fat production of cows by an application of bypass methionine.

From the above results, it was presumed that the rumen-bypass methionine addition improved in milk yield and milk component.