

B-16 地球温暖化抑制のための CH₄、N₂O の対策技術開発と評価に関する研究

(9) 東南アジア地域における反芻家畜からの CH₄ 発生の抑制技術の開発

研究代表者 農林水産省九州農業試験場 塩谷 繁

農林水産省 九州農業試験場

畜産部 環境生理研究室 塩谷 繁・田中正仁・岩間裕子・神谷 充

平 11 年度合計予算額 3,654 千円

〔要旨〕 東南アジア地域に適合した反芻家畜からのメタン放出量を低減する技術を開発するため、ホルスタイン種の乳牛を用いて以下の 2 つの実験を行った。

1) 実験 1 では、東南アジア地域の主な粗飼料である暖地型牧草の栄養価が牛からのメタン発生量に及ぼす影響について検討した。供試した粗飼料は、スーダングラスサイレージ、バヒアグラス乾草および稲わらで、各粗飼料について育成牛または乾乳牛 4 頭ずつに給与し、呼吸試験を行った。各牧草の TDN 含量および乾物摂取量当たりのメタンの発生量は、スーダングラスサイレージで 62%、31.3L/日、バヒアグラス乾草で 55%、37.7L/日、稲わらで 54%、36.6L/日であった。

2) 実験 2 では、暖地型牧草にイモ類を併給することが、牛乳生産量およびメタン発生量に及ぼす影響について検討した。東南アジアで飼われている乳牛と同程度の低泌乳量の乳牛 4 頭を用いて、バヒアグラス乾草またはそれにカンショを併給した場合の 2 種類の飼料給与条件（乾草区、イモ区）で泌乳試験を行った。イモ区の方が乳量、乳成分ともに多い傾向にあった。また、1 頭あたりのメタン発生量は、乾草区の 260L/日に対し、イモ区が 146L/日であった。牛乳生産量あたりのメタン発生量は、乾草区の 48L に対しイモ区が 25.5L で、イモの給与によりメタン発生量が 47% 減少した。

以上の結果から、東南アジア地域の牛からのメタン発生量を抑制するには、① TDN 含量の高い草種を利用する、②暖地型牧草にイモ類を併給することが有効であると考えられた。

〔キーワード〕 メタン、東南アジア、乳牛、飼料、暑熱

1. 序

反芻家畜の胃から放出されるメタンは、飼料の質により変化し、とくに、低質な粗飼料を採食するほどメタン放出量が増えることが知られている。また、メタンの放出量は暑熱環境下で増加する傾向にある。したがって、低質な暖地型牧草や農業副産物等を主な飼料源とする東南アジア等の熱帯地域では、先進国に比べメタン放出割合が大きいと考えられるが、飼料品質の向上と栄養バランスの改善によりメタン放出量を大幅に抑制できる可能性も大きい。これらの東南アジアの熱帯地域の家畜から放出されるメタンは全世界の反芻家畜から放出されるメタンの約 20 %を

占めると考えられ、さらに、今後とも家畜頭数の増加が予想されていることから、メタン放出量の低減が大きな課題となっている。

一方、九州地域は東南アジア地域と共通する飼料資源を有し、またこれらの地域の気象条件を再現できる施設を有することから、これらの地域に適したメタン放出量を抑制する栄養改善等の技術開発が東南アジア諸国から求められている。

2. 研究目的

東南アジア地域に適した反芻家畜からのメタン発生量抑制技術を開発するためには、まず第一に、この地域で利用されている暖地型牧草の給与におけるメタン発生量を把握する必要がある。そのため、各種暖地型牧草給与におけるメタン発生量を測定するとともに、暖地型牧草の栄養価がメタン発生量に及ぼす影響を明らかにする。以上のことから、メタン発生量の抑制に適した暖地型牧草の草種選定、栽培、調製などの方法を明らかにする。

さらに、ルーメン微生物の活性を高め、メタン発生量を抑制する技術を開発するため、この地域で安価に入手できると考えられるイモ類のデンプン質の給与がメタン発生量に及ぼす影響を明らかにする。また、上記のように種々の飼料給与条件下におけるメタン発生量を測定することにより、これらの地域におけるインベントリーの精緻化に資する。

3. 研究方法

(1) 実験 1

実験に用いた粗飼料は、スーダングラス、バヒアグラスおよび稲わらで、スーダングラスは、1、2、3番草をそれぞれサイレージに調製した。また、バヒアグラスは、1番草を乾草に調製した。稲わらは1番草が出穂する前に刈り取り、乾草に調整した。これらの粗飼料を、ホルスタイン種の育成牛または乾乳牛4頭ずつに対し、維持から維持の1.5倍の範囲で給与した。実験は、呼気を回収できる呼吸試験装置内に牛を係留して、気温22～27℃、相対湿度60%の条件で行った。実験期間は14日とし、最後の5日間に呼吸試験を行った。測定項目は、各粗飼料のTDN含量、乾物摂取量およびメタン発生量とした。

(2) 実験 2

東南アジアで飼われている乳牛と同程度に泌乳量の少ない(10kg/H/頭以下)のホルスタイン種泌乳牛4頭を用い、バヒアグラス乾草のみの給与(乾草区)またはバヒアグラス乾草に乾燥、細断したカンショを併給(イモ区)した場合の2種類の飼料給与条件で実験を行った。実験は、呼気を回収できる呼吸試験装置内に牛を係留して、気温27℃、相対湿度60%の一定条件で行った。実験期間は、1期を14日とし、2期を行った。各試験期の最後の5日間に泌乳試験と呼吸試験を行った。測定項目は、飼料のTDN含量、乾物摂取量、乳量、乳成分およびメタン発生量とした。

4. 結果・考察

(1) 各種暖地型牧草の給与が牛からのメタン発生量に及ぼす影響

表1に、各種暖地型牧草の給与が牛からのメタン発生量に及ぼす影響について示した。

牛からのメタン発生量は、乾物摂取量 (DMI) の多かったバヒアグラスと稲わらで多く、乾物摂取量 (y) とメタン発生量 (x) には、 $y = -46.508 + 41.179x$ の関係がみられた (図1)。Shibata ら¹⁾ は、今回の実験に相当する維持の 1.5 倍以下の乾物摂取量において、 $y = -0.127 + 34.360x$ というメタン発生量の推定式を提唱している。さらに、乾物摂取量が維持量に近づくほど x の係数が大きくなることを報告している。今回の試験では、牧草の栄養価が低い、高温により食欲が停滞したなどの理由により乾物摂取量が少なく、維持量にほぼ等しかったことから、この係数が大きくなったものと考えられた。

表1. 各種暖地型牧草の給与が牛からのメタン発生量に及ぼす影響

粗飼料名	番草	処理	TDN (%)	乾物摂取量 (kg/日/頭)	CH ₄ 発生量 (L/日/頭)	CH ₄ /DMI (L/kg)
スーダングラス	1	埋草	59.2	6.45	206.0	31.9
スーダングラス	2	埋草	61.0	5.15	155.0	30.1
スーダングラス	3	埋草	57.4	5.85	186.1	31.8
バヒアグラス	1	乾草	54.8	6.85	258.1	37.7
稲わら	1	乾草	53.6	8.08	295.5	36.6

注：埋草はロールペールをラッピングしてサイレージに調製した。

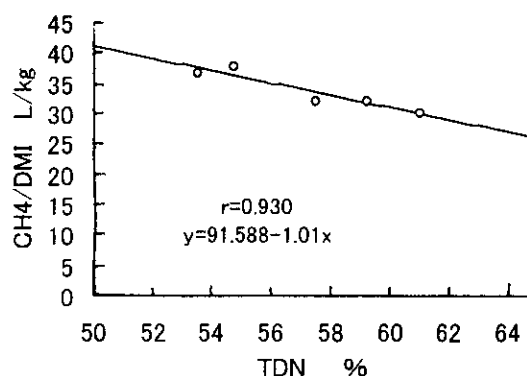
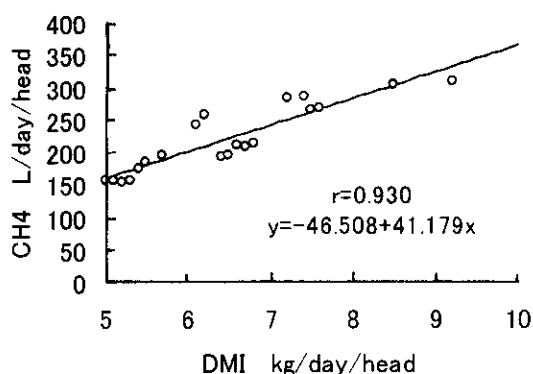


図1. 乾物摂取量 (DMI) とメタン発生量との関係

図2. TDN 含量とメタン発生量との関係

メタンの発生量は、草種、調製方法、番草などによって異なった。草種による違いでは、TDN 含量の多いスーダングラスが乾物摂取量当たりのメタン発生量が最も少なくなった。また、調製方法による違いにおいてもスーダングラスが優れていたが、これは、他の草種と比べ TDN 含量が多かったことに起因するものと考えられた。番草においても TDN 含量の多い番草ほど乾物摂取量当たりのメタン発生量が少なくなった。図2に示すように、本実験のように乾物摂取量がほ

ば等しい場合には、TDN 含量が高いほど乾物摂取量当たりのメタン発生量は減少するといえる。栗原ら²⁾は、乾草主体の TDN 含量の低い飼料に比べ、濃厚飼料主体の TDN 含量の多い飼料の方が乾物摂取量当たりのメタン発生量が減少し、その傾向は気温が高いほど強くなると報告している。暑熱環境下においては、養分要求量が増加し、乾物摂取量自体も増加する³⁾ことから、熱帯地域で牛からのメタン発生量を少なくするには、乾物の摂取量を制限しつつ養分要求量を満たすように TDN 含量の多い飼料を給与することが極めて有効と考えられる。

(2) イモの併給によるメタン発生量の低減効果

表 2 に実験に用いたバヒアグラス乾草とイモの飼料成分と消化率を示した。イモは、デンプンなどの可溶無窒物が多く、消化率も 80%以上と高く、乾草のエネルギー含量を補うのに有効な飼料といえる。

表 2. 乾草およびイモの飼料成分と消化率 (乾物中%)

飼料	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	可溶無窒物	灰 分	ADF	NDF	消化率
乾草	6.5	1.4	32.8	50.5	8.8	41.8	74.8	51.4
イモ	2.9	0.3	2.5	91.4	2.9	3.8	5.4	80.8

表 3. イモの給与が乳量, 乳成分およびメタン発生量に及ぼす影響

項 目	乾草区	イモ区
体 重 kg	573.5	569.3
乾物摂取量 kg/日	6.9 ^A	8.6 ^B
乾 草 kg/日	6.9	3.1
イ モ kg/日	—	5.5
乳 量 kg/日	4.67	4.92
F C M kg/日	5.39	5.73
乳 成 分		
乳 脂 率 %	5.07	5.12
乳 蛋 白 率 %	3.46	3.85
乳 糖 率 %	3.83	3.38
無 脂 固 形 %	8.28	8.23
メタン発生量 L/日	259.1 ^A	146.3 ^B

A,B : P<0.01

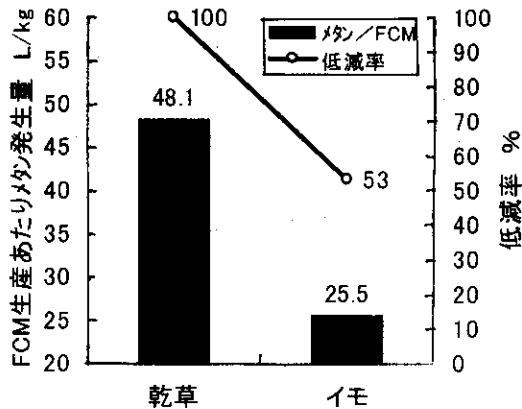


図3. イモ給与によるメタン低減効果

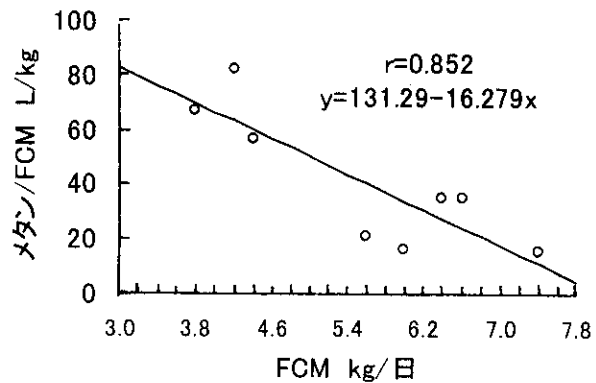


図4. 乳生産量とメタン発生量との関係

表3にイモの給与が乳量、乳成分およびメタン発生量に及ぼす影響を示した。乾物摂取量、乳量ともにイモ区の方が多い傾向を示した。反面、メタン発生量はイモ区で少なくなり、4%補正乳（FCM）生産量当たりのメタン発生量は、イモ区が乾草区の53%であった（図3）。また、図4にFCM生産量とFCM生産量当たりのメタン発生量の関係を示したが、FCM生産が多くなるほど乳量当たりのメタンの発生量が有意に減少した。柴田¹⁾は、同様の関係が生産性の低い場合に、より顕著であることを示し、発展途上国のように低品質の飼料を給与するような地域において、乳牛の能力を高めることの重要性を指摘している。本実験においても、FCM生産量が4kg/日という低泌乳の牛では、FCMの増加がメタン発生量の抑制に極めて有効であることが示された。

以上の結果から、東南アジア地域の牛からのメタン発生量を抑制するには、TDN含量の高い暖地型牧草の草種を選択するとともに、TDN含量を高める栽培、調製の方法により粗飼料を確保し、さらにイモ類を給与することが有効であると考えられた。

5. 本研究により得られた成果

東南アジア地域の主な粗飼料である暖地型牧草の栄養価が牛からのメタン発生量に及ぼす影響について検討したところ、TDN含量および乾物摂取量当たりのメタンの発生量は、それぞれスーダングラスサイレージで62%、31.3L/日、バヒアグラス乾草で55%、37.7L/日、稲わらで54%、36.6L/日であった。また、乾物摂取量がほぼ同等の条件において、メタン発生量はTDN含量が高いほど少なくなることが示された。

暖地型牧草にイモ類を併給することが、牛乳生産量およびメタン発生量に及ぼす影響について検討したところ、イモの給与によりメタン発生量が47%減少することが示された。

以上の結果から、東南アジア地域の牛からのメタン発生量を抑制するには、①TDN含量の高い草種を利用する、②暖地型牧草にイモ類を併給することが有効であると考えられた。

6. 参考文献

- 1) Shibata, M., T. Terada, K. Iwasaki, M. Kurihara and T. Nishida, Methane production in heifers, sheep and goats consuming diets of various hay-concentrate rations. Anim. Sci. Technol. (Jpn), 63:1221-1227. 1992.
- 2) 栗原光規, 西田武弘, 地球環境研究総合推進費平成7年度研究成果報告集(Ⅱ). 624-627. 環境庁企画調整局地球環境部. 1996.
- 3) 塩谷繁, 寺田文典, 暑熱環境下における泌乳牛の生理反応. 栄養生理研究会報, 41:61-68. 1997.
- 4) 柴田正貴, 畜産における温室効果ガスの発生制御(5). 32-62. 畜産技術協会. 2000.

[国際共同研究等の状況]

なし

[研究成果の発表状況]

(1) 口頭発表

- ① S. Shioya and F. Terada : Workshop on Animal Production System Utilizing Regional Feed Resources for Controlling Environmental Impact, Kumamoto, Japan (1999)
"Feeding management based on Energy metabolism of the dairy cow in hot environment"
- ② 塩谷繁, 岩間裕子, 田中正仁, 神谷充 : 第98回日本畜産学会 (2001)
「暖地型牧草給与におけるイモ類の併給が乳生産およびメタン発生量に及ぼす影響」 (予定)
- ③ 塩谷繁, 岩間裕子, 田中正仁, 神谷充 : 第51回西日本日本畜産学会 (2000)
「各種暖地型牧草給与による牛からのメタン発生量の比較」 (予定)

(2) 論文発表

- ① 岩間裕子, 田中正仁, 塩谷繁, 寺田文典 : 九州農業試験場報告, 36, 41-47 (1999)
「泌乳牛におけるスーダングラスサイレージの飼料価値」
- ② 塩谷繁, 岩間裕子, 田中正仁 : 日本草地学会九州支部会報, 28 (2), 64-67 (1998)
「スーダングラスの飼料特性」
- ③ 塩谷繁 : 牧草と園芸, 46 (11), 1-4 (1998)
「ヘイスーダン・サイレージの飼料特性と給与法」
- ④ S. Shioya : Farming Japan, 33 (2), 26-30 (1999)
"Ruminants in the Tropics : Their Nutritive Problems and Countermeasures"
- ⑤ 塩谷繁 : 日本飼養標準 (乳牛) (1999)
「暑熱時の養分要求量」
- ⑥ 塩谷繁 : 農業技術大系追録 18, 375-383 (1999)
「飼料給与の改善による暑熱対策」

(3) 出願特許、受賞等

なし