

乳牛への油脂給与について

バイパス油脂の有効性および利用上の留意点

はじめに

飼料のエネルギー濃度を高める目的で給与および利用される油脂源として、綿実、加熱大豆のような油実類が多く用いられてきました。

そうした中で、昭和62年に生乳取引基準が乳脂率3.2%から3.5%に引き上げられたことが契機となり、高脂肪高エネルギー飼料が脚光を浴びる結果となり、このような時期に、油脂栄養素の効率を高めるべく開発された「バイパス油脂」が欧米より紹介されました。そこで、海外輸入品のみならず、国内油脂メーカーが競うようにバイパス油脂製品の開発、製品上市が進められた経緯があり、当社においても、これらバイパス油脂を含む高エネルギーサプリメント類を開発し、今日においても製品展開されています。

昨今、乳生産の向上に伴い、かつ、油脂給与に関する新たな知見も見出され、バイパス油脂給与に当たっては、油脂の質・量ともに留意することが肝要となってきました。

今回は、これまでに当北海道研究農場にて実施してきた調査内容を加味しながら、バイパス油脂給与の有効性や利用上の留意点について、ご紹介します。

1 バイパス油脂の背景とその種類

通常、油脂（脂肪）原料を乳牛に給与した場合は、そのトリグリセリド（脂肪酸とグリセリンが結合）は、第一胃内脂質分解菌によって遊離脂肪酸へと速やかに加水分解され、遊離脂肪酸は小腸で吸収され、グリセリンは第一胃内でさらに分解されて、最終的にはプロピオン酸となりエネルギー源として利用されます。

このような第一胃内発酵において、油脂（脂肪）の量や脂肪酸の質（種類）の影響により不飽和脂肪酸濃度（オレイン酸、リノール酸など）が高くなると、第一胃内微生物の代謝に悪影響をおよぼすこととなり、その結果として；

- ① 乾物摂取量の低下
- ② 乳脂率の低下
- ③ 第一胃内繊維消化率の低下

などを引き起こす可能性が高まります。そして、このことは、第一胃内発酵が変化した指標になり得ると考えられます。

そこで、油脂栄養素の利用性を高めて生産効率を向上させるべく、第一胃内微生物への影響を最小にするよう加工製剤化したものが、第一胃不活化脂肪、保護脂肪などと言われる「バイパス油脂」です。

現状、バイパス油脂製剤としては；

- 1) 脂肪酸カルシウム塩
- 2) 水素添加脂肪酸（一部水素添加含む）

これら2種類に大別されるものと推測されますが、由来する脂肪酸源もパーム油が主体となっています。

近年では、新たな知見をふまえて、大豆油を原料とする脂肪酸カルシウム塩や、トリグリセリドタイプのバイパス油脂製剤も展開されるようになってきた他、アミノ酸、特にメチオニンの供給を加味した製剤も見受けられるようになってきています。表1に、参考として一部バイパス油脂製剤の脂肪酸組成について示しましたが、その含有量や組成割合に油脂源の違いや加工方法などの違いが見受けられます。

2 バイパス油脂の特性、有効性

脂肪酸カルシウム塩、水素添加脂肪酸ともいどのような原理でバイパス性を保持しているのか整理してみると、まず、脂肪酸カルシウム塩については、脂肪酸をカルシウムと結合させると、中性またはア

表1 バイパス油脂製剤の脂肪酸組成 (%)

	パーム油脂肪酸Ca塩	大豆油脂肪酸Ca塩	トリグリセリドタイプ
C16：0パルミチン酸	43	13	75
C18：0ステアリン酸	5	4	10
C18：1オレイン酸	35	37	10
C18：2リノール酸	5	40	2
C18：3リノレン酸			
その他	12	6	3

※各メーカー公表値より引用

ルカリ性では結合状態のままであり、酸性では分離(解離)するという性質を持っています。すなわち、pH 6～7程度の第一胃内では分離・分解されず、pH 2～3の強酸性となる第四胃以降で分離・分解されます。

次に、水素添加脂肪酸については、水素添加により脂肪酸が飽和化され、不飽和脂肪酸と比較して飽和脂肪酸の融点が高い性質を応用しています。すなわち、脂肪融点を概ね45℃以上に高めることで、第一胃内の溶解・分解性を抑制させることをねらいとしています。

よって、製剤メーカーそれぞれの加工製造技術により、同類のバイパス油脂であっても、その反応・有効性には差が生じるでしょう。

(1) 乾物摂取量に対する影響

バイパス油脂の種類や性状によって反応・有効性に差が生じる可能性を述べましたが、これから、このバイパス油脂の給与が乳生産性におよぼす影響について、捉えられた調査結果を基に概説します。

まず、生産性に大きく影響を与える乾物摂取量に関して、脂肪または脂肪酸カルシウム塩を給与した場合、乾物摂取量は減少する傾向にあるとされていますが、この点について、当北海道研究農場において実施した一連の調査結果をみると(図1)、試験間でのバラツキは散見されるものの、バイパス油脂無給与区とほぼ同等の結果となりました。

この一連の調査は、バイパス油脂が話題となった昭和62年から平成2年にかけて実施したもので、調査延べ頭数47頭の結果です。調査では、各種脂肪酸カルシウム塩を1日1頭当たり300～500g給与したわけですが(以下、調査結果同様)、脂肪酸カルシウ



図1 バイパス油脂の乾物摂取量に対する影響 (無給与対比)



図2 バイパス油脂の乳量、FCMに対する影響 (無給与対比)

ム塩自体の嗜好性が問題となり、乾物摂取量が低下した状況もありました(試験1)。

(2) 乳量、FCM量および乳成分に対する影響

次に、乳生産量については、試験総体において乳量で4.8%、FCM量で5.1%の増乳傾向が見受けられました(図2)。図3に示した乳脂率の改善傾向を見ると(総体平均で1.5%向上)、FCM量の増加は、乳量増が要因と判断されます。

乳脂率に関しては、当初油脂増給に伴う改善・増加が期待されましたが、給与飼料内容や泌乳ステージなどの要因が影響しているものと推察されます。

今般の調査において、乳蛋白質率が総体平均で2.7%低下する結果となっていますが、バイパス油脂給与によるこの乳蛋白質率の低下は、当初から指摘されており、再現性のある状況でした。ただし、乳蛋白質量はバイパス油脂無給与区と同様となっています(*補足)。

*	バイパス油脂無給与	バイパス油脂給与
乳量	30.5kg	32.0kg
乳蛋白	3.22%	3.13%
乳蛋白量	0.98kg	1.00kg

(3) 血漿中コレステロール値について

油脂給与による血液中の脂質含量の変化が言われていますが、今回調査においても血漿中コレステロール値が特異的に高くなっています(図4)。

このバイパス油脂給与によるコレステロール値の向上が繁殖成績に影響を与えるものとして注目されており、当场結果においても強い反応でした。この部分に関しては、後段にて留意ポイントとして取り上げます。

今回紹介しました一連の調査結果は、分娩後日数



図3 バイパス油脂の乳脂率、乳蛋白質率に対する影響 (無給与対比)



図4 バイパス油脂の血漿中コレステロール値に対する影響 (無給与対比)

62日～137日とする泌乳牛を対象としているため、分娩初期から泌乳ピークにかけての有効性は捉えきれませんが、少なくとも泌乳ピークから中期にかけては、バイパス油脂給与により乳量、FCM量の増加、乳脂率改善傾向および血漿中コレステロール値向上が示されるものと判断されます。

これらの反応は、各飼養環境・条件様々に影響されるわけですが、次には、バイパス油脂の種類や加工方法の違いも含めた、給与・利用上の留意点について概説します。

3 バイパス油脂の給与に当たって

油脂給与による飼料中エネルギー濃度を高めて生産性を改善しようとする場合は、利用する油脂源の質・添加量をしっかりと見定める必要があります。飼料中の最適な脂肪含量は、油脂のタイプ、構成する飼料の種類、泌乳ステージ、環境や乳生産レベルなどの多くの要因が加味されて異なってくるわけですが、以下の項目を押さえることも肝要と考えます。

(1) 飼料中の脂肪含量は、乾物中6～7%以内とする

第一胃内発酵の影響を最小にするバイパス油脂を利用する場合であっても、高濃度の油脂添加は既述したように乾物摂取量低下などの危険性が懸念されるため、この乾物中6～7%とする水準内に留めることを推奨します。

通常、粗飼料と濃厚飼料を組合わせた場合には、概ねその脂肪含量として約3%と見込まれるため、残りの3～4%は油脂源を添加出来るでしょう。その際、綿実や加熱大豆などを用いて乳脂率や乾物摂取量に悪影響をおよぼす場合は、利用の一部をバイパス油脂に置き換えるべきです。この場合、脂肪酸量として1日1頭当り約450gが上限となるでしょう。

(2) 蛋白質、エネルギー水準を確保する

この内容は、先に示した調査試験例における乳蛋白質率低下を軽減させることにポイントをおいたものです。実際面では、最新版の飼養標準ならびに栄養ガイドラインによる要求量を満たすようにバランスを取ることで。

乳蛋白質率の低下はカゼイン含量の減少であることが言われていますが、乳蛋白質合成の前駆物質であるプロピオン酸・乳酸塩（第一胃から）やアミノ酸（小腸から）そのものの流入・吸収量の低下も要因の一つと推測されます。この部分を補給確保するためには、栄養ガイドラインに示されている蛋白質区分のRDP・RUP量とバランス、炭水化物区分の繊維・NFC量とバランスが重要と考えます。

(3) 暑熱ストレスへの応用

暑熱ストレスによる乾物摂取量の低下は、飼料採食に伴う体熱増加と、濃厚飼料採食比率が高まることによる第一胃内でのプロピオン酸濃度増加が乾物摂取量を抑制することが要因の一つとなっています。

暑熱期に濃厚飼料の一部をバイパス油脂に代替することで、これら体熱増加の軽減、プロピオン酸による摂取量抑制作用の緩和が期待されます。

先の調査試験例において、血漿中コレステロール値の向上が示されていましたが、コレステロールはプロジェステロン（妊娠を維持・継続するホルモン）の合成を刺激し、多価不飽和脂肪酸であるリノール酸はプロスタグランジンF_{2α}の合成・放出を抑制し、黄体の退行を妨げることが知られています。これらのことから、バイパス油脂の給与は繁殖成績向上につながるでしょう。そして、暑熱ストレス時にはプロスタグランジンF_{2α}の合成が高まるとされているため、リノール酸などの脂肪酸の給与は、暑熱時の繁殖成績に影響を与えると推察されます。

表1に示したように大豆油脂脂肪酸カルシウム塩は、その油脂の性質上リノール酸含量が高く、繁殖改善にポイントをおいた製剤と言えます。

この大豆油脂脂肪酸カルシウム塩を利用する場合は、リノール酸などの多価不飽和脂肪酸含量の比率が高いため、添加する量には充分注意が必要です。その理由の一つに、リノール酸の異性体である一部の共役リノール酸は、乳脂肪合成を阻害する場合があります。知られており、当北海道研究農場での事前調査においても、乳脂率の低下傾向が見受けられました。よって、用法・推奨量の範囲内で利用すべきでしょう（泌乳牛1日1頭当り100～150g）。

油脂の利用については、バイパス化させるのみならず、今日では個別の脂肪酸レベルまで、その性質や量に関して見定める必要性があります。このことは、取りも直さず、より生産性向上に向けたアプローチとなってきていることと捉えられます。

今回は、バイパス油脂に焦点を当てて概説しましたが、飼料の管理・給与面の一助となりましたら幸いです。

<参考資料>

(社)農村漁村文化協会 「新 乳牛の科学」

NRC飼養標準（2001年・第7版）

C. R. Staples, J. M. Burke, and W. W. Thatcher. 1998.

Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. J. Dairy Sci. 81: 856-871