

## 4 乳牛への飼料用米給与

### (1) 乳牛における栄養価

- 飼料用米を加工(蒸気圧ぺん処理、破砕処理など)せずに成雌牛や育成牛に給与すると、糞への未消化子実の排せつにより TDN 含量が低下する。
- 成雌牛では飼料用米を 2mm 以下の粒度になるように破砕することで、デンプン消化率や TDN 含量を高めることができる。
- 粗タンパク質含量等、その他の栄養素についても乳牛の栄養要求量を充足できるよう、飼料全体の成分組成を適正に調整する。

飼料用米は、食用米と同様に完熟期まで成熟させ収穫するため、子実の硬化に伴い消化性は低下する。粳米は外層をケイ素やリグニンを多く含む粳殻、また玄米は果皮で覆われているため、そのまま粳米や玄米を乳牛に給与した場合には第一胃内でのデンプンなどの分解率が低い。そのため、蒸気圧ぺんや破砕などの加工処理をすることで、第一胃内での分解率が高まり、未消化子実の排せつ割合が低下する。

図4-1および4-2に飼料用米(品種「北陸193号」)の玄米および粳米を飼料用米破砕機(株式会社デリカ)で破砕した際の、糞中への未消化の飼料用米排せつ割合と TDN 含量を示すが、破砕処理をすることで未消化子実の排せつが極めて少なくなり(図4-1)、TDN 含量が大幅に向上する(図4-2)。

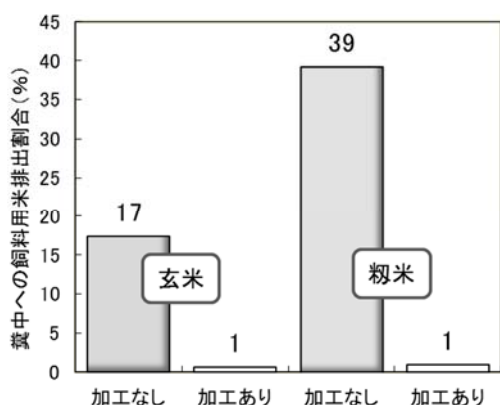


図4-1 飼料用米の加工の有無と糞中への飼料用米排せつ割合の関係  
(品種「北陸193号」、乾乳牛での試験結果)

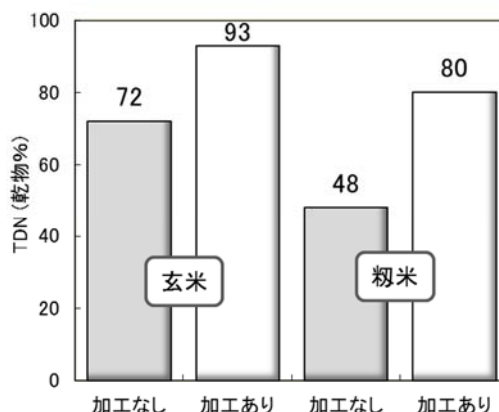


図4-2 飼料用米の加工の有無と TDN 含量の関係  
(品種「北陸193号」、乾乳牛の試験結果)

飼料用米の破砕粒度と TDN 含量との関係を図4-3に示した。玄米および粳米ともに、2mm 以下の粒の割合が増加するに伴い TDN 含量は増加することから、2mm 以下の粒の割合が多くなるよう破砕粒度を調節することが重要である。なお、無処理の玄米と粳米の粒度はともに 2mm 以上であることから、飼料用米を対象とした破砕機械を用いて粒度を調節することで乳牛での利用性が向上する。

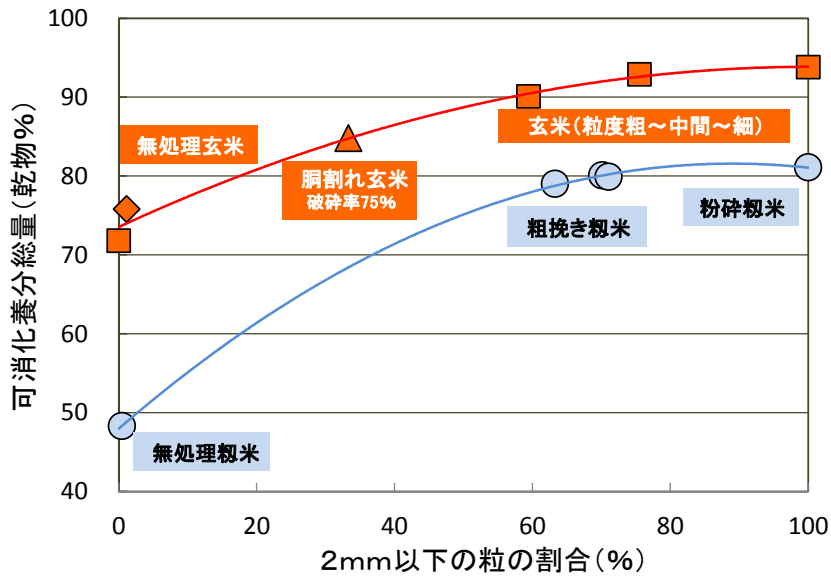


図4-3 飼料用米の2mm以下の粒の割合と可消化養分総量 (TDN) 含量の関係 (乾乳牛の試験結果 (浅井ら 2011))

加工処理後の飼料用米形状を示した(写真4-1)。粳米(上段)は、左から未処理、2mm 破碎(カッティングミルによる)、5mm 破碎(ハンマミルによる)、蒸気圧ぺん(90℃の蒸気で10分蒸した後ローラで圧ぺん処理)の各処理を施したものである。また、玄米(下段)は、粳米とほぼ同様の処理であるが、左から3枚目の写真のみ飼料用米破碎機の破碎ローラ隙間を1mm程度にして破碎したものである。



写真4-1 各種加工処理を施した飼料用米(上段:粳米、下段:玄米)

写真4-1に示した飼料用米それぞれの消化率および栄養価を非妊娠乾乳牛で調査した。供試品種は、粳米が「ホシアオバ」、玄米が「北陸 193 号」で、表4-1に示すように飼料中に乾物比で 40%混合した TMR を調製し、非妊娠乾乳牛の維持に要する TDN 要求量の 135%相当量を給与した。

表4-1 給与飼料の構成および飼料成分値(乾乳牛向け)

|               | 給与割合<br>(乾物%) | 水分含量<br>(%) | ----- (乾物中%) ----- |      |      |      | TDN* |
|---------------|---------------|-------------|--------------------|------|------|------|------|
|               |               |             | CP                 | NDF  | NFC  | デンプン |      |
| 飼料用粳米(ホシアオバ)  | 40.0          | 14.8        | 7.1                | 16.7 | 68.9 | 68.5 | 76.8 |
| イタリアングラスサイレージ | 56.8          | 58.7        | 6.1                | 61.6 | 24.2 | 1.9  | 61.5 |
| 飼料用尿素         | 2.2           | 0.5         | 291.0              | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| ビタミンミネラル剤     | 0.7           | 0.7         | 0.0                | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| 食塩            | 0.3           | 0.4         | 0.0                | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| 計             | 100.0         | 39.3        | 12.7               | 41.7 | 41.3 | 28.5 | 65.7 |

|               | 給与割合<br>(乾物%) | 水分含量<br>(%) | ----- (乾物中%) ----- |      |      |      |
|---------------|---------------|-------------|--------------------|------|------|------|
|               |               |             | CP                 | NDF  | NFC  | TDN* |
| 飼料用玄米(北陸193号) | 40.0          | 13.9        | 7.9                | 5.3  | 84.0 | 94.3 |
| イタリアングラスサイレージ | 60.0          | 52.0        | 12.6               | 53.3 | 30.9 | 61.5 |
| 計             | 100.0         | 36.8        | 10.7               | 34.1 | 52.1 | 74.6 |

CP: 粗タンパク質、NDF: 中性デタージェント繊維、NFC: 非繊維性炭水化物、TDN: 可消化養分総量  
 \*: TDN含量は、日本標準飼料成分表(2001年版)のモミ、玄米およびイタリアングラスサイレージ(1番草・出穂期)の値を引用した (粳米: 三重県畜産研究所、玄米: 新潟県畜産研究センター)

結果を表4-2に示す。飼料用米を未処理のまま牛に給与すると、維持レベルの飼料給与量であっても粳米で約 30%、玄米でも約 25%の未消化子実が排せつされた。また、未処理の飼料用米の乾物中の可消化エネルギー(DE)および TDN 含量は、順に粳米で 2.7Mcal/kg、63%、玄米で 2.8Mcal/kg、70%となり、加工処理したものと比較して大幅に低い。一方、加工処理した飼料用米の DE および TDN 含量は、日本標準飼料成分表(2009)に記載されている「モミ米」や「玄米」の値と近似し、処理方法による違いも小さい。そのため、仮にモミ米や玄米を未処理のまま給与する場合、飼料設計時に日本標準飼料成分表(2009)の TDN 含量を用いると栄養価が過大に評価される可能性がある。

表4-2 給与飼料の消化率、飼料用米の未消化排泄率および栄養価(乾乳牛)

|             | 粳米                 |                    |                    |                   | 玄米                |                   |                   |                   |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|             | 未処理                | 破碎<br>(ミル2mm)      | 破碎<br>(ミル5mm)      | 圧ぺん<br>処理         | 未処理               | 破碎<br>(ミル2mm)     | 破碎<br>(ロール1mm)    | 圧ぺん<br>処理         |
| 給与飼料全体      |                    |                    |                    |                   |                   |                   |                   |                   |
| 乾物消化率(%)    | 62.5 <sup>Bb</sup> | 70.4 <sup>A</sup>  | 69.3 <sup>a</sup>  | 69.3 <sup>a</sup> | 67.7 <sup>b</sup> | 76.8 <sup>a</sup> | 77.5 <sup>a</sup> | 75.9 <sup>a</sup> |
| CP消化率(%)    | 68.7               | 68.7               | 68.3               | 69.6              | 54.9              | 55.8              | 58.4              | 54.5              |
| NDF消化率(%)   | 58.4 <sup>a</sup>  | 57.2 <sup>ab</sup> | 56.7 <sup>ab</sup> | 52.1 <sup>b</sup> | 72.5 <sup>A</sup> | 68.0 <sup>B</sup> | 68.3 <sup>B</sup> | 66.3 <sup>B</sup> |
| NFC消化率(%)   | 71.8 <sup>B</sup>  | 91.9 <sup>A</sup>  | 89.6 <sup>A</sup>  | 93.9 <sup>A</sup> | 67.0 <sup>B</sup> | 87.6 <sup>A</sup> | 87.2 <sup>A</sup> | 85.1 <sup>A</sup> |
| DE(Mcal/kg) | 2.70 <sup>b</sup>  | 3.04 <sup>a</sup>  | 2.99 <sup>a</sup>  | 3.00 <sup>a</sup> | 2.94 <sup>B</sup> | 3.36 <sup>A</sup> | 3.40 <sup>A</sup> | 3.32 <sup>A</sup> |
| TDN(乾物中%)   | 62.2 <sup>b</sup>  | 70.5 <sup>a</sup>  | 69.0 <sup>a</sup>  | 69.5 <sup>a</sup> | 66.6 <sup>b</sup> | 75.5 <sup>a</sup> | 77.0 <sup>a</sup> | 76.1 <sup>a</sup> |
| 飼料用米*       |                    |                    |                    |                   |                   |                   |                   |                   |
| DE(Mcal/kg) | 2.71 <sup>b</sup>  | 3.55 <sup>a</sup>  | 3.42 <sup>a</sup>  | 3.45 <sup>a</sup> | 2.82 <sup>B</sup> | 3.89 <sup>A</sup> | 3.98 <sup>A</sup> | 3.78 <sup>A</sup> |
| TDN(乾物中%)   | 63.1 <sup>Bb</sup> | 83.2 <sup>A</sup>  | 79.6 <sup>a</sup>  | 81.0 <sup>a</sup> | 70.4 <sup>B</sup> | 92.5 <sup>A</sup> | 96.3 <sup>A</sup> | 94.0 <sup>A</sup> |
| 未消化子実排泄率(%) | 30.3               | —                  | —                  | —                 | 25.1              | —                 | —                 | —                 |

DE: 可消化エネルギー 粳米、玄米ごとに同一行の異符号間に有意差あり(a,b:P<0.05 A,B:P<0.01)

\*: 飼料用米のDEおよびTDN含量は、日本標準飼料成分表(2001年版)のイタリアングラスサイレージ

(1番草・出穂期)の乾物中DEおよびTDN含量を用い間接法で求めた

(粳米: 三重県畜産研究所、玄米: 新潟県畜産研究センター)

飼料より摂取されたデンプンなどの炭水化物やタンパク質は第一胃内微生物により分解・発酵し、生成した揮発性脂肪酸やアンモニアなどの発酵産物を第一胃内微生物が用いて微生物タンパク質が合成される。微生物タンパク質は牛のタンパク質源として利用され生産性を左右するため、第一胃内微生物の合成量が高まるような飼料設計が重要と考えられている。飼料の種類や加工形態により第一胃内での炭水化物やタンパク質の分解・発酵パターンが異なるため、飼料用米を牛に給与する場合、飼料成分のほか、第一胃内での分解パラメータ(発酵パターン)を把握し、それに基づく飼料設計を行なうことが飼料用米の効率的給与を図るうえで重要である。飼料摂取量に伴う消化管内の通過速度を考慮した分解率が有効分解率(ED)であるが、中でも粗タンパク質の有効分解率を ECPd とよぶ。日本飼養標準・乳牛 2006 年版では、乳牛へのタンパク質給与をより精密に行うため代謝タンパク質システムの考えが導入され、有効分解性タンパク質の乳牛での要求量と飼料からの供給量が記載されている。乳牛での有効分解性タンパク質の要求量と給与の考え方は日本飼養標準・乳牛 2006 年版の p80 に記載されているのでここでは説明を割愛するが、日本飼養標準を用いて飼料設計するには日本飼養標準 P81～82 に掲載されている分解パラメータの値を計算ソフトに入力し利用することになる。その表には飼料の有効分解性タンパク質含量が記載されているが、飼料用米については玄米のみの値であるため、表4-3の粗タンパク質の ED を用いることで、加工形態を反映した飼料用米からの分解性タンパク質供給量を求めることが可能となる。なお、表4-3でのaは第一胃内で速やかに溶解する画分、bは第一胃内で緩やかに分解する画分、cはb画分の分解速度である。

表4-3 穀類の加工処理別第一胃内分解パラメータ  
(第一胃内有効分解率は乳量 30kg/日の場合)

|                               | 乾物                   |        |           |         | 粗タンパク質 |        |           |         | デンプン   |        |           |         |
|-------------------------------|----------------------|--------|-----------|---------|--------|--------|-----------|---------|--------|--------|-----------|---------|
|                               | a <sup>1)</sup><br>% | b<br>% | kd<br>%時間 | ED<br>% | a<br>% | b<br>% | kd<br>%時間 | ED<br>% | a<br>% | b<br>% | kd<br>%時間 | ED<br>% |
| 飼料用米A <sup>2)</sup>           |                      |        |           |         |        |        |           |         |        |        |           |         |
| (粳米:無加工)                      | 0                    | 6      | 3         | 1       | 0      | 1      | 0         | 0       | 0      | 3      | 0         | 0       |
| (粳米:5mm破碎)                    | 5                    | 76     | 8         | 48      | 12     | 83     | 7         | 59      | 10     | 90     | 8         | 64      |
| (粳米:2mm破碎)                    | 21                   | 62     | 15        | 65      | 33     | 62     | 12        | 75      | 28     | 73     | 15        | 80      |
| (粳米:蒸気圧ぺん)                    | 44                   | 37     | 11        | 68      | 31     | 60     | 8         | 67      | 64     | 35     | 11        | 88      |
| 飼料用米B <sup>2)</sup>           |                      |        |           |         |        |        |           |         |        |        |           |         |
| (粳米:無加工)                      | 0                    | 8      | 1         | 1       | 0      | 2      | 0         | 0       | 0      | 3      | 0         | 0       |
| (粳米:発芽処理)                     | 0                    | 60     | 1         | 9       | 12     | 38     | 2         | 23      | 6      | 79     | 1         | 16      |
| (粳米:2mm破碎)                    | 19                   | 66     | 10        | 61      | 34     | 62     | 9         | 72      | 26     | 74     | 11        | 76      |
| (玄米:無加工)                      | 0                    | 94     | 1         | 10      | 5      | 95     | 1         | 19      | 8      | 92     | 1         | 20      |
| 飼料用米C(玄米:2mm破碎) <sup>3)</sup> | 32                   | 66     | 19        | 84      | 22     | 76     | 15        | 79      | 26     | 72     | 21        | 84      |
| トウモロコシ(蒸気圧ぺん) <sup>3)</sup>   | 31                   | 65     | 5         | 62      | 21     | 74     | 5         | 58      | 29     | 66     | 8         | 69      |
| 大麦(蒸気圧ぺん) <sup>3)</sup>       | 35                   | 55     | 25        | 81      | 21     | 75     | 13        | 74      | 32     | 66     | 44        | 91      |
| ソルガム(2mm破碎) <sup>3)</sup>     | 26                   | 63     | 5         | 58      | 11     | 68     | 5         | 46      | 19     | 71     | 5         | 55      |

1) aは第一胃内可溶性画分含有率、bは〃分解可能な不溶性画分含有率、kdはb画分の第一胃内分解速度、EDは第一胃内有効分解率。  
2) 飼料用米Aは三重県産の品種「ホシアオバ」を、飼料用米Bは岐阜県産の品種「ホシアオバ」を使用(宮地ら2010)。  
3) 飼料用米Cは7品種の平均値(永西ら2000)。トウモロコシ、大麦、ソルガムは永西ら(2000)より抜粋。

図4-4は炭水化物源として圧ぺん飼料用玄米あるいは圧ぺんトウモロコシを飼料中に約 30%配合し、タンパク質源として豆腐粕(低分解性タンパク)あるいは大豆粕(中分解性タンパク)と組み合わせた発酵 TMR を泌乳前期の乳牛 9 頭に給与した場合、尿中へ排泄される窒素割合を示したものである。圧ぺん飼料用玄米をいずれのタンパク質源と組み合わせても尿中への窒素排泄量は有意に少なく、窒

素の利用効率が向上することが示された。これは第一胃内での飼料用玄米の炭水化物(デンプン)の分解パターンが豆腐粕や大豆粕のタンパク質の分解パターンと一致し、第一胃微生物の合成量を高めその結果尿中に排泄される窒素量が低減したと考えられる。飼料用米の第一胃内分解性は加工形態によっても異なることから、日本飼養標準などを参考に分解特性を踏まえた飼料設計を行なうことが生産性の向上を考える上でも重要である。

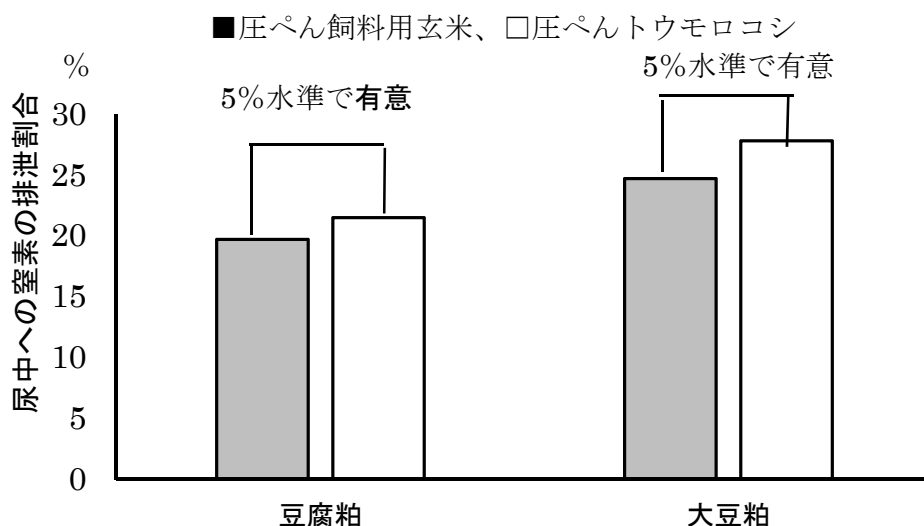


図4-4 タンパク質飼料の違いが尿中への窒素排泄割合に及ぼす影響

(Miyaji ら 2012、2013 より作成)

以上、加工処理をした飼料用玄米は、トウモロコシとほぼ同等のTDN含量を持つことから、トウモロコシと同様の使い方ができる。しかし、飼料用玄米の粗タンパク質含量は圧ぺんトウモロコシより低い傾向にあり、品種や栽培条件で違いが認められる。そのため、乳牛の飼料設計での飼料用玄米の粗タンパク質含量は日本標準飼料成分を参考にするが、可能であれば粗タンパク質含量を測定し、乳牛の栄養要求量を充足できるよう、飼料全体の成分組成を適正に調整することが望ましい。

(参考資料)

- 1) 浅井英樹ら(2011)飼料用玄米の加工粒度の違いが乾乳牛の消化性に及ぼす影響. 日草誌 57(別): 77.
- 2) 浅井英樹ら(2012)乳牛における、消化性を高めるための飼料用米破砕処理機による加工処理技術. 平成24年度試験研究普及カード. 岐阜県. p19-20.
- 3) (独)農研機構編(2010)日本標準飼料成分表(2009年版). 中央畜産会, 東京.
- 4) (独)農研機構編(2007)日本飼養標準・乳牛(2006年版). 中央畜産会, 東京.
- 5) 永西修ら(2000)数種穀類の飼料成分と第一胃内消化特性. 日草誌 46: 305-308.
- 6) 乾清人ら(2009)飼料米の加工方法の違いが乾乳牛の消化性に及ぼす影響. 日草誌 55(別): 54.
- 7) 宮地慎ら(2010)品種および加工法の異なる飼料米の第一内分解特性. 日草誌 56(1): 13-19.
- 8) Miyaji ら(2012) Effect of replacing corn with brown rice grain in a total mixed ration silage on milk production, ruminal fermentation and nitrogen balance in lactating dairy cows. Anim. Sci. J. 83: 585-593.

- 9) Miyaji ら(2013) Milk production, nutrient digestibility and nitrogen balance in lactating cows fed total mixed ration silages containing steam-flaked brown rice as substitute for steam-flaked corn, and wet food by-products. Anim. Sci. J. 84: 483-488.
- 10) 関誠ら(2010)乳牛用飼料としての飼料用玄米への加工処理方法の違いが栄養価に及ぼす影響. 日草誌 56(別): 63.

## (2)泌乳牛への給与

- ▶ 泌乳前期あるいは泌乳中後期での飼料用米給与では、濃厚飼料中の圧ぺんトウモロコシや圧ぺん大麦を、破碎した粳米や玄米に代替し、飼料乾物中に 25%まで混合してもアシドーシスの危険性は小さく、産乳性に差異はない。
- ▶ 飼料用米を飼料に混合・利用する場合には、家畜の採食量や乳量の変化、家畜の健康状態を観察した上で、必要に応じて飼料設計を見直すことが重要である。

玄米の化学成分や栄養価はトウモロコシ穀実とほぼ同等であるため、乳牛用飼料としての玄米はトウモロコシ穀実の代替としての利用が主体になる。一般に、第一胃内でのデンプンの分解速度が速い飼料を牛が多量に摂取した場合に、採食量や乳生産性が悪影響を受け、アシドーシス(10-(1)Q&A のQ33 を参照)などの危険性が増す。玄米の第一胃内分解速度はトウモロコシ穀実よりも速いため、乳牛に玄米をトウモロコシの代替給与する際には飼料への混合比率に留意する必要がある。

このようなリスクを回避しつつ高い生産性を維持できる飼料用米給与量の上限値を明らかにするため、研究機関においていくつかの飼養試験が行なわれている。泌乳前期牛に関して、Miyaji らは蒸気圧ぺん玄米あるいは蒸気圧ぺんトウモロコシを乾物比で 0、20 および 40%配合した飼料を給与した結果、蒸気圧ぺん玄米 40%配合区で乳生産性が低下することを報告している(図4-5)。さらに、Miyaji らは蒸気圧ぺん玄米を乾物比で 31%配合した飼料を給与した場合に繊維の消化率が低下する場合があることを認めており、泌乳前期での玄米の配合割合の上限値は乾物比で 30%と考えられる。一方、泌

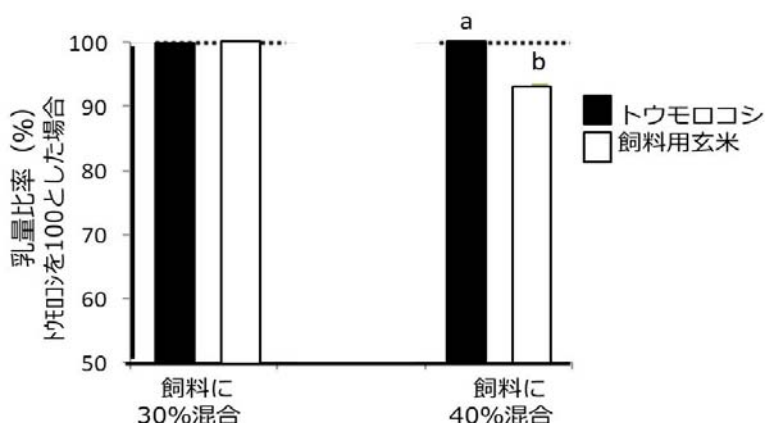


図4-5 蒸気圧ぺんトウモロコシから蒸気圧ぺん玄米への代替給与が乳生産量に及ぼす影響(a, b: 異文字間に有意差あり)



乳中後期牛に関して、山本らは引き割り玄米の配合割合を乾物比で 25、30 および 35%とした飼料を給与し、いずれの配合割合でも乾物摂取量、乳生産性などに影響がないことを認めている(図4-6)。しかし、これらの報告は飼料用米を短期間給与した研究所内での飼養試験の結果であり、実際の生産現場では飼養形態や給与飼料の構成などが異なるため、これら試験結果を一般的に利用可能と思われる飼料用米の配合水準と見なすことには未だ検討の余地がある。

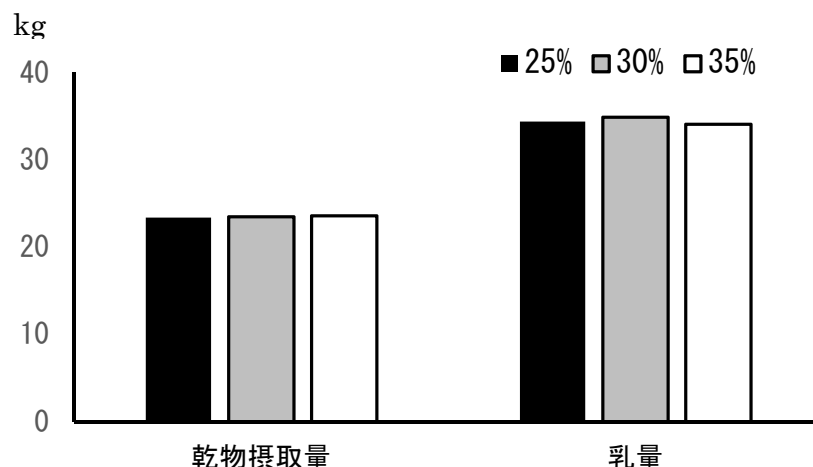


図4-6 挽き割り飼料用玄米の配合割合が乾物摂取量および乳量に及ぼす影響  
(山本ら 2012 より作成)

一方、これまでの試験結果から作成された飼料用米給与メニュー例(4-(5)参照)を参考に、泌乳全期間を通じて飼料用米を乾物比で 25%配合した TMR による現地実証が新潟県で行われている。この取り組みでは、2012 年から飼料用米の通年利用を始めており、これまで生産性に影響なく飼料用米を通年給与できることが示されている。そのため、現時点における「泌乳牛に対し一般的に利用可能な飼料用米の配合水準」としては、飼料乾物中に 25%までの配合量が推奨される。

なお、飼料用米の給与では、採食量や乳量の変化、反芻時間、糞や尿の状態など牛の健康状態を観察し、給与量の調整を行うことが飼養管理の基本である。

(参考資料)

- 1) Miyaji ら(2012) Effect of replacing corn with brown rice grain in a total mixed ration silage on milk production, ruminal fermentation and nitrogen balance in lactating dairy cows. Anim. Sci. J. 83: 585-593.
- 2) Miyaji ら(2013) Milk production, nutrient digestibility and nitrogen balance in lactating cows fed total mixed ration silages containing steam-flaked brown rice as substitute for steam-flaked corn, and wet food by-products. Anim. Sci. J. 84: 483-488.
- 3) Miyaji ら(2014) Effect of substituting brown rice for corn on lactation and digestion in dairy cows fed diets with a high proportion of grain. J. Dairy Sci. 97: 952-960.
- 4) 関誠(2014) 飼料用米を最大限活用した乳牛飼養技術—魚沼市自給飼料生産組合—. 平成 26 年度飼料用イネ・TMR センターに関する情報交換会資料. pp. 95-96.  
<http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/kenkyukai/shiryoinetmr/055176.html>

- 5) 山本泰也・石崎雄介・川村淳也(2012)山本飼料用玄米の混合割合の異なるイネ WCS 主体発酵 TMR の給与が泌乳中後期の乳生産に及ぼす影響.日草誌(別) 58: 67.

### (3) 育成牛への給与

- 哺育期(生後 6 週齢程度までの早期離乳)では、哺乳量を 10%程度に制限し、圧ぺんトウモロコシの代替として粉碎粃米や圧ぺん粃米を 40%程度含む人工乳を生後 4 日齢から給与できるが、粉碎粃米よりも嗜好性が良い蒸気圧ぺん粃米の給与が望ましい。また、消化不良による下痢に注意し、糞の状態を観察しながら、増飼量は日量 100g 以下にする必要がある。
- 離乳後では、飼料用米を 40%程度配合した人工乳(離乳～13 週齢)および育成用配合飼料(14～21 週齢)を給与してもトウモロコシと同等の発育が得られる。
- 育成期(約 29～38 週齢)では、飼料用玄米を約 40%程度配合した育成用配合飼料を給与し、トウモロコシと同等の発育が得られるが、過肥とならないよう配合飼料の給与量に注意する。
- 子牛への飼料用米の給与では、全粒では利用性が低いことから加工処理が必要である。

#### ① 哺育期(出生後から離乳まで)

この時期の子牛は消化機能に加えて免疫機能についても初乳由来の受動免疫から能動免疫に変わる時期となる。このため、哺乳期の子牛では下痢等の疾病の発生率が高く、近年では下痢により胸腺の発達が阻害され免疫機能が低下する可能性も指摘されている。このため、出生後の子牛に飼料用米(粃米)を給与する場合は、消化不良による下痢に注意し、糞の状態を観察しながら給与する必要がある。千葉、石川、茨城、神奈川、富山県の 5 県の共同試験では、出生後の子牛に 6 週齢程度での早期離乳を目標とし、哺乳量を生時体重の 10%程度に制限して、離乳まで乾草を給与せずに、圧ぺんトウモロコシの代替として粉碎粃米や圧ぺん粃米を 40%含む人工乳を生後 4 日齢から給与した。表 4-4 に示したとおり離乳までは粉碎粃米区で乾物摂取量が少なく増体もやや劣ったが、離乳後については、乾物摂取量も同等となり、発育が進むにつれて形状の違いによる影響はなくなった。また、粃米の給与による目立った下痢の発生はなかった。給与飼料の配合割合は表 4-5 に、発育状況は表 4-6 に示す。なお、この試験では人工乳の給与量を 100g から開始したが、この時期の子牛は第一胃の絨毛の発達が不十分なので飼料の急増は避けるべきで、増飼量は日量 100g 以下にする必要がある。

表 4-4 人工乳およびチモシー乾草の乾物摂取量の推移

|                 |          | (g/日)     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 区名              | 飼料\週齢    | 4~7日<br>齢 | 1週齢 | 2週齢 | 3週齢 | 4週齢 | 5週齢 | 6週齢 | 7週齢   | 8週齢   | 9週齢   | 10週齢  | 11週齢  | 12週齢  |
| トウモ<br>ロコシ<br>区 | 人工乳      | 38        | 133 | 249 | 375 | 496 | 656 | 945 | 1,270 | 1,475 | 1,619 | 1,649 | 1,732 | 1,912 |
|                 | うちトウモロコシ | 16        | 53  | 100 | 150 | 198 | 262 | 345 | 474   | 588   | 646   | 658   | 691   | 764   |
|                 | チモシー乾草   | -         | -   | -   | -   | -   | -   | 128 | 334   | 514   | 636   | 675   | 864   | 1,073 |
| 粉碎<br>粃米<br>区   | 人工乳      | 34        | 112 | 237 | 335 | 368 | 412 | 722 | 1,081 | 1,346 | 1,500 | 1,721 | 1,856 | 1,979 |
|                 | うち粉碎粃米   | 12        | 38  | 81  | 117 | 130 | 149 | 274 | 410   | 508   | 565   | 688   | 741   | 790   |
|                 | チモシー乾草   | -         | -   | -   | -   | -   | -   | 145 | 347   | 552   | 659   | 794   | 920   | 1,137 |
| 圧ぺ<br>ん粃<br>米区  | 人工乳      | 20        | 86  | 211 | 346 | 479 | 609 | 885 | 1,179 | 1,337 | 1,595 | 1,736 | 1,905 | 2,088 |
|                 | うち圧ぺん粃米  | 7         | 32  | 78  | 132 | 178 | 224 | 320 | 428   | 484   | 571   | 698   | 763   | 837   |
|                 | チモシー乾草   | -         | -   | -   | -   | -   | -   | 154 | 320   | 422   | 487   | 586   | 709   | 868   |



表4-5 給与飼料の配合割合(原物%)と成分(乾物%)

| 飼料名\区分      | トウモロコシ区 | 粳米   |      |
|-------------|---------|------|------|
|             |         | 粉碎区  | 圧ペン区 |
| 基礎ペレット      | 55      | 55   | 55   |
| 蒸気圧ペントウモロコシ | 40      | —    | —    |
| 各区飼料用米      | —       | 40   | 40   |
| 大豆粕         | 5       | 5    | 5    |
| TDN         | 86.4    | 80.1 | 80.1 |
| CP          | 21.6    | 21.0 | 21.0 |

成分は計算値(乾物中)

表4-6 発育状況

|                   | トウモロコシ区 | 粉碎粳米区 | 圧ペン粳米区 |
|-------------------|---------|-------|--------|
| 開始時体重(kg)         | 41.7    | 40.6  | 42.5   |
| 離乳時体重(kg)         | 67.0    | 62.4  | 67.8   |
| 離乳日齢(日)           | 45.5    | 46.0  | 45.2   |
| 終了時体重(13週齢)       | 107.5   | 103.6 | 107.2  |
|                   | トウモロコシ区 | 粉碎粳米区 | 圧ペン粳米区 |
| 哺乳期DG(kg)(1~6週齢)  | 0.60    | 0.51  | 0.61   |
| 離乳期DG(kg)(7~13週齢) | 0.89    | 0.92  | 0.86   |
| 全期間DG(kg)         | 0.74    | 0.72  | 0.74   |

## ②離乳後(離乳時から21週齢まで)

日本飼養標準・乳牛2006年版では、固形飼料を日量1,000g完食または500g以上を3日間食べた時点で離乳が可能とされるが、前述の5県による共同試験の結果(表4-6)から、トウモロコシの代替に粳米を給与しても同様な離乳が可能だった。

この時期の子牛は食欲が急激に高まるが、同時に近年の研究からアシドーシスの危険性も高まることが報告されている。このため、飼料用米を給与するときは、飼料用米の消化性が圧ペントウモロコシに比べて速いとされることから、良質の粗飼料を給与する等アシドーシス防止への配慮が必要である。

前述の5県の共同試験では離乳と同時に切断したチモシー乾草を300g程度給与するとともに人工乳を朝夕の2回に分けて給与した。離乳後7週齢頃からは粗飼料の摂取量も順調に高まり、下痢の発生も減ることから、飼料用米を安定的に給与することが可能となる。8週齢から21週齢までの子牛を対象に、13週齢までは粉碎玄米や圧ペン玄米を40%含む人工乳を給与し、14週からは同様に粉碎玄米や圧ペン玄米を42%含む育成用配合飼料をした結果、飼料用玄米の給与によりトウモロコシと同等の発育結果が得られた。一方、飼料摂取量は表4-7のとおりで、粉碎玄米区で11~12週齢の配合乾物摂取量が少なく、13週齢までのチモシー乾草の摂取量が他の区に比べてやや多かった。なお、試験期間中の下痢の発生は各区平均1日以下で、玄米の給与による消化不良等はみられなかった。

表4-7 配合飼料およびチモシー乾草の乾物摂取量の推移

(g/日)

| 区名      | 飼料\週齢    | 8週~9週齢 | 10週齢  | 11週齢  | 12週齢  | 13週齢  | 14,15週齢 | 16,17週齢 | 18,19週齢 | 20,21週齢 |
|---------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|
| トウモロコシ区 | 配合飼料     | 1,468  | 1,734 | 1,934 | 2,032 | 1,970 | 1,104   | 1,205   | 1,273   | 1,333   |
|         | うちトウモロコシ | 561    | 683   | 772   | 810   | 814   | 465     | 508     | 539     | 563     |
|         | チモシー乾草   | 519    | 656   | 759   | 910   | 1,009 | 1,959   | 2,183   | 2,339   | 2,501   |
| 粉碎玄米区   | 配合飼料     | 1,460  | 1,693 | 1,707 | 1,890 | 2,076 | 1,135   | 1,173   | 1,260   | 1,310   |
|         | うち粉碎玄米   | 571    | 676   | 675   | 755   | 826   | 461     | 490     | 535     | 569     |
|         | チモシー乾草   | 637    | 822   | 1,017 | 1,128 | 1,138 | 1,983   | 2,246   | 2,473   | 2,615   |
| 圧ペン玄米区  | 配合飼料     | 1,453  | 1,694 | 1,885 | 1,964 | 2,047 | 1,181   | 1,170   | 1,217   | 1,279   |
|         | うち圧ペン玄米  | 578    | 677   | 754   | 781   | 813   | 491     | 501     | 517     | 552     |
|         | チモシー乾草   | 501    | 639   | 736   | 901   | 1,003 | 1,728   | 2,122   | 2,290   | 2,530   |

### ③育成期(約 29 週齢～38 週齢)

この時期の育成子牛は粗飼料の摂取量も高まり第一胃内発酵も安定することから、タンパク質含量等の栄養成分に注意することでトウモロコシの代わりに飼料用米を給与することが可能である。

前述の 5 県に愛知県を加えた 6 県の共同試験では、体重 200kg 程度の育成牛に全粒玄米や粉碎玄米を 42% 含む育成配合飼料を給与し、チモシー乾草を飽食させた。その結果、全粒玄米の消化性が低く、子牛の糞中に未消化の玄米が多く観察され、発育が低下したが、粉碎玄米ではトウモロコシと同等の発育を示した。

一方この時期の育成牛は、一般的な留意事項として、日増体量が 1kg を超えると初産乳量を低下させるとの報告がある。発育が進むにつれて粗飼料摂取量が高まるので、肥満にならないように濃厚飼料の給与量を調整することが必要である。

(参考資料)

- 1) 笠井ら(2012)玄米の加工形状の違いが乳用育成牛、離乳後子牛の発育に及ぼす影響. 千葉県試験研究成果発表会資料. pp. 36-44.
- 2) 石井ら(2012)乳用育成牛における初産分娩月齢の早期化に関する栄養学的研究. 茨城県畜産センター研究報告 45: 1-25.

### (4)飼料用米の給与にあたり留意すべき事項

- ▶ 飼料用米は加工処理することで乳牛での利用性が向上する。一方、飼料用米の主成分であるデンプンの第一胃内分解速度は速いことから、多給によりアシドーシスの危険性が高まる可能性がある。そのため、飼料用米の飼料への配合割合は、一般に利用できると考えられる範囲内とし、トウモロコシから飼料用米への切り替えを行なう場合には急激な飼料の変更をせずに、牛を観察しながら給与量を段階的変更する必要がある。
- ▶ 飼料用米に適正なタンパク質飼料を組み合わせることで、尿中窒素排泄割合の低減など窒素の利用効率が期待できる。そのため、給与飼料の成分組成を調整するとともに、第一胃内での炭水化物やタンパク質の分解パラメータに基づく飼料設計を行なうことが望ましい。

飼料用米の主成分はデンプンであり、第一胃内でのデンプンの分解速度は穀類の中でも速く大麦とほぼ同程度であり、加工形態によっても分解速度は大きく異なる。一般にデンプン質飼料の多給はルーメンアシドーシスの原因となるため、一般的に利用可能な飼料用米の配合可能割合(飼料中乾物比で 25%)に基づき飼料給与を行なうことが、生産性や牛の健康への影響を小さくする上で重要である。また、一般的に利用可能と思われる飼料用米の配合水準であっても、トウモロコシから飼料用米に切り替える場合は牛の様子を観察しながら段階的に配合割合を変える必要がある。

乳牛へのタンパク質給与では、第一胃内での微生物タンパク質合成量を組み入れた代謝タンパク質への移行が進んでいる。第一胃内微生物の合成量を高めるためには、エネルギーやタンパク質(窒素)の分解パターンを同調させる必要がある。飼料用米のデンプンの第一胃内での分解速度が速いため、タ

ンパク質飼料においても分解速度が速いものを用いる必要があるが、加工形態や給与量によってもエネルギーやタンパク質の供給パターンが異なるため、飼料設計ソフトを用いてより精密な飼料設計を行なう必要がある。なお、日本飼養標準や日本標準飼料成分表には飼料用米の分解パラメータに関する記述がないため、本マニュアルのデータを用いて、飼料に含ませる有効分解性タンパク質の適正含量となるように飼料設計を行なう。

## (5) 乳牛への給与メニュー例

### ① 粳米の給与

この項では、デンプン源として粳米を飼料乾物当たり 25% 混合した泌乳牛(泌乳前期および泌乳中～後期)向け発酵 TMR を給与した試験事例を基に、安定的に泌乳牛を飼養できる粳米混合発酵 TMR メニューを紹介する。

## ア 泌乳前期

### (ア) 粳米 25% 配合(イネ WCS との併給)

分娩後 10 週程度までは、イネ WCS の乾物中の混合割合は 25% 以下に設定することが推奨されている。そこで、イネ WCS を適正給与範囲内で多給するという観点から、試験では、黄熟期のイネ WCS (品種「ホシアオバ」、水分含量 67.5%) を乾物当たり 25%、主なデンプン源としてデリカ社製飼料米破碎機(ローラクリアランス1mm)で破碎した粳米(品種「モミロマン」)を 25% 混合した TMR を、細断型ロールベアラを用いて発酵 TMR に調製し(自給飼料 TMR 区)、分娩 2 週間前から分娩後 10 週まで給与した。

なお、対照区(輸入飼料 TMR 区)は、チモシー乾草をイネ WCS と同じ割合で、また、圧ぺんトウモロコシと圧ぺん大麦を合計で粳米と同じ割合で混合した(表4-8)。

分娩前後の給与飼料の構成を図4-7に示した。各区において、乾乳後期の養分充足と分娩後の飼料増給にルーメン環境を順応させるために、分娩予定日の 2 週間前から発酵 TMR を乾物で給与飼料中の 35% 相当量を給与し、分娩予定日 1 週間前からは 50% に増給した。分娩までの乾物給与量は体重の 2% 相当量に設定した。一方、分娩後は、図4-7を目安に、発酵 TMR の給与割合および給与量を漸増し、概ね分娩後 10 日を目途に発酵 TMR の自由採食としている。なお、供試牛はフリーストールでの群飼とし、飼料はドアフィーダを用いて

表4-8 TMR の構成および飼料成分値

|                    | 輸入飼料<br>TMR区 | 自給飼料<br>TMR区 |
|--------------------|--------------|--------------|
| 乾物混合割合(%)          |              |              |
| チモシー乾草             | 25.0         | —            |
| イネWCS              | —            | 25.0         |
| イ列アンライグラスサイレージ     | 10.0         | 10.0         |
| 圧ぺんトウモロコシ          | 15.0         | —            |
| 圧ぺん大麦              | 10.0         | —            |
| 飼料用粳米(破碎)          | —            | 25.0         |
| ビール粕               | 10.0         | 10.0         |
| 豆腐粕                | 10.0         | 10.0         |
| その他 <sup>1)</sup>  | 20.0         | 20.0         |
| 加水                 | 有            | 無            |
| 飼料成分 <sup>2)</sup> |              |              |
| 乾物(%)              | 57.2         | 57.0         |
| CP                 | 14.9         | 14.7         |
| EE                 | 4.0          | 3.8          |
| NDFom (乾物中%)       | 42.5         | 37.4         |
| NFC                | 32.8         | 38.3         |
| TDN                | 73.7         | 72.0         |

<sup>1)</sup> その他には、フスマ、大豆粕、ビートパルプ、糖蜜、ビタミンミネラルが含まれる

<sup>2)</sup> 日本標準飼料成分表(2009)による設計値

個別給与とした。また、搾乳は1日2回、ミルクングパーラで行った。

|                 | 分娩14日前 | 分娩7日前 | 分娩日   | 分娩1日後 | 3日後   | 5日後   | 7日後   | 9日後   | 11日後   |
|-----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 乾物給与量/体重        | 2.0%   | 2.0%  | 2.3%  | 2.4%  | 2.6%  | 2.7%  | 2.9%  | 3.1%  | 3.2%   |
| 給与割合(乾物%)       |        |       |       |       |       |       |       |       |        |
| チモシー乾草またはイネWCS  | 32.5%  | 25.0% | 25.0% | 17.5% | 10.0% | 7.5%  | 5.0%  | 2.5%  | 0.0%   |
| イタリアンサイレージライグラス | 32.5%  | 25.0% | 25.0% | 17.5% | 10.0% | 7.5%  | 5.0%  | 2.5%  | 0.0%   |
| 発酵TMR           | 35.0%  | 50.0% | 50.0% | 65.0% | 80.0% | 85.0% | 90.0% | 95.0% | 100.0% |
| 粗飼料割合           | 77.3%  | 67.5% | 67.5% | 57.8% | 48.0% | 44.8% | 41.5% | 38.3% | 35.0%  |

図4-7 分娩前後の給与設定

分娩後10週間の乾物摂取量の推移を図4-8にまとめた。自給飼料TMR区の乾物摂取量および乾物体重比は、分娩後の各週次で輸入飼料TMR区と差がなく推移し、乾物摂取量/体重比は分娩後4週目以降から3.5以上を、8週目以降からは4.0以上を確保できており、泌乳前期において、自給飼料TMRの採食性は高く、輸入飼料TMRと同等の結果が得られている。

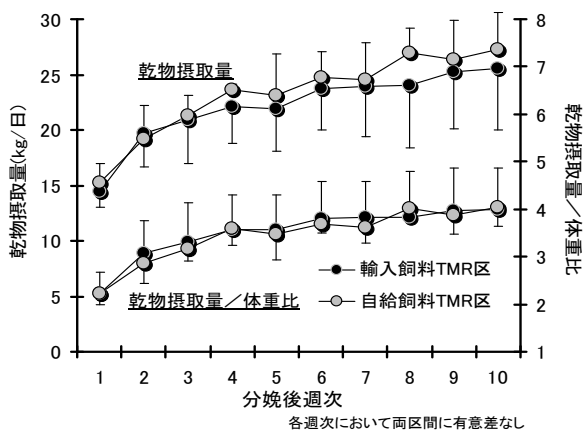


図4-8 乾物摂取量の推移

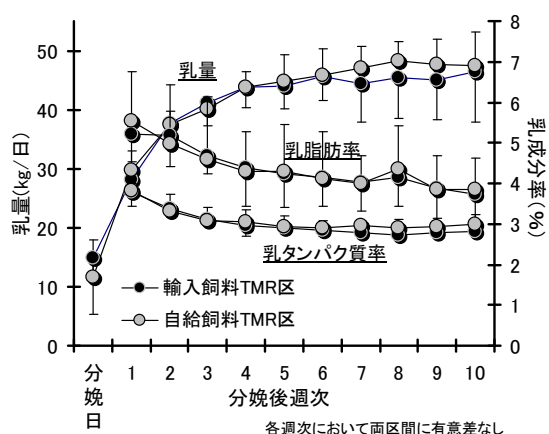


図4-9 乳生産の推移

分娩後10週間の乳量、乳脂肪率および乳タンパク質率の推移を図4-9にまとめた。自給飼料TMR区の日乳量は、分娩後2~3週目で40kgを超過し、各週次において輸入飼料TMR区と差がなく増加しながら推移した。また、自給飼料TMR区の乳脂肪率および乳タンパク質率は、分娩後、低下しながら推移するが、その傾向は輸入飼料TMR区と同等であり、分娩後の各週次において差はなく、自給飼料TMR給与による泌乳前期の乳生産は、輸入飼料TMR給与と同等の結果が得られている。また、両TMR区において、分娩後10週間の飼料摂取量や乳生産に差はなく、第一胃内溶液性状や血液性状も正常値の範囲内にあった。なお、粳米はトウモロコシや大麦よりもTDN含量が低いことから、重量ベースで粳米をトウモロコシや大麦と代替した場合、自給飼料TMR区のTDN含量は低く設定される。そのため、粳米を利用する場合は家畜の反応(採食性や乳生産)を観察した上で、必要に応じて給与飼料を見直し、栄養価の補正等や新たに飼料設計を行うことが重要である。

(参考資料)

- 1) 山本泰也ら(2011)トウモロコシと大麦を飼料用粳米に代替した発酵TMRの給与が泌乳前期牛の乳生産に及ぼす影響. 日草誌 57(別): 78.

## イ 泌乳中～後期

### (ア) 粳米 25% 配合 (イネ WCS との併給)

イネ WCS は多くの NFC を含み、粗飼料価指数 (RVI) の大きな粗飼料であり、牧草とは異なる特徴を有する。ここでは、主な粗飼料源として黄熟期に収穫したイネ WCS を乾物で 25% 混合する発酵 TMR のデンプン源に粳米を用いた事例を紹介する。試験では、発酵 TMR のデンプン源に飼料乾物当たりトウモロコシを 15%、大麦を 10% 混合する対照区に対し、トウモロコシおよび大麦の全量代替に破碎 (5mm メッシュを通過) または蒸気圧ペン処理した「ホシアオバ」の粳米を各々 25% 混合する発酵 TMR を給与した (表 4-9)。

試験の結果 (表 4-10)、粳米を給与した場合の乾物摂取量は 23.6~23.9kg/日 で、破碎または蒸気圧ペン処理した粳米をトウモロコシおよび大麦と全量を代替しても同等の成績が得られた。泌乳成績では、粳米を給与した場合の乳量は 36.0~37.1kg/日、乳脂肪率は 3.82~3.95%、無脂固形分率は 8.51~8.57% で、対照区と同等の結果であった。また、第一胃内溶液性状や血中尿素窒素 (BUN) に試験区による違いはなく、トウモロコシや大麦の代替として破碎または蒸気圧ペン処理粳米を給与しても第一胃内発酵やタンパク質の利用性に影響は認められなかった。繊維性炭水化物と非繊維性炭水化物の発酵のバランスを表す指標である酢酸とプロピオン酸比は、各区とも 3 を超えており、酢酸発酵が優先し、ルーメン内発酵が安定しており、ルーメンアシドーシスの危険性は低いと考えられた。

表 4-9 TMR の構成および飼料成分値

|                    | 対照区  | 破碎区および<br>蒸気圧ペン区 |
|--------------------|------|------------------|
| 乾物混合割合 (%)         |      |                  |
| イネ WCS             | 25.0 | 25.0             |
| イネアンライグラスサイレージ     | 10.0 | 10.0             |
| 圧ペントウモロコシ          | 15.0 | —                |
| 圧ペン大麦              | 10.0 | —                |
| 粳米                 | —    | 25.0             |
| ビール粕               | 10.0 | 10.0             |
| 豆腐粕                | 10.0 | 10.0             |
| その他 <sup>1)</sup>  | 20.0 | 20.0             |
| 飼料成分 <sup>2)</sup> |      |                  |
| CP                 | 15.6 | 14.9             |
| EE                 | 4.7  | 4.5              |
| NDFom              | 37.8 | 37.8             |
| NFC                | 34.1 | 33.9             |
| TDN                | 74.0 | 71.0             |

<sup>1)</sup> その他には、フスマ、大豆粕、ビートパルプ、糖蜜、ビタミン、ミネラルが含まれる

<sup>2)</sup> 日本標準飼料成分表 (2009) による設計値

表 4-10 飼養成績

|                           | 対照区  | 破碎区  | 蒸気<br>圧ペン区 |
|---------------------------|------|------|------------|
| 供試頭数                      | 6    | 6    | 6          |
| 体重 (kg)                   | 691  | 681  | 688        |
| 乾物摂取量 (kg/日)              | 23.7 | 23.9 | 23.6       |
| 乳量 (kg/日)                 | 38.1 | 36.0 | 37.1       |
| 乳脂肪率 (%)                  | 3.76 | 3.95 | 3.82       |
| 乳タンパク質率 (%)               | 3.17 | 3.10 | 3.18       |
| 無脂固形分率 (%)                | 8.63 | 8.51 | 8.57       |
| MUN (mg/dl) <sup>1)</sup> | 14.4 | 14.8 | 15.5       |

### (イ) ソフトグレインサイレージおよび蒸気圧ペン粳米を配合飼料の一部と代替

泌乳中期牛に対し、黄熟期収穫の粳米 (品種「ふくひびき」) をソフトグレインサイレージ (SGS) にして配合飼料中に TDN 換算で 15% および 30% 混合した発酵 TMR を給与する区 (SGS15% および

SGS30%区)と、蒸気圧ぺん粃米を配合飼料中に 15%混合し粗飼料と濃厚飼料を分離給与する区(圧ぺん区)を設け給与試験を行った。なお、対照区として市販配合飼料のみを濃厚飼料源とし分離給与する区を設けた(表4-11)。

試験の結果(表4-12)、乳量は各処理区とも同等の値であった。SGS30%区では MUN や BUN が高い値であったが、これは SGS30%区の体重当たり乾物摂取量が他の区より高い傾向にあったことから、給餌方法の違い(SGS15%および 30%区は発酵 TMR、圧ぺん区と対照区は分離給与)が影響したものと考えられる。なお、これらの値は全て正常値の範囲内であった。第一胃内容液性状も正常値の範囲内で、健康状態も良好であったことから、TDN 換算で配合飼料の 30%(飼料乾物当たり 16.4%)を SGS に置き換えて給与可能であることが示された。

表4-11 TMRの構成と成分組成

| 飼料名         | SGS15%区 | SGS30%区 | 圧ぺん区 | 対照区  |
|-------------|---------|---------|------|------|
| 給餌方法        | 発酵TMR   | 発酵TMR   | 分離給与 | 分離給与 |
| 飼料構成(乾物%)   |         |         |      |      |
| グラスサイレージ    | 17.3    | 17.2    | 17.7 | 17.4 |
| トウモロコシサイレージ | 15.6    | 15.6    | 16.0 | 15.7 |
| アルファルファ乾草   | 11.4    | 11.4    | 11.7 | 11.4 |
| 配合飼料        | 44.3    | 33.2    | 39.7 | 55.5 |
| 粃米サイレージ     | 8.4     | 16.4    | -    | -    |
| 蒸気圧ぺん粃米     | -       | -       | 11.2 | -    |
| 大豆粕         | 3.0     | 6.3     | 3.9  | -    |
| 飼料成分(乾物中%)  |         |         |      |      |
| 粗タンパク質      | 16.0    | 16.2    | 15.9 | 15.9 |
| NDF         | 30.3    | 30.3    | 30.7 | 30.3 |
| NFC         | 35.5    | 37.1    | 36.0 | 33.9 |
| TDN         | 74.1    | 74.2    | 72.9 | 73.9 |

表4-12 泌乳牛の飼養試験成績

| 項目                 | SGS15%区 | SGS30%区 | 圧ぺん区    | 対照区      |
|--------------------|---------|---------|---------|----------|
| 乾物摂取量(体重当たり%/日)    | 3.44    | 3.77    | 3.41    | 3.29     |
| 乳量(kg/日)           | 26.4    | 27.1    | 27.5    | 25.9     |
| 乳成分                |         |         |         |          |
| 乳脂肪率(%)            | 4.2     | 4.5     | 3.8     | 3.7      |
| 乳タンパク質率(%)         | 3.6     | 3.6     | 3.5     | 3.5      |
| 乳糖(%)              | 4.7     | 4.4     | 4.5     | 4.6      |
| 無脂固形分(%)           | 9.1     | 9.0     | 9.1     | 9.1      |
| 乳中尿素窒素(MUN:mg/dL)  | 13.2 ab | 14.3 a  | 11.6 ab | 10.4 b   |
| 第一胃内溶液性状           |         |         |         |          |
| pH                 | 6.5     | 6.7     | 6.9     | 6.8      |
| 血液性状               |         |         |         |          |
| ヘマトクリット(%)         | 30.5    | 29.8    | 30.8    | 30.5     |
| 総コレステロール(mg/dL)    | 174.4   | 180.2   | 186.6   | 187.4    |
| グルコース(mg/dL)       | 54 b    | 56.4 ab | 60.2 a  | 59.3 ab  |
| 血中尿素窒素(BUN:mg/dL)  | 16.4 ab | 17.9 a  | 15.9 ab | 13.8 b   |
| ビタミンE( $\mu$ g/dL) | 107.3 b | 111.1 b | 154.7 a | 134.2 ab |

注)各項目毎に異符号を付けた数値間に5%水準の有意差あり。



## ②玄米の給与

玄米は籾殻が外れているため、粳米と比較して繊維含量は低く、CP、NFE および TDN 含量は高く、トウモロコシ穀実に近い値であるため、トウモロコシとの代替利用が容易である。しかし、粳米と同様に破碎や蒸気圧ぺんなどの加工をしなければ牛の消化性は低い。

ここでは、泌乳牛(泌乳前期および泌乳中～後期)向け発酵 TMR 中に、デンプン源として玄米を飼料乾物当たり 25%混合し給与した飼養試験事例の他、飼料中の配合飼料の一部を玄米に置き換えた給与メニュー例について紹介する。

### ア 泌乳前期

#### (ア)玄米 25%配合(イネ WCS との併給)

試験区として、(5)－①－ア(ア)の粳米試験同様の飼料構成となる“輸入飼料 TMR 区”と、そのチモシー乾草をイネ WCS(品種「なつあおば」)に、圧ぺんトウモロコシ+圧ぺん大麦を玄米(品種「北陸 193 号」)に代替した“自給飼料 TMR 区”を設定し、初産牛 6 頭を 3 頭ずつ 2 群に分けて、両群に分娩予定日の 10 日前から分娩後 10 週目まで給与した。試験に用いたイネ WCS は黄熟期に汎用型飼料収穫機で収穫調製し、玄米はデリカ社製飼料米破碎機で破碎処理して用いた。TMR は表4-13に示す飼料構成で乾物率が約 60%になるよう加水、混合し、細断型ロールペーラを用いて発酵 TMR に調製した。分娩前後の飼料給与設定は、初産牛を用いたことから、乾物摂取量/体重比の値を 0.2 高める形で、分娩予定日の 10 日前から給与を開始した。概ね分娩後 10 日以降に発酵 TMR の自由採食とした。なお、供試牛は繋留し、1 日 2 回搾乳を行った。

表4-13 TMR の構成および飼料成分値

|                    | 輸入飼料<br>TMR区 | 自給飼料<br>TMR区 |
|--------------------|--------------|--------------|
| 乾物混合割合(%)          |              |              |
| チモシー乾草             | 25.0         | —            |
| イネWCS              | —            | 25.0         |
| イタリアライグラスサイレージ     | 10.0         | 10.0         |
| 圧ぺんトウモロコシ          | 15.0         | —            |
| 圧ぺん大麦              | 10.0         | —            |
| 飼料用玄米(破碎)          | —            | 25.0         |
| ビール粕               | 10.0         | 10.0         |
| 豆腐粕                | 10.0         | 10.0         |
| その他 <sup>1)</sup>  | 20.0         | 20.0         |
| 飼料成分 <sup>2)</sup> |              |              |
| 乾物(%)              | 58.7         | 59.3         |
| CP                 | 15.6         | 15.3         |
| EE                 | 4.7          | 4.6          |
| NDFom (乾物中%)       | 37.8         | 35.0         |
| NFC                | 34.1         | 37.0         |
| TDN                | 74.0         | 75.3         |

<sup>1)</sup>その他には、フスマ、大豆粕、ビートパルプ、糖蜜、ビタミンミネラルが含まれる

<sup>2)</sup>日本標準飼料成分表(2009)による設計値

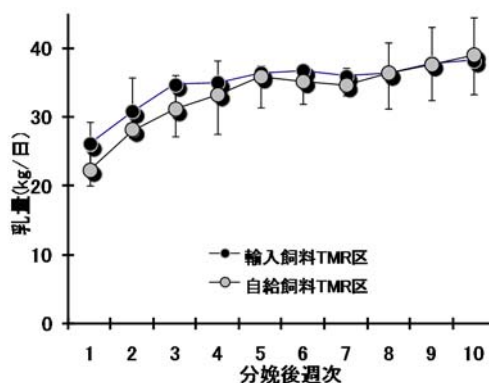


図4-10 分産後の乳量の推移

試験の結果(図4-10、表4-14)、自給飼料 TMR 区の乳量は輸入飼料 TMR 区と同等に推移し、処理区間に有意差は認められなかった。また、10 週間の乳量、乾物摂取量、乳成分率のいずれの項目においても輸入飼料 TMR 区と自給飼料 TMR 区の間には差はなく、同等の結果が得られている。一方、ルーメン液、血液性状については、血漿中の総コレステロール(T-CHO)濃度で輸入飼料 TMR 区(236mg/dl)に比べ、自給飼料 TMR 区(156mg/dl)が低い値を示したが、その他の項目においては、処理区間差は認められなかった。

表4-14 分娩後 10 週間の飼養成績

|              | 輸入飼料 | 自給飼料 |
|--------------|------|------|
|              | TMR区 | TMR区 |
| 乾物摂取量 (kg/日) | 21.2 | 20.9 |
| 体重 (kg)      | 618  | 565  |
| 乳量 (kg/日)    | 34.9 | 33.4 |
| 乳成分          |      |      |
| 乳脂率 (%)      | 4.11 | 4.34 |
| 乳タンパク質率 (%)  | 2.97 | 3.14 |
| 無脂固形分率 (%)   | 8.54 | 8.76 |
| MUN (mg/dl)  | 10.3 | 8.0  |
| 体細胞数 (千個/ml) | 68   | 43   |

(参考資料)

- 1) 関誠ら(2011)トウモロコシと大麦を飼料用玄米に代替した発酵 TMR の給与が泌乳前期の乳生産に及ぼす影響. 日草誌 57(別): 79.

## イ 泌乳中～後期

### (ア) 玄米 25%配合(イネ WCS との併給)

(5) - ① - イ (ア) の粳米試験と同様、発酵 TMR のデンプン源に飼料乾物当たりトウモロコシを 15%、大麦を 10% 混合する対照区に対し、トウモロコシおよび大麦の代替に破碎(デリカ社製飼料米破碎機、ローラクリアランスを 1mm に設定)または蒸気圧ぺん処理した玄米(品種「北陸 193 号」)を各々 25% 混合する発酵 TMR を泌乳中期～後期の泌乳牛に給与した(表4-15)。

表4-15 TMR の飼料構成と飼料成分値

|                    | 対照区  | 破碎区および蒸気圧ぺん区 |
|--------------------|------|--------------|
| 乾物混合割合 (%)         |      |              |
| イネWCS              | 25.0 | 25.0         |
| イタライグラスサイージ        | 10.0 | 10.0         |
| 圧ぺんトウモロコシ          | 15.0 | —            |
| 圧ぺん大麦              | 10.0 | —            |
| 玄米                 | —    | 25.0         |
| ビール粕               | 10.0 | 10.0         |
| 豆腐粕                | 10.0 | 10.0         |
| その他 <sup>1)</sup>  | 20.0 | 20.0         |
| 飼料成分 <sup>2)</sup> |      |              |
| CP                 | 15.6 | 15.3         |
| EE                 | 4.7  | 4.6          |
| NDFom              | 37.8 | 35.0         |
| NFC                | 34.1 | 37.4         |
| TDN                | 74.0 | 75.3         |

<sup>1)</sup> その他には、フスマ、大豆粕、ビートパルプ、糖蜜、ビタミン、ミネラルが含まれる

<sup>2)</sup> 日本標準飼料成分表(2009)による設計値

表4-16 飼養成績

|                          | 対照区  | 破碎区  | 蒸気圧ぺん区 |
|--------------------------|------|------|--------|
| 供試頭数                     | 3    | 3    | 3      |
| 体重(kg)                   | 696  | 692  | 694    |
| 乾物摂取量(kg/日)              | 25.1 | 26.1 | 24.3   |
| 乳量(kg/日)                 | 40.7 | 41.0 | 42.5   |
| 乳脂肪率 (%)                 | 3.97 | 3.91 | 3.78   |
| 乳タンパク質率 (%)              | 3.41 | 3.36 | 3.36   |
| 無脂固形分率 (%)               | 8.93 | 8.84 | 8.84   |
| MUN(mg/dl) <sup>1)</sup> | 12.4 | 10.6 | 11.2   |

試験の結果(表4-16)、玄米を給与した場合の乾物摂取量は24.3~26.1kg/日で、トウモロコシおよび大麦を破砕または蒸気圧ぺん処理した玄米で全量代替しても同等の成績が得られた。また、泌乳成績にも飼料用米給与による違いはなく、第一胃内容液性状もいずれも正常値の範囲内であった。以上のことから、粳米と同様に、玄米も飼料乾物中に25%混合しても、トウモロコシや大麦を混合した場合と同等の乳生産が可能であることが示された。

### ③玄米を配合飼料の一部として給与

ここでは、粗飼料の主体をトウモロコシサイレージとし、配合飼料中に乾物で30%含まれる穀類(蒸気圧ぺんトウモロコシ+蒸気圧ぺん大麦)を玄米で代替した発酵TMR(表中、飼料用米TMR)を、泌乳中~後期牛に給与した場合の消化特性、飼養成績等について述べる。なお、比較対照としてCPとTDN含量を飼料用米TMRと同一にし、穀類に蒸気圧ぺんトウモロコシと蒸気圧ぺん大麦を使用した発酵TMR(表中、慣行TMR)を用いた。

給与飼料の構成を表4-17に示した。TMR原料に用いた飼料用米は、多収品種「ホシアオバ」、「クサホナミ」、「クサノホシ」と、食用品種の「ヒノヒカリ」ならびに2008年度選別Cに格付けされた「ヒノヒカリ」、「コシヒカリ」の玄米をブレンドし、蒸気圧ぺん処理したものである(写真4-2)。トウモロコシサイレージは黄熟期でサイレージ調製したものを乾物当たり27.1%使用した。イタリアンライグラスサイレージは1番草を出穂期で収穫しサイレージ調製したものを同2.0%使用した。

表4-17 給与飼料の構成と設計成分

| 飼料原料            | 飼料用米TMR | 慣行TMR |
|-----------------|---------|-------|
| 配合割合(乾物%)       |         |       |
| トウモロコシサイレージ     | 27.1    | 27.1  |
| イタリアンライグラスサイレージ | 2.0     | 2.0   |
| ヘイキューブ          | 11.0    | 11.0  |
| 飼料用米(玄米圧ぺん)     | 17.8    | -     |
| トウモロコシ(圧ぺん)     | -       | 13.7  |
| 大麦(圧ぺん)         | -       | 10.2  |
| ビートパルプ          | 11.1    | 8.8   |
| 豆腐粕(乾)          | 5.0     | 5.0   |
| 大豆粕             | 6.4     | 6.4   |
| フスマ             | 17.5    | 13.7  |
| 糖蜜              | 0.8     | 0.8   |
| ビタミン剤           | 0.2     | 0.2   |
| 炭酸カルシウム         | 0.9     | 0.9   |
| 食塩              | 0.2     | 0.2   |
| 設計成分値(乾物%)      |         |       |
| 粗タンパク質          | 15.3    | 15.3  |
| NDF             | 34.2    | 34.5  |
| NFC             | 38.4    | 39.6  |
| デンプン            | 21.0    | 25.2  |
| TDN             | 73.9    | 73.9  |

NDF:中性デタージェント繊維 NFC:非繊維性炭水化物  
TDN:可消化養分総量



写真4-2 蒸気圧ぺん処理した玄米

穀類を飼料用米で代替した発酵TMRを給与することで、乾物摂取量および乳量にわずかに低下する傾向にあったが統計的な差ではなかった。また、乳脂肪、乳タンパク質、無脂固形等各乳成分にも全く差がなく、第一胃内容液性状や血液性状は正常値の範囲内であった。このような飼料構成で穀類の全量を飼料用米で代替した場合は、乳生産性に大きな影響を及ぼすことはない判断できる。

飼料用米の生産・給与技術マニュアル〈2016年度版〉

平成29年3月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

お問い合わせ先

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

〒305-0901 茨城県つくば市観音台 3-1-1

<https://www.naro.affrc.go.jp/inquiry/index.html>

編集協力

農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究統括官（食料戦略、除染）室

〒100-8950 東京都千代田区霞ヶ関 1-2-1