

VIII 参考資料

1 飼料給与法

乳牛の能力は、遺伝的改良が進み飛躍的に向上し続けている。その能力を十分に発揮させるためには、乾乳、分娩、泌乳、受胎、育成という各ステージに応じた飼料給与を行い、健康に十分留意した飼養管理をすることが重要である。

1) 分娩前（乾乳期）の管理

《乾乳前期の管理》

乾乳前期(乾乳直後～分娩前4週)は、泌乳期に消耗した乳腺の細胞を休息・回復させる期間である。また、次の分娩に向けて第一胃内のコンディションを整える大事な時期である。この期間の養分要求量は高くはないので、過肥を防ぐためにも、粗飼料主体で飼養する。

乾乳開始前までに、体脂肪蓄積の目安となるボディコンディションスコア(BCS)が分娩時に3.5程度となるような飼養管理をしておく。乾乳期間中は3.5を維持することが望ましいが、無理に給餌制限はせずに十分に飼料(特に粗飼料)を給与することが好ましい。

表1 分娩前9～4週間の維持に加える1日当たりの養分量

雌牛の妊娠末期に胎児の発育に要する1日当たり養分量として、維持に加える養分量を示すと以下ようになる。

胎子の品種(胎子数)	出生時 体重 (kg)	乾物量 DMI (kg)	粗蛋白質 CP (g)	可消化 粗蛋白質 DCP (g)	可消化 養分総量 TDN (kg)	可消化 エネルギー DE (Mcal)	代謝エネルギー ME		カルシウム Ca (g)	リン P (g)	ビタミンA (1000IU)	ビタミンD (1000IU)
							(Mcal)	(MJ)				
初産:乳用種(単胎)	42	1.94	364	218	1.23	5.45	4.43	18.50	13.6	6.2	20.2	2.4
経産:乳用種(単胎)	46	2.13	398	239	1.34	5.92	4.85	20.31	13.6	6.2	20.2	2.4
肉用種(単胎)	30	1.45	221	133	0.91	4.02	3.30	13.80	9.5	4.4	20.2	2.4
肉用種(双胎)	48	2.29	335	201	1.44	6.37	5.22	21.86	15.0	6.9	20.2	2.4
交雑種(単胎)	35.6	1.70	250	150	1.07	4.73	3.88	16.23	11.6	5.3	20.2	2.4

注1) カルシウム、リンおよびビタミンは母牛の体重によって必要な養分量が異なる。ここでは母牛の妊娠時体重を600kgとした。

注2) 交雑種: ホルスタイン種と黒毛和種の交雑種

《乾乳後期の管理》

乾乳後期(分娩前3週～分娩、クローズアップ期)は、胎児の成長が著しく泌乳期飼料への馴致が必要な期間である。分娩が近づくにつれ養分要求量は増加するが、胎子によりルーメンが圧迫されるため、乾物摂取量(DMI)が低下しやすく、ケトosisや脂肪肝などの代謝障害を引き起こしやすくなる。そのため、この期間では段階的に栄養水準を高め、

DMI の減少による養分摂取不足を補う必要がある。

乾乳後期には、飼料中のミネラルバランスにも注意する必要がある。特に飼料中のカリウム (K) 含量が 3 % を超えると乳牛のマグネシウムやカルシウムの利用率が低下するため、分娩直後に乳熱 (低カルシウム血症) になりやすく、食欲減退や起立不能などに陥りやすい。特にふん尿を多量に施用した圃場では、生産物中の K 含量の把握と給与量の制限が必要となる。輸入粗飼料においても近年、K 含量の高いものも多数在庫しているため、ミネラルバランスの確保に十分注意する必要がある。

稲発酵粗飼料は、他の自給粗飼料に比べ K 含量が少ないことから、この時期に給与する粗飼料としての利点がある。稲発酵粗飼料を利用する場合には、分娩前 4 週程度から馴致させ、分娩前 2 週からは NDF を補うため他のイネ科牧草と併給すると良い。

その他、分娩前 3 週のビタミン D 補給や分娩直後の Ca 剤の投与、そして十分な運動スペースの確保が、乳熱の予防に効果的である。

表 2 分娩前 3 週間の維持に加える 1 日当たりの養分量

胎子の品種 (胎子数)	出生時 体重 (kg)	乾物量 DMI (kg)	粗蛋白質 CP (g)	可消化 粗蛋白質 DCP (g)	可消化 養分総量 TDN (kg)	可消化 エネルギー DE (Mcal)	代謝エネルギー ME		カルシウム Ca (g)	リン P (g)	ビタミン A (1000IU)	ビタミン D (1000IU)
							(Mcal)	(MJ)				
初産: 乳用種 (単胎)	42	2.44	485	291	1.63	7.21	5.91	24.72	18.2	8.3	20.2	2.4
経産: 乳用種 (単胎)	46	2.67	531	319	1.79	7.89	6.47	27.08	18.2	8.3	20.2	2.4
肉用種 (単胎)	30	1.82	289	173	1.22	5.36	4.40	18.40	12.7	5.8	20.2	2.4
肉用種 (双胎)	48	2.88	437	262	1.93	8.49	6.70	29.15	20.0	9.2	20.2	2.4
交雑種 (単胎)	35.6	2.14	327	196	1.43	6.31	5.17	21.65	15.5	7.1	20.2	2.4

注 1) カルシウム、リンおよびビタミンは母牛の体重によって必要な養分量が異なる。ここでは母牛の妊娠時体重を 600kg とした。

注 2) 交雑種: ホルスタイン種と黒毛和種の交雑種

《泌乳平準化と乾乳期短縮》

北海道酪農検定検査協会の牛群検定記録の解析によると、1990 年代前半までの乳量向上には泌乳ピーク時乳量の増加が主として貢献していたが、1993 年頃から泌乳中後期乳量の増加、すなわち泌乳持続性が向上し乳生産能力の向上に寄与するようになってきた。

泌乳持続性と乳牛の健全性に関して、泌乳曲線が平準化した牛では乳房炎が少ないとする報告もあり、長命性が高いといわれている。

乾乳については、従来より 50~60 日前後を目安として行うよう推奨されてきた。しかし近年、乾乳期間 40~50 日の乳牛の次産時乳生産量が最も多いという結果も出てきており、特に泌乳持続性の高い乳牛では乾乳期を短縮して搾乳期間を延長した場合の一乳期乳生産量の増加効果が大きいと考えられている。泌乳持続性の高い乳牛では、分娩間隔の延長に対して搾乳期間の延長によってこの損失を回避することが可能である。

2) 分娩後の管理

乳牛は分娩直後に急速に乳量を増やし、約4～5週でピークを迎えるものが多い。しかし乾物摂取量はそれより遅い8～10週にピークを迎える。この間、乳牛の体内ではエネルギーバランスが負の状態となるため、約3～4週目をピークとして体重が減少する。分娩直後のレベルに回復するのに約10週間程度かかることが多い。乳熱、ケトosis、胎盤停滞、第四胃変位等の疾病の大多数は分娩後2週間で発症するとされている。

また現在の乳牛は、産乳能力の改良が著しく進んだ結果、多くの場合摂取したエネルギー以上に乳生産をしてしまう。特に泌乳初期では乾物摂取量に限界があるため、不足分を体脂肪や筋肉から動員し、それが急速な場合には脂肪肝、ケトosis等の代謝障害や繁殖障害を引き起こす要因となる。特に高泌乳牛では、この負のエネルギーバランスが長く続いてしまうため、飼料給与を含めた管理上十分な注意が必要である。

これまでの栄養管理に関する研究では、乳量の高い群ほど分娩後の子宮回復、初回排卵、発情回帰日数が遅れる傾向であった。栄養充足度の比較では、乳量が高く栄養充足度が低いほど初回排卵が遅くなり、明瞭な発情兆候を伴った発情回帰が遅れる傾向を示した。したがって、この時期に重要なことは、いかに無理なく乾物摂取量を高めることができるかである。分娩後に栄養濃度の高い飼料への切り替えと十分な乾物摂取量の確保を行うためには、乾乳期については育成期に第一胃の容積、面積(絨毛の成長)、消化・吸収能力を高める飼養管理を行うことが重要となり、分娩後ではいかに第一胃の恒常性を保ちつつ給与量を増やすことができるかがポイントとなる。

近年大幅に利用者の増えた TMR 給餌は、選び食いの防止も含めて有効な手段の一つである。分娩後直ちに泌乳初期用の TMR を給与することが望ましいが、乾物摂取量の確保が困難であるため、NDF 水準に注意した上で濃厚飼料を増し飼いするなど、十分な手間をかけることが必要である。また、分離給与方式の場合は、粗飼料を細断したり、給餌回数を増やすなどの工夫が必要であり、濃厚飼料は分娩後2～3日毎に1kg増加させ、最大給与量は1日15kgを目途とする。いずれの給餌方式においても、数回に分けてより新鮮な餌を給与することが管理上最も重要である。

日乳量が45kgを超える高泌乳牛の分娩直後から泌乳中期までの飼養管理では、乾物摂取量の確保に加え、飼料中のエネルギーと蛋白質量のバランスに配慮する必要がある。これらの牛では養分要求量を充足するにはかなりの飼料摂取量が必要となり、体重650kgの牛の場合、乾物中のTDN含量が73%前後では、体重比で4.6～4.7%の乾物摂取量が要求され、同じく77%前後の飼料でも体重比4.4～4.5%のDMIが必要となる。しかし、一般的な牛では体重の4%程度が限界であるため、多回給与や飼槽への掃き寄せにより牛の採食行動を刺激する。また、濃厚飼料を給与する前に粗飼料を給与することで、DMI低下の要因となるルーメンアシドーシスを防止する効果がある。

また、要求量の充足には飼料中のエネルギー含量を増やす必要がある。綿実や脂肪酸カ

ルシウムなどはエネルギー含量を高めるために有用であるが、多給すると第一胃内の微生物の働きを抑制したり、嗜好性が落ちるため、繊維成分の下限を維持しつつバランスよく栄養濃度を上げるべきである。蛋白質含量についても同様であるが、エネルギー含量とのバランスや、第一胃内での分解特性についても考慮する必要がある。特に、第一胃内での分解が早い蛋白質が多かったり、同様に分解され利用されるデンプンの含量が低い場合などに、アンモニアが大量に発生し肝機能に悪影響を及ぼすことにつながる。

表3 非妊娠雌牛の維持に要する1日当たりの養分量

成雌牛の維持に要する1日当たりの養分量を示すと以下のようになる。

体重 (kg)	乾物量 DMI (kg)	粗蛋白質 CP (g)	可消化 粗蛋白質 DCP (g)	可消化 養分総量 TDN (kg)	可消化 エネルギー DE (Mcal)	代謝エネルギー ME		カルシウム Ca (g)	リン P (g)	ビタミンA (1000IU)	ビタミンD (1000IU)
						(Mcal)	(MJ)				
350	6.0	365	219	2.60	11.48	9.41	39.38	14	10	14.8	2.1
400	6.8	404	242	2.88	12.69	10.40	43.52	16	11	17.0	2.4
450	7.7	441	265	3.14	13.86	11.36	47.54	18	13	19.1	2.7
500	8.5	478	287	3.40	15.00	12.30	51.45	20	14	21.2	3.0
550	9.4	513	308	3.65	16.11	13.21	55.26	22	16	23.3	3.3
600	10.2	548	329	3.90	17.19	14.10	58.99	24	17	25.4	3.6
650	11.1	581	349	4.14	18.26	14.97	62.64	26	19	27.6	3.9
700	11.9	615	369	4.38	19.30	15.83	66.22	28	20	29.7	4.2
750	12.8	647	388	4.61	20.33	16.67	69.74	30	21	31.8	4.5
800	13.6	679	408	4.84	21.33	17.49	73.20	32	23	33.9	4.8

注1) 産次による維持に要する養分量の補正（泌乳牛のみを対象とする。）

初産分娩までは、成雌牛の維持に要する養分量の代わりに、育成に要する養分量を適用する。初産分娩から二産分娩までの維持要求量は、増体を考慮し成雌牛の維持の要求量の130%、また、二産分娩から三産までは115%の値を適用する。ただし、ビタミンAとDについてはこの補正は行わない。

注2) ここでいう維持のエネルギー要求量は泌乳牛用の飼料を想定して算出しており、乾乳牛(妊娠末期のものを除く)に対して用いる場合は、給与飼料の代謝率の違いによる代謝エネルギーの利用効率の低下を考慮し、エネルギーについてのみここで示した要求量の110%の値を用いる。乾物量は体重の1.7%摂取するものとして算出した。

表4 産乳に要する養分量（生乳1kg生産当たり）

牛乳1kg生産するのに必要な養分量を示すと以下のようになる。

乳脂率 (%)	粗蛋白質 CP (g)	可消化 粗蛋白質 DCP (g)	可消化 養分総量 TDN (kg)	可消化 エネルギー DE (Mcal)	代謝エネルギー ME		カルシウム Ca (g)	リン P (g)	ビタミンA (1000IU)
					(Mcal)	(MJ)			
2.8	64	41	0.28	1.23	1.01	4.21	2.6	1.5	1.3
3.0	65	43	0.29	1.26	1.04	4.33	2.7	1.5	1.3
3.5	69	45	0.31	1.35	1.11	4.64	2.9	1.7	1.3
4.0	74	48	0.33	1.44	1.18	4.95	3.2	1.8	1.3
4.5	78	50	0.35	1.53	1.26	5.25	3.4	1.9	1.3
5.0	82	53	0.37	1.62	1.33	5.56	3.6	2.1	1.3
5.5	86	56	0.39	1.71	1.40	5.87	3.9	2.2	1.3
6.0	90	58	0.41	1.80	1.48	6.18	4.1	2.3	1.3

注1) 乳量15kgにつき、維持と産乳を加えた養分量を分離給与の場合は4%、TMR給与の場合は3.5%増給する。

注2) ビタミンDの産乳の要求量は、乳量にかかわらず体重1kg当たり4.0IUである。

【参考文献】

- 1 「飼料作物栽培基準」
茨城県農業総合センター（平成25年3月）
- 2 「日本飼養標準・乳牛（2017年版）」
（公社）中央畜産会（平成29年11月）

2 近年の研究成果から

本項では、主に乳用育成牛を対象に実施された近年の研究成果を紹介する。

1) 離乳期～育成期における水田作飼料（飼料用米・稲 WCS）の給与について

乳牛への水田作飼料を活用した優良後継牛の効率的な育成技術を確立するため、哺乳牛（～13 週齢）および育成中期牛（14～21 週齢）に給与する配合飼料中の 40%を飼料用米で、育成中期牛に給与する粗飼料（チモシー）を全量稲ホールクロップサイレージ（WCS）で代替給与し、発育成績に及ぼす影響について検討した。また、これらの試験で育成された乳牛について繁殖状況、産乳成績を調査した。

哺乳牛へのデンプン給与源としての飼料用米の給与は、粉碎玄米・圧ペン玄米を給与した区の日増体重がトウモロコシを給与した区を上回り、安定した発育が得られた（表 1）。

育成中期に粉碎玄米・圧ペン玄米を給与しても、日増体重はトウモロコシ区と同様であった（表 2）。

育成中期に稲 WCS を給与しても、日増体重はチモシー区と差はなく代替が可能であった（表 3）。

繁殖状況、産乳成績は飼料用米で育成してもトウモロコシと同等の成績が得られた。

以上の結果から、哺乳牛・育成中期牛に給与する配合飼料中のトウモロコシの 40%を飼料用米で代替しても日増体重などの発育に及ぼす影響がないこと、育成中期牛に給与する粗飼料を全量稲 WCS で代替しても発育に影響を及ぼさないことが示唆された。また、繁殖状況は飼料用米・稲 WCS とトウモロコシで差がなく、産乳成績は全国的な平均値を示した。

表 1 哺乳牛への玄米および粳米の給与効果

試験区	日増体重(kg/日) ～13週齢
トウモロコシ区(n=9)	0.71
粉碎玄米区(n=5)	0.87
圧ペン玄米区(n=4)	0.83

表 2 育成中期牛への玄米の給与効果

試験区	日増体重(kg/日) 14～21週齢
トウモロコシ区(n=12)	0.76
粉碎玄米区(n=12)	0.83
圧ペン玄米区(n=12)	0.73

表3 稲WCSの給与が育成中期牛の発育に及ぼす影響

試験区	日増体重(kg/日)
チモシー区(n=10)	0.95
稲WCS区(n=10)	1.01

【参考文献】

「水田作飼料を活用した優良乳用後継牛の効率的な育成技術の開発」
茨城県畜産センター 研究報告第48号（平成28年2月）

2) 育成期の粗飼料多給管理について

現在の高泌乳牛の多くは分娩直後から分娩後8～10週までの間、乳量の増加に対応し得る乾物摂取量の確保が困難な状況にある。この負のエネルギーバランスが続くことにより、代謝・繁殖障害に陥るリスクが高まり、死廃頭数が増える。この悪循環により、平均産次が低くなり、高能力牛の後継牛確保が難しい状況になる。

これに対する最も有効かつ根本的な解決に繋がる方法が、育成期の粗飼料多給管理による乾物摂取量の向上である。

配合飼料の給与量を減らして粗飼料多給型の高泌乳牛飼養体系を実現するには、給与飼料のエネルギー濃度低下を摂取量の増加で補うことが必要で、より多量の飼料摂取が可能な牛群を揃えることが必要となる。

このためには、育成段階から粗飼料を多給して第一胃の容積と機能の発達を促すような飼養管理を行うことが必要となる。

しかし、単なる粗飼料多給の育成管理では、初産授精前においては、受胎可能体重(350kg以上)に達するまでの期間が長くなり、牛群の更新に必要な育成牛の保有頭数の増加を招く。受胎から分娩までの期間では、分娩時体重の過小による分娩事故あるいは分娩後の乳生産性の低下を招くことから、避けるべきとされる。

また良質な輸入粗飼料は、近年価格の上昇だけでなく、取扱量自体が減少しており確保が困難である。

そこで、茨城、千葉、神奈川、愛知、石川、富山の6県による協定研究の成果により、低コストな自給粗飼料を活用した初産分娩月齢早期化技術が開発された。

この成果では、日増体量0.95kgに必要な養分量の80%を自給粗飼料（栄養価および消化性が高く全国的に栽培可能なイタリアンライグラスの一番草サイレージ；出穂期）を細断

して給与し、残りを育成期配合飼料で給与した。

初回授精までの育成前期牛(体重 200~350kg)では、第一胃容積が極めて小さい最初の2ヶ月間に粗飼料を食べきれない。日増体量は、目標値(0.95kg)までは難しいものの、0.86kg程度の極めて高い発育が可能である。目標とされる日増体量を得るためには、自給粗飼料の割合は70%程度が限界と考えられる。しかしながら、この時期に発育促進を目的として高エネルギー飼料の割合を増やすと、見かけ上の体重増加はみられるが、第一胃機能の発達は促進されず、分娩後の代謝障害のリスクを高める危険性がある。また、分娩後の乳生産性についても、大幅に低下させる危険性が高い。

受胎確認後の育成後期(体重 380kg~分娩前2ヶ月)では、自給粗飼料の給与割合を80%としても目標とする高度発育が可能である(日増体量 0.93kg)。この給与体系において、初産分娩月齢22ヶ月、分娩後体重540kg以上が可能であり、優良後継牛を低コストで健全に育成することができる。分娩時のボディコンディションスコアも、余分な脂肪をつけすぎることが無く、概ね3.5で迎えることができる。分娩後の乾物摂取量では、同時期に配合飼料を多給した牛群に比べ高まる傾向があり、消化管での繊維消化が高まっていると推察される。また、体重の回復や発情復帰も比較的早く、乳生産性は低下することなく、配合飼料を多給した牛群よりもやや多い傾向がみられる。

上述の成果で給与したイタリアンライグラスは、青刈り用トウモロコシの裏作で栽培されている場合が多くみられる。その場合、施肥量が不足すると栄養価が低下し、そのまま発育の低下に繋がる可能性がある。その他の自給飼料にも共通して言えることとして、給与前に大まかな栄養成分値は把握すべきであり、それは自給飼料多給技術の絶対的な前提条件である。また、その中で自給粗飼料を用いる上でのもう一つの注意事項として、硝酸態窒素濃度とカビ毒(マイコトキシン)がある。それぞれの中毒症状は、時として重篤なものもあり生産性を著しく低下させる。

硝酸態窒素については、上述の研究の中で、初回授精前の育成前期において卵巣機能の発達に負の影響を及ぼすと報告されており、繁殖管理の面でも注意すべき項目である。

粗飼料多給による育成管理は、トウモロコシサイレージや稲WCSなどその他の粗飼料に応用することは可能である。ただし、トウモロコシでは水分量が多いため同等の乾物摂取量を得ることは難しく、稲WCSでは消化性が低くなるため、どちらを給与する場合にも半量程度とし、残りは消化性の高いイネ科牧草を給与するとよい。また、イタリアンライグラスの場合、蛋白質の分解速度が非常に速いため上述の給与割合は、分娩前2ヶ月以降では行うべきではない。

表4 育成牛への粗飼料多給時の実用的給与量

月齢	体重 (kg)	体高 (cm)	目標乾物 摂取量 (kg/日)	給与量 (kg/日)			
				育成期 配合飼料	イタリアンライグラスの給与量 水分含量		
				40%	50%	60%	
6	200	108	4.9	1.1	6.6	7.9	9.8
7	230	112	5.4	1.2	7.2	8.7	10.9
8	260	116	5.9	1.3	7.9	9.5	11.9
9	290	120	6.9	1.5	9.2	11.0	13.8
10	320	122	7.5	1.7	9.9	11.9	14.9
11	350	124	8.0	1.8	10.7	12.8	16.0
12	370	126	8.5	1.9	11.4	13.7	17.1
13	400	128	9.1	2.0	12.1	14.5	18.2
14	430	130	9.6	2.1	12.9	15.4	19.3
15	460	132	10.2	2.3	13.6	16.3	20.4
16	490	133	10.7	2.4	14.3	17.2	21.5
17	520	134	11.3	2.5	15.0	18.0	22.6
18	550	135	11.8	2.6	15.8	18.9	23.7
19	580	136	12.4	2.7	16.5	19.8	24.7
20	610	137	12.9	2.9	17.2	20.7	25.8
21	630	138	13.5	3.0	18.0	21.5	26.9
22	540	139	14.0	3.1	18.7	22.4	28.0

注1) イタリアンライグラスの成分値は日本標準飼料成分表(2001年版)の値(TDN69.9%, CP11.3%)で試算。5~10cmに裁断して1日2回に分けて給与。個体差や水分率の影響はあるものの9~10ヶ月齢で完食する。

注2) 22ヶ月分娩の場合は、19ヶ月齢から分娩前の馴致飼料に切り替える。分娩前2ヶ月以降はイタリアンライグラスの多給は避ける。

注3) 自給粗飼料の水分率は、1ロール毎に測定。成分値は1ロットごとに測定する。

【参考文献】

「粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発(えさプロ)」
 農業・食品産業技術総合研究機構, 農林水産技術会議事務局
 平成21年度研究報告書(平成22年3月)

3 飼料用米給与技術

1) 乳牛

(1) 飼料用米の飼料特性

乳牛の生産性を向上させるためには、第一胃（ルーメン）内での微生物態タンパク質合成を高める必要があり、この合成量はデンプンなどの炭水化物とタンパク質の分解速度に影響を受ける。したがって、乳牛用飼料として、飼料用米を利用する場合、化学成分の他に、どのくらいルーメン内で分解されるか、またどれだけの速度で分解されるかといった分解特性を把握し、それに基づいた飼料設計を行う必要がある。

飼料用粳米は乾物中に粗タンパク質を約 6%、デンプンを約 66% 含み、粗タンパク含量はトウモロコシや小麦より低く、デンプン含量は同等である。飼料用粳米を蒸気圧ぺん、粗挽き、発芽処理しても粗タンパク質やデンプン含量は変化しない。一方、繊維含量は蒸気圧ぺん処理により若干低下する。飼料用米のルーメン内分解速度は、トウモロコシより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。粳米および玄米を乳牛に給与する際には、デンプンの利用効率を高めるため、蒸気圧ぺん、粉碎、粗挽き処理を施す必要がある。飼料用米の破砕処理及び貯蔵方法としては、成熟期に収穫した粳を乾燥処理して貯蔵し、給与時に給与時に破砕する方法と、水分が 30% 以下の粳米を破砕、水分調整、乳酸菌添加後に密封してサイレージとして貯蔵する方法がある。なお、本稿では 2mm 程度に破砕したものを「粉碎」とし、5mm 程度に粗く破砕したものを「粗挽き」と記載した。

飼料用米は通常、主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。飼料用米を未処理のまま乳牛に給与すると、維持量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、給与飼料全体の TDN 含量も設計値より低下する。一方、加工処理した飼料用米の可消化エネルギー(DE)および TDN 含量は日本標準飼料成分表 (2009) の「モミ米」「玄米」のそれらと近似し、加工処理による差も小さい。したがって、粳米、玄米にかかわらず、飼料用米を乳牛に給与する場合は何らかの物理的処理を施して消化性を高める必要がある。仮に未処理のまま乳牛に給与する場合、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、栄養価の過大評価につながるため注意する必要がある。

(2) 乾乳牛への給与

粗飼料主体で飼養する乾乳前期（乾乳～分娩前 4 週）では、粗タンパク質が不足がちになる。飼料用米の加工は、デンプンの分解性が向上することにより、飼料タンパク質が効率的に利用される点からも有益である。

クローズアップ期（乾乳後期：分娩前 3 週～分娩）には、乾物摂取量が低下するため給与飼料中の TDN 含量を高めて乾物摂取量の減少による養分不足を補う必要があり、飼料用米の利用に際しては、その利用形態による栄養価の把握が重要である。また、加工処理した飼料用米を給与する場合、未処理の飼料用米の給与と比べ、中性デタージェント繊維 (NDF) 消化率が低下する傾向にあり、特に玄米で顕著である。これはデンプン減衰^{注)}によるものと考えられ、加工処理した飼料用米の給与においては、単味での多給与に注意する必要がある。

乾乳期は胎児の発育、母体の休息、乳腺組織の再生、ルーメン絨毛の形成を促す時期である。飼料用粳米を加工処理して乾乳牛に給与する場合、ルーメン内溶液 pH の低下や乳酸生成が認められない。乾乳牛の飼料摂取レベルにおいては加工処理した飼料用米を、全飼料中の 40%（乾物当たり）用いた飼料を摂取してもルーメンアシドーシス発症の危険性は小さい。

(3) 泌乳牛への給与

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である。しかし、玄米のルーメン内分解速度はトウモロコシ穀実よりも速いため、乳牛に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。泌乳前期あるいは泌乳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とされている。

なお、飼料用米を飼料に混合・利用する場合には、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。

(4) 育成牛への給与

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が示唆されている。このため出生後の子牛に飼料用米（粳米）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。

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粳米や圧ぺん粳米を 40%程度含む人工乳を生後 4 日齢から給与できるが、粉碎粳米よりも嗜好性が高い蒸気圧ぺん粳米の給与が望ましい。なお、この時期の子牛はルーメン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、増飼料は日量 100g 以下にする必要がある。

② 離乳後（離乳から 21 週齢まで）

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ぺんトウモロコシに比べて速いとされることから、良質な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。

離乳後から 13 週齢までは、飼料用米を 40%程度配合した人工乳を、また 14～21 週齢までは飼料用米を 40%程度配合した育成用配合飼料を給与してもトウモロコシと同等の発育が得られる。

③ 育成期（約 29～38 週齢まで）

この時期の育成子牛は粗飼料の摂取量も高まり、ルーメン内発酵も安定することから、タンパク室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。

育成期では、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。しかし一般的な留意事項として、日増体量が 1kg を超えると初乳産量が低下させる報告がある。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製する必要がある。

【参考文献】

- 1) 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構編（2017）飼料用米の生産・給与技術マニュアル（2016 年度版）

2) 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構編 (2009) 日本標準飼料成分表 (2009 年版)

2) 肥育牛

(1) 収穫後の加工形態及び栄養的価値

①収穫後の加工形態

肥育牛に給与される飼料用米は、収穫後の処理方法により大きく分けて粳米と玄米の 2 つの形態がある。粳米は、脱穀した粳を乾燥したもので、貯蔵性や取扱いが容易になる。玄米は、粳米を粳摺りしたもので、調製までのコストが最も高くなるがキログラム当たりの栄養価値が高くなる。また、粳米よりも容積が少なくなる分、保管や流通上のメリットがあるものの、高温多湿時は変質しやすいため注意が必要である。

②栄養的価値

粳米は粳殻を含む分、粗繊維含量が高まり、その分栄養価(可消化養分総量；TDN)は低くなる(表 1)。玄米は、トウモロコシとほぼ同じ栄養成分であり、トウモロコシとの代替が可能である。

表 1 飼料用米の飼料成分と栄養価 (%)

飼料名	水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	TDN
粳米	13.7	10.3	2.5	70.9	10.0	6.3	78.8
玄米	13.8	9.2	2.7	85.5	1.0	1.6	94.3
トウモロコシ	13.5	9.2	4.4	82.9	2.0	1.5	92.3
大麦	11.8	12.0	2.4	78.0	5.0	2.6	84.1

※日本標準飼料成分表(2001 年版)から抜粋

(2) 肥育牛への給与

飼料用米を粳米又は玄米を粉碎加工、蒸気圧ぺん加工し、トウモロコシの 1/2 に相当する代替量で配合飼料中に 30%まで配合又は、TDN 換算で配合飼料の 25%程度を代替しても、ルーメンアシドーシスを引き起こすことはない。また、枝肉成績は、肉質的にも、枝肉重量的にもトウモロコシ主体の飼料と比較して同等の成績が得られる。

肥育牛に、粳米や玄米を未処理(丸粒)のまま給与すると、約 25~40%が未消化のまま排泄されてしまう。そのため、圧ぺんや粉碎等の物理的な加工処理をする必要がある。なお、粉碎粳米は 1 ヶ月程度で変敗するところがあるため注意が必要になる。2~3 週間毎に必要な量を粉碎し、給与するようにする。

(3) 牛肉の脂肪酸組成に及ぼす効果

近年、牛肉の美味しさには脂肪の質が重要であると言われている。脂質や脂肪酸は呈味性をもたないが、脂肪酸組成によって脂肪の融点に変化し、舌触りや口溶け、なめらかさ、コクなどの食味に影響する。一般的に、口溶けのいい牛肉を食べるとその牛肉は美味しいという印象を受ける。脂肪酸の融点は、飽和脂肪酸(パルミチン酸等)、モノ不飽和脂肪酸(オレイン酸等)、多価不飽和脂肪酸(リノール酸等)の順に低くなり、モノ及び多価不飽和脂肪酸は口溶けがよいとされる。

牛肉脂肪は、半数以上をモノ不飽和脂肪酸が占め、多価不飽和脂肪酸は数%しか含まれないので、融点にはモノ不飽和脂肪酸の割合が大きく関与している。また、モノ不飽和脂肪酸であるオレイン酸は、牛肉の風味に関連している事も知られており、これを高める事で牛肉の口溶けや風味がよくなり、美味しさアップにつながる。

岐阜県では、粉碎粳米や圧ぺん粳米を給与した牛肉の脂肪酸組成を、トウモロコシ主体の飼料を給与した牛肉と比較した報告がある。これによると、オレイン酸やモノ不飽和脂肪酸の割合がトウモロコシ、圧ぺん粳米、粉碎粳米の順に高くなる傾向が見られている。一方、給与飼料の脂肪酸組成と牛肉の脂肪酸組成の関連は明らかではないが、飼料用米の脂肪酸組成をトウモロコシ、大麦、大豆粕と比較すると、オレイン酸の割合が高く、リノール酸の割合が低い特徴がある。

(4) 飼料用米の給与事例

①肥育全期間の給与事例

粉碎又は圧ぺんした飼料用粳米でトウモロコシの 1/2 に相当する量を代替し、濃厚飼料中に 30%配合した飼料を給与して、9 か月齢から 27 ヶ月齢まで肥育した報告がある。これによると、いずれの加工形態であっても、トウモロコシ主体の飼料と比較して、嗜好性、発育、枝肉形質に差は無く、飼料用米を 30%まで配合しても良好な枝肉成績が得られている（岐阜県）。

TDN 換算で配合飼料の 25%を圧ぺん粳米で代替した飼料又は、配合飼料中 24%（重量比）の圧ぺん大麦を圧ぺん粳米で完全に代替した飼料を、12 ヶ月齢から 27 ヶ月齢まで給与した報告がある。これによると、いずれの飼料でも市販配合飼料と比較して、発育、枝肉重量、枝肉形質に差はなく、肥育全期間で配合飼料の 25%程度を圧ぺん加工した飼料用粳米に代替しても良好な肥育成績が得られている(福島県)。

②肥育後期の給与事例

TDN 換算で配合飼料の 25%を蒸気圧ぺん粳米で代替し、23 ヶ月齢から 29 ヶ月齢まで給与した報告がある。これによると、飼料用米の嗜好性や健康への問題は無く、慣行配合飼料と比較して枝肉成績にも差がなかった。したがって、圧ぺん加工した飼料用米は肥育後期に TDN 換算で配合飼料を 25%程度代替する事が可能である(福島県)。

(5) 官能評価

飼料用米を給与した牛肉の食味を、消費者、生産者、畜産関係者で構成される 46 名のパネルで評価した報告がある。評価項目は、「香り」、「やわらかさ」、「味」、「総合評価」とし、5 段階評価で得点率の比較を行った。「飼料用米を給与した牛肉は香りが良く、脂も美味しい」という意見があるように、飼料用米を給与した牛肉は、「香り」及び「やわらかさ」の評価が高く、「味」及び「総合評価」においても対照区と同等の高い評価を受けている。このように、飼料用米を給与した牛肉生産では国産飼料という消費者の安心感に加え、香りが良いなど「美味しさ」の付加価値も期待されている。

【参考文献】

- 1) 飼料用米の生産・給与技術マニュアル (独)農業・食品産業次述総合研究機構
- 2) 黒毛和種肥育牛における飼料米給与試験について 岐阜県畜産研究所飛騨牛研究部 大田 哲也
- 3) 飼料米を利用した高級牛肉の生産 福島県農業総合センター畜産研究所 富永 哲

3) 豚

(1) 豚における栄養価

豚における玄米の代謝エネルギー価，消化率ともトウモロコシとほぼ同等の値となっている。(表1) 一方，粳米の栄養価は玄米と比較して低いが，全粒(未粉碎)のまま給与した場合，粳米が不消化のまま排泄される割合は高いため，玄米を豚に給与する場合には，粉碎して与えることで消化吸収が良くなる。

表1 豚におけるトウモロコシ，玄米及び粳米の栄養価(原物当たり)

	粗蛋白質 (%)	代謝エネルギー (kcal/g)	消化率(%)		
			粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物
トウモロコシ	7.6	3.28	79	84	94
玄米	7.5	3.28	79	72	98
粳米	6.5	2.66	65	52	90

(日本標準飼料成分表 2009)

(2) 肥育後期豚への飼料用米給与

ローズポーク用配合飼料及び一般配合飼料に飼料用米を重量比10%代替えた飼料を，肥育後期2カ月間給与し，発育や肉質に及ぼす影響を検討したところ，飼料用米を粉碎玄米として給与することで，1日増体平均体重(DG)が良好となった。(表3)

一方，と体長，背腰長は短くなり，脂肪が厚くなったことから，飼料用米は嗜好性が高く発育が早くなるものの過肥が危惧された。(表4，5)

表2 試験用飼料の内容

試験区名	試験用飼料	飼料用米代替割合(%)	大麦配合割合
試験区1	ローズポーク用 配合飼料	10	13.5
試験区2	一般配合飼料	10	0
対照区 (慣行飼料)	一般配合飼料	0	0
ローズポーク用配合飼料成分		(TDN : 76.5%	CP : 12.5%)
一般配合飼料成分		(TDN : 77.0%	CP : 15.0%)

表3 発育成績等

	1日平均増体重 (DG g/日)	飼料要求率	消化率
試験区1	941.4±144.3A	3.6±0.5	79.9±5.7
試験区2	840.1±78.6b	3.6±0.5	80.2±1.5
対照区	773.8±66.1aB	3.6±0.5	79.9±2.3

平均±標準偏差 異符号間に有意差あり (a,b : p<0.05 A,B : P<0.01)

表4 枝肉形質1

	と体長 (cm)	背腰長 (cm)		と体幅 (cm)
		I	II	
試験区1	93.6±3.1	76.6±3.0	67.7±3.1	34.3±1.5
試験区2	92.7±2.9A	75.3±2.5A	65.8±2.5A	33.9±1.6
対照区	95.2±2.1B	77.8±2.2B	68.2±2.1B	33.9±1.3

平均±標準偏差 異符号間に有意差あり (A,B : P<0.01)

表5 枝肉形質2

	脂肪部位		
	肩 (cm)	背 (cm)	腰 (cm)
試験区1	3.7±0.6aA	2.4±0.5A	3.6±0.4
試験区2	3.3±0.6b	2.1±0.5	3.5±0.5
対照区	3.2±0.5B	2.0±0.4B	3.3±0.5

平均±標準偏差 異符号間に有意差あり (a,b : p<0.05 A,B : P<0.01)

(3) 飼料コスト

飼料米の流通価格からは、通常の慣行飼料と同等または安価となると試算できる。しかし、実際に養豚農家で飼料用米を利用する場合には、1年間分の米の保管コスト、特に、玄米での保管の場合には温度管理も必要となることも考慮に入れる必要があり、大きなコストがかかることが想定される。

(4) 飼料米を利用するにあたっての注意点

飼料用米は、品種や産地により栄養成分値が大きく異なる。そのため、実際に利用する際には飼料用米の成分を測定し、飼料設計により必要な成分量を満たすことを確認することが重要である。

【参考文献】

真原隆治ら (2011) 養豚における飼料用米給与技術の確立 茨城畜セ研報 44号 P54-59
 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構編 (2009) 日本標準飼料成分表 (2009年版)

4) 鶏

(1) 鶏における栄養価

家禽も牛および豚などと同様に、米を飼料として利用することができる。鶏における玄米の代謝エネルギー価、消化率ともトウモロコシとほぼ同等の値となっている（表1）。一方、粳米の栄養価は玄米と比較して低いが、全粒（未粉碎）のまま給与した場合、他の家畜で見られるような粳米がそのまま（中の米が不消化のまま）排泄される割合は低い。しかしながら、不稔粳の割合が高い粳米の使用は、栄養素の不足を招くので留意が必要である。

表1 鶏におけるトウモロコシ、玄米及び粳米の栄養価（原物当たり）

	粗蛋白質 (%)	代謝エネルギー (kcal/g)	消化率 (%)		
			粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物
トウモロコシ	7.6	3.28	85	94	89
玄米	7.5	3.28	89	83	94
粳米	6.5	2.66	71	50	91

（日本標準飼料成分表 2009）

玄米および粳米をトウモロコシの代替原料として配合する場合、制限アミノ酸となりやすい含硫アミノ酸（メチオニン+シスチン）、リジンおよびトレオニン含量が養分要求量を大きく下回ることはないが、念のため日本標準飼料成分表の値を用いて計算するなどして要求量を充足しているかどうかを確認し、必要であれば栄養素の不足を調整しておくことが望ましい。

鶏は歯がないものの食物を磨り潰すといった物理的な消化を筋胃で行うため、米粒のような比較的小さな粒子であっても確実に物理的な破碎を行い消化酵素による反応が十分に進む。そのため、未粉碎の粳米を給与しても他の家畜で見られるような粳がそのまま排泄される割合は低いので、玄米でも粳米でも、鶏に全粒あるいは粉碎のいずれの形で給与しても、同等の栄養価を得られる。

(2) 採卵鶏への飼料用米給与

市販の配合飼料のうち重量比 20%を飼料用米（玄米及び粳米）に置き換えても産卵成績に影響を与えることなく給与できる。また、段階的に配合率を増加（配合割合例：産卵初期 20%、産卵中期の 32 週齢～30%、44 週齢から 40%以上）することで、その比率を 40%まで高くすることができるとの報告もある。しかし、40%配合した場合には、卵黄色が薄くなること、また、粳米ではタンパク質やエネルギーが不足するため、その不足分を調整するなど給与には注意が必要である。

(3) 肉用鶏への飼料米給与

市販の配合飼料のうち重量比 10%の飼料用米（玄米及び粳米）への置き換えであれば、飼料の栄養バランス調整をせずに、嗜好性や生育に悪影響を与えず生産性の向上も期待できる。

飼料中の飼料米の配合割合が増えても、特に、ブロイラーでは後期飼料中のトウモロコシを飼料用米で 30%代替しても生産性や肉質に影響ないことが報告されている。しかし、地鶏等への利用においては、飼料用米の比率が増えるごとに、発育が劣り、肉質が柔らかくなることが報告されている。

(4) 飼料コスト

飼料米の流通価格からは、通常の慣行飼料と同等または安価となると試算できる。しかし、実際に養鶏農家で飼料用米を利用する場合には、1年間分の米の保管コスト、特に、玄米での保管の場合には温度管理も必要となることも考慮に入れる必要があり、大きなコストがかかることが想定される。

(5) 飼料米を利用するにあたっての注意点

飼料用米は、品種や産地により栄養成分値が大きく異なる。そのため、実際に利用する際には飼料用米の粗タンパク質含量等を測定し、必要量を満たすことを確認することが重要である。

編集委員

畜産課 生産振興グループ	係 長	赤上	雅子
畜産センター飼養技術研究室	首席研究員兼室長	白谷	浩之
〃	主任研究員	埴和	靖俊
畜産センター肉用牛研究所 飼養技術研究室	室 長	谷島	直樹
〃	首席研究員	岡村	英明
農業総合センター農業研究所 環境・土壌研究室	室長	中村	憲治
〃 病虫研究室	首席研究員兼室長	西宮	智美
〃 作物研究室	室 長	田中	研一
〃 水田利用研究室	室 長	福田	弥生
〃	技 師	古山	憲秀
農業総合センター 専門技術指導員室	専門技術指導員	津田	和之
〃		小山田	一郎
〃		草野	尚雄
〃		藤田	裕