

III

稲発酵粗飼料の給与

Ⅲ 稲発酵粗飼料の給与

1 稲発酵粗飼料の飼料特性

稲発酵粗飼料も他の飼料作物と同様、サイレージ調製の基本を守ることによって良質なサイレージ調製が可能である。また、調製条件に応じて添加剤などを利用することで品質の高い稲発酵粗飼料の調製が期待できる。なお、発酵品質の化学的評価法としては V-スコア法が適している。

稲発酵粗飼料の粗タンパク質、可溶無窒素物（NFE）の消化率は、牧草の乾草より高いが、粗繊維の消化率は低い。TDN 含量はチモシー乾草、オーチャードグラス乾草と同程度である。また、稲発酵粗飼料の化学成分や栄養価を推定する方法が提案されているため、積極的な活用が望ましい。

稲発酵粗飼料の嗜好性は高く、粗飼料価指数（RVI）による物理性の評価値も、チモシー乾草やスーダングラス乾草と同程度である。

稲発酵粗飼料の硝酸態窒素濃度は、トウモロコシ、ソルガムサイレージよりも低い。また、β-カロテンやビタミン E（α-トコフェロール）を多く含むが、サイレージ調製（特に予乾処理）の過程で低下する。

(1) 発酵特性

稲発酵粗飼料はサイレージであり、サイレージとは材料草（WCS 用イネ、牧草、飼料作物）をサイロやロールベール内に封入して嫌気状態を作り、乳酸発酵させた飼料である。サイレージは好気発酵期（詰め込み後 3 日まで）、乳酸発酵期（詰め込み後 4～13 日）、安定期（詰め込み後 14～25 日）の 3 段階の発酵過程を経る。食用イネには乳酸菌、可溶性糖類（単少糖類）が少ないため、サイレージ化すると乳酸含有量が低く、酢酸や酪酸含有量が高くなること多い。サイレージ発酵は化学的、物理的、微生物的な要因に影響を受けることから、良質な稲発酵粗飼料を調製するためには、次のポイントに留意する必要がある。

① 密封

好氣的発酵を抑えるため、梱包密度を高め、早期に密封してサイロ（ロールベール）内を嫌気状態にする。

② 水分含有率

稲発酵粗飼料の水分含有量は熟期の進行にともない減少し、糊熟期から黄熟期では水分含有率が 70 % 以下まで低下する。材料草の低水分化（予乾処理も含む）にともなって乳酸発酵は抑えられるが、酪酸菌の増殖も抑制することができる。WCS 用イネの収穫、調製においては予乾できない場合も多いため、可能な限り露などの付着が少ない時間帯に収穫すると良い。目標となる水分含有率は 65 % 以下である。

③ その他

サイレージ発酵には、乳酸菌数と乳酸菌が増殖するための可溶性糖類（単少糖類）が一定量必要である。製剤などでこれらを補うことで、高品質な稲発酵粗飼料の調製が可能である。

(2) 発酵品質の評価法

サイレージの発酵品質の評価法には、外観（色、臭い、感触など）から発酵品質を判断する官能法の他に、サイレージ中の酢酸、酪酸などの揮発性脂肪酸（VFA）と乳酸の組成から求めるフリーク法がある。しかし、フリーク法は本来、高水分サイレージ用の評価法であり、乳酸発酵が促進されていることを前提としているため、低水分サイレージや発酵が抑制されたサイレージの品質は過小評価される傾向がある。このような欠点を補うために全窒素（TN）に占める揮発性塩基態窒素（VBN）の割合と各 VFA 含有率を指標とした V-スコア法（表 1-1）が提唱されている。稲発酵粗飼料の品質を評価する場合にも、この V-スコア法を用いることが望ましい。

表1-1 V-スコア法によるサイレージの品質評価基準

VBN/TN=a	a ≤ 5	5~10	10~20	20<
点数(A)	50	60-2×a	80-4×a	0
酢酸+プロピオン酸=b	b ≤ 0.2	0.2~0.5		1.5<
点数(B)	10	(150-100×b)/13		0
酪酸以上のVFA=c	c=0	0~0.5		0.5<
点数(C)	40	40-80×c		0
V-スコア	A+B+C	(80点 ≥ : 良, 80~60点 : 可, 60点 ≤ : 不良)		

粗飼料の品質評価ガイドブック(2009)

注1)各成分の数値は新鮮物中の含有率(%)。

注2)VBN：揮発性塩基態窒素，TN：総窒素，VFA：揮発性脂肪酸。

稲発酵粗飼料の給与にあたっては、事前に発酵品質や飼料成分を把握することが重要である。ロールベールから試料を採取する（サンプリング）場合、穂部と茎葉部が偏ったロールベールもあるため、ロールベールの上部から下部にかけて 5～6ヶ所を採取する必要がある。採取した試料はよく混合した後、速やかに分析機関に送付する。なお、ロールベールから試料を採取する際には、刃先の付いたドリル式の機器（フィードサンプラー、p80 の写真 2-1 参照。藤原製作所：http://www.fujiwara-sc.co.jp/）等を利用すると便利である。

(3) 化学成分と栄養価

稲発酵粗飼料は、消化され易い非構造性炭水化物であるデンプンが豊富な穂部とセルロースやリグニンなどの構造性炭水化物が豊富な茎葉部を併せ持つホールクroppサイレージであり、イネ科乾草とは異なる化学成分、消化性を持つことを念頭に置く必要がある（図 1-1）。

WCS 用イネは開花期以降、登熟が進むにともない化学成分の組成が大きく変化する。

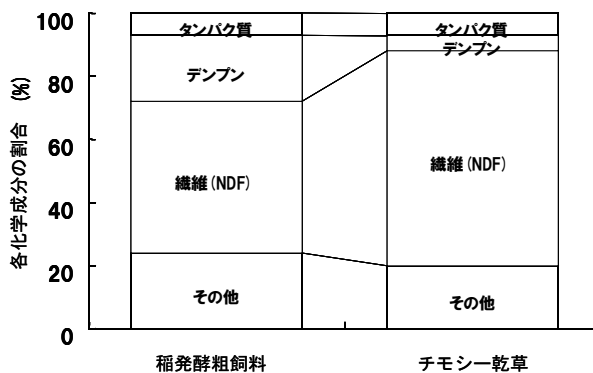


図1-1 稲発酵粗飼料とチモシー乾草の化学成分

注1) NDF：中性デタージェント繊維，その他：粗脂肪，粗灰分など

穂部ではデンプンが蓄積するため非構造的炭水化物（NSC）が著しく増加し、相対的に中性デタージェント繊維（NDF）が減少する（図1-2）。一方、茎葉部では蓄積されていたデンプンが穂部に転流するためNSCは徐々に減少し、またNDFもケイ酸などが増加することで微減する（図1-2）。図1-3は稲発酵粗飼料の穂部、茎葉部に含まれる有機物の消化率を *in vitro* 試験により測定した結果である。上述したように稲発酵粗飼料の化学成分のうち特に炭水化物の含有量の変化は大きく、そのため有機物の消化率は穂部で高まっていくのに対し、茎葉部では徐々に低下していく。その結果、稲発酵粗飼料の可消化養分総量（TDN）は、熟期の進行にともなって穂部の割合が高まるため増加していく（図1-4）。しかし、完熟期まで達すると未消化子実の排せつ量の増加や繊維成分の消化率の低下により、黄熟期のTDNと比べて同程度、もしくは微減する（図1-4）。したがって、乾物収量と水分含有率も考慮した稲発酵粗飼料の収穫適期は、糊熟期～黄熟期である。

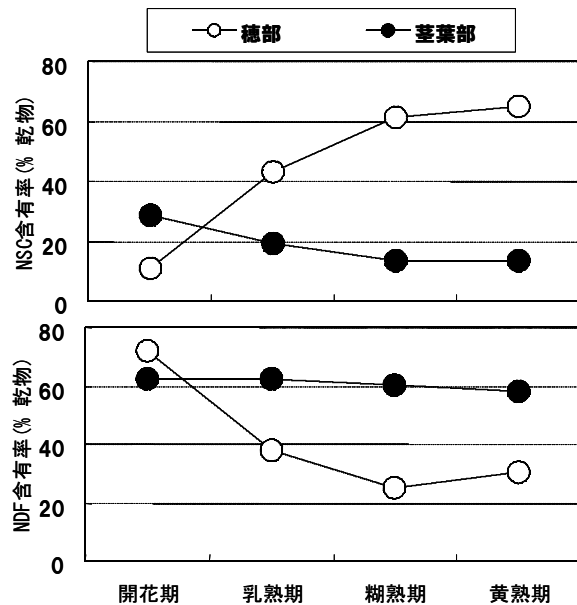


図1-2 稲発酵粗飼料(材料草)の炭水化物の推移
注1) NSC：非構造的炭水化物，
NDF：中性デタージェント繊維(構造的炭水化物)。

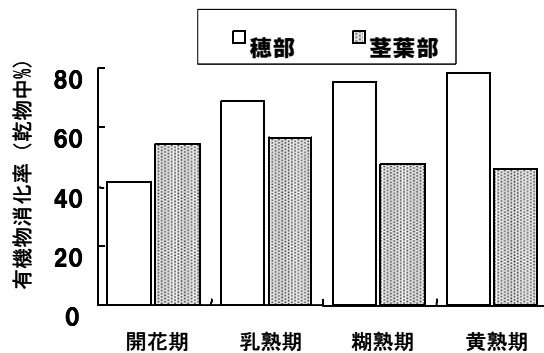


図1-3 稲発酵粗飼料の有機物消化率の推移
東北農業試験場(1981)

注1) 有機物消化率は、*in vitro* 試験により測定された。

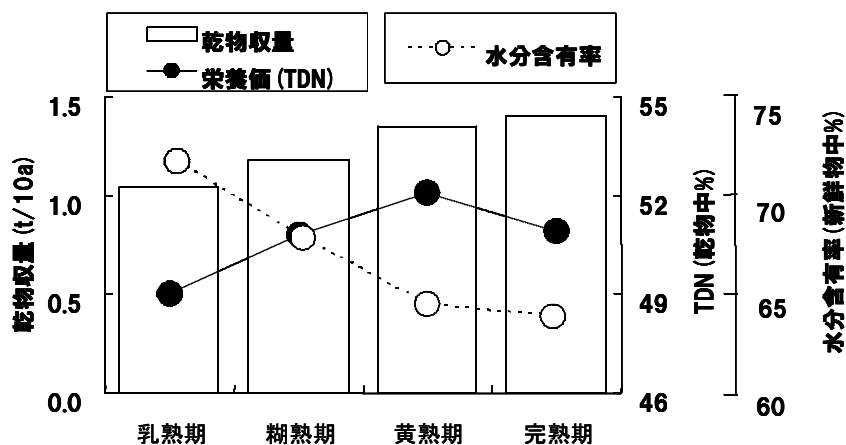


図1-4 稲発酵粗飼料の乾物収量、栄養価および水分含有率の推移

注1) TDN：可消化養分総量。

表1-2に各飼料における消化率、栄養価を示す。稲発酵粗飼料の粗タンパク質、粗脂肪、可溶無窒素物（NFE）の消化率はイネ科乾草より高い。これは穂部に含まれる易消化性のNSCの影響と考えられる。しかし、粗繊維の消化率はイネ科乾草より低く、第一胃内の通過速度もやや遅い傾向であることが報告されている。したがって、特に泌乳牛に対して極端に多く稲発酵粗飼料を給与した場合などは、乾物摂取量を抑制する原因になることが予想されるので、注意が必要である。

稲発酵粗飼料のTDNに及ぼす要因は、品種、栽培方法、収穫時期、収穫方法、調製方法など、多種多様である。全国の試験研究機関で実施された去勢牛、乾乳牛による消化試験の結果によると、黄熟期の稲発酵粗飼料のTDNは40.6～61.5%と非常に幅のある数値であった。それらの要因は現在、研究中であるが、栄養価が低くなる事例としては、収穫前に倒伏したもの、収穫時期が非常に遅くなったもの（刈遅れ）、病虫害の被害に遭ったもの、雑草が混入しているもの、発酵品質が著しく悪いもの等が挙げられる。これらの多くは、各地域に適した手段を講じることにより改善が図れるものであるため、早急に取り組まれることが望まれる。

表1-2 各飼料における消化率

飼料名	消化率(乾物中%)				栄養価(乾物中%)
	粗タンパク質	粗脂肪	NFE	粗繊維	TDN
稲発酵粗飼料(黄熟期)	51	61	70	48	54.5
チモシー	51	50	58	57	54.9
イタリアンライグラス	46	48	58	59	59.0
オーチャードグラス	56	45	58	58	54.6
アルファルファ	74	41	70	45	56.8

日本標準飼料成分表(2001)

注1)チモシー、イタリアンライグラス、オーチャードグラスは1番草、開花期の数値である。

注2)アルファルファは輸入、CP含有率17～20%の数値である。

注1)NFE：可溶無窒素物，CP：粗タンパク質，TDN：可消化養分総量。

(4) 化学成分、栄養価の推定

稲発酵粗飼料に限らず自給飼料は、様々な要因によって化学成分、TDNが大きく変動するため家畜に給与する前には、それらの含有量を把握する必要がある。稲発酵粗飼料の化学成分は、他の飼料と同様、近赤外分析法による推定方法が考案されており、すでに各地のフォーレージテストに利用されている。

稲発酵粗飼料のTDNは、化学成分の含有率から推定する回帰式（推定式）が提案されている（表1-3）。a式は、稲発酵粗飼料を去勢牛や乾乳牛に給与して実施した消化試験の結果を基に作成された式であり、供試された品種は「はまさり」、「夢十色」、「北陸184号」、「ふくひびき」、「西海203号」、「スプライス」で、収穫時期は出穂前～完熟期である。ちなみにa式で採用されている高消化性繊維（Oa）、低消化性繊維（Ob）の含有率は、近赤外分析法を利用して精度良く推定できる成分である。b式はa式同様、牛による消化試験の結果を基に作成されている。b式の特徴は、牛によって測定される消化率と相関の高い*in vitro*乾物消化率（IVDMD）を採用していることである。IVDMDとは酵素を使用するペプシン・セルラーゼ法（Goto・Minson 1977）により定量した数値である。供試した品種は「ホシアオバ」、「クサ

ノホシ」、「スプライス」、「かりの舞」、「クスタマモチ」、「ヒノヒカリ」、「ニシアオバ」、「西海飼 253 号」で、収穫時期は開花期～黄熟期である。c 式は、イネ科牧草（マメ科混播含む）の乾草とサイレージの消化試験の結果を基に作成された推定式であるが、稲発酵粗飼料の推定にも利用できることが確認されている。d 式は、稲発酵粗飼料の穂重割合から TDN が推定できる式であり、おおよその TDN を生産現場で簡易的に求める際には有効である。

表1-3 稲発酵粗飼料のTDNに関する推定式

a式	$TDN=54.297+1.205 \times Oa-0.109 \times Ob-0.462 \times CA$	(n=8, r2=0.73)
	(九州沖縄農業研究センター 2005)	
b式	$TDN=0.329 \times IVDMD-0.688 \times CA+44.5$	(n=16, r2=0.82)
	(長崎県畜産試験場 2007)	
c式	$TDN=-5.45+0.89 \times (OCC+Oa)+0.45 \times OCW$	(n=89, r2=0.61)
	(北海道立新得畜産試験場 1997)	
d式	$TDN=0.324 \times PP+39.3$	(n=13, R2=0.67)
	(長崎県畜産試験場 2007)	

注1)各成分の数値は乾物中の含有率(%)。

注2)TDN：可消化養分総量，Oa：高消化性繊維，Ob：低消化性繊維，CA：粗灰分，

IVDMD：in vitro乾物消化率，OCC：細胞内容物，OCW：細胞壁物質，PP：穂重割

(5) 嗜好性

これまでの試験結果によると、稲発酵粗飼料の嗜好性は牧草のサイレージや乾草と比べて同程度か、それよりも良いとの報告が多い。また、嗜好性が同じ稲発酵粗飼料であっても品種、収穫時期（熟期）、収穫、調製方法などにより異なるとの報告もあるが、一様な結果は得られていない。総じて言えることは、他の飼料作物のサイレージと同様に発酵品質の違いが嗜好性に強く影響を及ぼすことである。すなわち、良好な発酵品質を示す稲発酵粗飼料は嗜好性も良いとのことである。さらに発酵品質が良好なサイレージは嗜好性が良いだけでなく、栄養分の損失も少ない。一方、不良な発酵品質を示す稲発酵粗飼料の場合、嗜好性が悪いだけでなく、カビの発生（カビ毒）、異物の混入などが疑われ、家畜の健康に対して悪影響を及ぼすことも懸念される。したがって、サイレージ調製の基本をしっかりと遵守し、収穫条件に応じて乳酸菌製剤などの添加剤も利用するなど、良質な発酵品質を目指すことが、嗜好性に関しても重要となる。

(6) 自由採食量

稲発酵粗飼料の自由採食量は収穫時期（熟期）により影響を受けることが報告されている。肉用種繁殖牛（黒毛和種、日本短角種）で実施した試験の結果では、開花期以降、熟期が進むと自由採食量が増していき、糊熟期以降はほぼ平衡状態となる。その結果によると、稲発酵粗飼料（水分含有率 60%）を単体で給与した際の自由採食量は一日当たり原物で 20～25kg（乾物で 8kg～10kg）であり、イタリアンライグラスやソルガムのサイレージと比較しても遜色ないとの報告もある。

泌乳牛における稲発酵粗飼料の自由採食量は、給与飼料中に占める濃厚飼料の割合や泌乳ステージの違いにより影響を受ける。給与飼料中の濃厚飼料の割合を変えて、各泌乳ステー

ジでの自由採食量を測定した試験の結果では、稲発酵粗飼料（品種「はまさり」、水分含有率 60 %）を一日当たり原物で 12.5 ～ 30.5kg（乾物で 5.0 ～ 12.2kg）を摂取しており、いずれの条件においても原物 20kg 程度（乾物で 8kg 程度）は採食可能であった。

(7) 飼料の物理性

粗飼料としての物理性を示す指標としては、粗飼料価指数（Roughage value index : RVI）がある。これは、対象とする飼料の咀嚼時間（採食時間と反芻時間の合計）を牛により測定して、乾物摂取量 1kg 当たりの咀嚼時間に換算した単位である。この咀嚼時間は、第一胃内の発酵の安定性に関連が深い。それは第一胃内で産生される有機酸に対して緩衝能をもつ唾液の分泌量が、咀嚼時間に影響を受けるためである。表 1 - 4 は各飼料の RVI を示す。稲発酵粗飼料の RVI は 82 分であり、チモシー乾草、スーダングラス乾草と同程度、アルファルファ乾草やトウモロコシサイレージよりも多い。したがって、稲発酵粗飼料の物理性は粗飼料の中でも高いと言える。

泌乳牛では、RVI で示される咀嚼時間が乳脂率と深く関係しており、乳脂率 3.5 % を維持するためには、給与飼料の RVI が 30.5 分以上は必要であると試算されている。稲発酵粗飼料、トウモロコシサイレージおよびイタリアンライグラスサイレージを 30 % ずつ配合した 3 種類の TMR を泌乳牛に給与した試験結果では、それぞれの RVI が 34.3、27.3 および 36.9 分であった。これにより稲発酵粗飼料の RVI はトウモロコシサイレージよりも高く、イタリアンライグラスサイレージに近いと言える。一般には繊維成分（NDF）の含有率が高いほど RVI も高くなると言われているが、稲発酵粗飼料の NDF 含有率はイネ科牧草と比べて低いにもかかわらず、RVI が同程度であることは興味深い。

また、RVI は飼料の形状（細断長）にも影響を受けるが、稲発酵粗飼料では切断長が長くなるほど RVI が増加して、その咀嚼の効果で未消化子実の排せつ量は減少する。しかし、切断長が長くなると乾物摂取量が抑制されることから、乳量の低下を招く。これまで報告された試験報告によると、適切な RVI を確保し、乾物摂取量、未消化子実の排せつ量も考慮に入れた、稲発酵粗飼料の最適な切断長は 3.0cm 程度である。

(8) 子実の消化性

稲発酵粗飼料に限らず、飼料作物のホールクロップ利用において、未消化子実の排せつは栄養価の損失であり、しばしば問題となる。一般に子実は、登熟にともなって子実外皮および子実そのものが硬化するため、消化が難しくなる。稲発酵粗飼料の子実は、牛の口を通さず（咀嚼されずに）全粒の状態では第一胃内に浸漬した場合、ほとんどが消化されず、アルカリ処理、酵素や乳酸菌を添加した処理を施しても 48 時間後の第一胃内消失率は 10 ～ 15 % 程度に留まる。しかし、粉碎処理や細切処理では 65%、籾殻を除く玄米のみでは 80% を超える。このことから稲発酵粗飼料の子実の消化を阻むものは、難消化性の籾殻であることが分かる。

稲発酵粗飼料における未消化子実の排せつ割合は、全体の給与量と、その給与飼料に占め

表1-4 各飼料の粗飼料価指数(RVI)

飼料名	粗飼料価指数 (分/乾物1kg)
稲発酵粗飼料	82
チモシー乾草(輸入)	79
スーダングラス乾草(輸入)	77
アルファルファ乾草(輸入)	47
トウモロコシサイレージ	66

日本飼養標準・乳牛(2006)

る稲発酵粗飼料の割合による。肉用牛繁殖雌牛、肥育牛、育成牛においては平均すると 10% 程度、泌乳牛では 10 ～ 50 %と変動幅が大きいことが報告されている。泌乳牛では乾物摂取量が多いため、飼料の消化管通過速度が速くなり、未消化のままふんに排出される子実が多くなる。

改善策としては、稲発酵粗飼料を含む粗飼料の給与量と、その切断長を調整して、適切な咀嚼時間を確保することで不要な未消化子実の排せつを低減することが重要となる。また、子実の大きい品種では咀嚼時に破砕される機会が増えることから、子実の小さい品種に比べて未消化子実が少なくなるとの報告もある。

(9) 粗タンパク質の第一胃内分解率

飼料中粗タンパク質（CP）の第一胃内での分解率は、家畜への CP 供給を効率的に行うために重要な項目である。一般にはナイロンバッグに封入した飼料を一定時間、第一胃内に浸漬することで可溶性画分（a）、分解性画分（b）および b の分解速度（kd）からなる分解パラメーターを測定し、第一胃での飼料の通過速度（kp）を考慮することで有効分解率（ECPd）を算出する。

$$\text{ECPd (CP 中の\%)} = a + b \times kd / (kd / kp)$$

また、kp は乾物摂取量から推定することが可能である。

$$kp (\% / \text{時間}) = 0.1649 \times \text{乾物摂取量 (kg / 日)} + 1.071$$

表 1 - 5 に各飼料の第一胃内における有効分解性タンパク質含有率を示す。稲発酵粗飼料の CP は、他の乾草類に比べると a 画分の割合が多く、b 画分が少ない。ECPd はスーダングラス乾草より高く、チモシー乾草と同程度である。分解パラメーターや ECPd は、品種、収穫時期（熟期）、サイレージの水分等によって変動することが予想されるので注意が必要である。

表1-5 各飼料の第一胃内における有効分解性タンパク質含有率

飼料名	分解パラメータ			ECPd (CP中%)	
	a (CP中%)	b (CP中%)	kd (%/1時間)		
稲発酵粗飼料	53	19	5	62	
乾草	チモシー(開花期)	21	71	7	61
	イタリアンライグラス	35	54	9	67
	スーダングラス	24	61	6	55
サイレージ	トウモロコシ	57	25	10	73
	ソルガム	44	44	3	58

日本飼養標準・乳牛(2006)

注1) a : 可溶性画分, b : 分解性画分, kd : bの分解速度.

注2) ECPd : 有効分解性タンパク質 (Effective crude protein degradable).

注3) ECPd (CP中の%) = a + b × kd / (kd / kp).

注4) ECPdは乳量30kg, 乾物摂取量21.1kg, 飼料通過速度5.5%/1時間として算出.

(10) その他（無機物、硝酸態窒素、 β -カロテン、ビタミンE）

表 1 - 6 は各飼料の無機物含有率と硝酸態窒素濃度を示す。稲発酵粗飼料のカリウム含有率は他の乾草やサイレージに比べて低い水準である。乾乳期の乳牛においては、カリウム含有量の高い飼料を給与すると、分娩時、低カルシウム血症（乳熱）を発症しやすいと言われるが、それは、カチオン・アニオンバランスによる考え方に準ずる。カチオン・アニオンバランスは陽イオン、陰イオンの当量の差で示され、分娩時のカルシウム代謝に影響を与える。一般に乳熱の予防にはこの数値が小さいほど良いとされている。したがって、カリウム含有率の低い稲発酵粗飼料は、乾乳牛の粗飼料として最適と言える。

また、稲発酵粗飼料の硝酸態窒素濃度は、スーダングラス乾草や他のサイレージ類に比べて低い水準である。硝酸塩を多く含む飼料を摂取すると、硝酸塩が第一胃内で還元されて亜硝酸となり、その亜硝酸が血液中に移行後、ヘモグロビンと反応してメトヘモグロビンを形成する。その結果、酸素や二酸化炭素の運搬、交換能の低下により酸素欠乏状態を引き起こす（硝酸中毒）。WCS 用イネは硝酸塩を蓄積しにくい環境で栽培されること、また WCS 用イネ自身、硝酸塩を蓄積しにくい特性を持っていることから、稲発酵粗飼料の硝酸態窒素濃度も低いと言われている。

表1-6 各飼料の無機物含有率と硝酸態窒素濃度

飼料名	無機物(% 乾物中)				(ppm)
	K (カリウム)	Ca (カルシウム)	Mg (マグネシウム)	P (リン)	HNO ₃ -N (硝酸態窒素)
稲発酵粗飼料	1.35	0.17	0.13	0.17	80
チモシー	1.50	0.34	0.15	0.19	157
乾草(輸入)					
スーダングラス	2.25	0.43	0.34	0.21	1109
エンバク	1.44	0.20	0.15	0.15	185
サイレージ					
トウモロコシ	1.97	0.28	0.16	0.27	369
ソルガム	2.72	0.47	0.37	0.23	1343

日本標準飼料成分表(2001), 畜産草地研究所(2006)

注1) 稲発酵粗飼料のミネラルは材料草(生草)を分析した。

WCS 用イネの β -カロテン、ビタミン E (α -トコフェロール) は葉部に多く含まれており、熟期が進むと徐々に減少していく。サイレージに調製すると最初の数日間は減少していくが、その後は一定の水準で推移する。 β -カロテン、 α -トコフェロールともに光や酸素により分解するため、予乾処理により著しく減少し、2 日間以上の予乾処理を行うと稲わらと同程度となる。最近、ビタミン A 制御型の肥育牛に給与するため、予乾処理や収穫時期を遅らせるなどにより β -カロテン含有量を低減した稲発酵粗飼料の生産に取り組んでいる事例もある。

2 乳用牛への給与

(1) 育成牛

育成牛に稲発酵粗飼料を給与する場合は、限られた乾物摂取量の中で発育および妊娠に要する養分を充足させるよう飼料設計を行う。実際の給与では、本文中の実用的給与量を目安に、以下の点に留意して給与する。

- ①水分、飼料成分含量、栄養価を把握し、必要養分をバランスよく充足させる。
- ②発育状況をモニタリングしながら給与量を調節し、適正に発育させる。

(2) 乾乳牛

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。稲発酵粗飼料は、他の自給粗飼料に比べ K 含量が低いことから、粗飼料としての有効性が期待される。産後の代謝性疾患（低 Ca 血症による乳熱や起立不能など）を防ぐために、この時期の粗飼料として利点がある。実際の給与では、本文中の実用的給与量を目安に、以下の点に留意して給与する。

- ① ボディコンディションの変動に注意する。
- ② 稲発酵粗飼料への馴致は乾乳後期（分娩前 30 日）までに行う。
- ③ 給与飼料中の CP 含量は 12 %以上になるように調整する。

(3) 泌乳牛

分娩後は、急激な泌乳量の増加に伴い、血漿中 Ca 濃度の減少、エネルギー不足等により、各種代謝病が発生しやすい。また、泌乳最盛期にむかって乾物摂取量が増大することから、高品質な飼料の給与が求められる。また、泌乳中後期の乳牛では、十分量の飼料を摂取できるようになるので、泌乳前期に比べて稲発酵粗飼料の給与量を多めにすることができる。実際の給与では、本文中の実用的給与量を目安に、以下の点に留意して給与する。

- ① 飼料の急変を避ける：分娩 3 週間前から泌乳牛用飼料に慣れさせる。
- ② 適正な飼料設計：栽培、収穫、調製条件等で異なるので飼料分析が必須である。
- ③ 健康状態のモニタリング：大幅な体重増減は各種代謝病の原因となる。ボディコンディションの観察、牛群検定データや代謝プロファイルにより、健康度をモニターする。

(1) 育成牛への給与

乳用種育成牛への稲発酵粗飼料の給与は、現場での既の実施されているものの、試験成績はほとんど無い状況にある。ここでは、日本飼養標準・乳牛（2006 年版）に示される TDN 要求量をもとに稲発酵粗飼料の給与可能量を例示したので、これらを参考に、水分含量、飼料成分含量、栄養価を把握し、牛の発育状況を把握しながら、必要養分を充足させる。

① 育成牛に対する給与可能量

5 ヶ月齢から 17 ヶ月齢までの育成牛に、適度な発育をさせるためには、給与飼料に含ませ

る TDN 含量を 72 % から 55 % まで漸減させる。したがって、若齢の育成牛に対しては、粗飼料の給与量にある程度制限しながら、育成牛用の配合飼料を適量給与し、TDN と CP が充足するように給与する必要がある。ここでは、標準的な日増体量を得るための必要 TDN 量を満たすように稲発酵粗飼料（水分含有率 65 %、乾物中 TDN 含有率 55%）を最大限給与する場合の育成牛用配合飼料（乾物中 TDN 含有率 78%）との給与量を表 2-1 に示す。なお、12 ヶ月齢頃より、CP 充足率が不足するため、大豆粕などで CP を補給する必要がある。

表2-1 育成牛への稲発酵粗飼料給与の一例

月齢	体重(kg)	日増体量(kg/日)	推定乾物摂取量(kg/日)	稲発酵粗飼料(kg) 乾物	(原物)	育成用配合飼料乾物重量(kg)	CP充足率(%)
5	168	0.92	4.3	1.1	(3.0)	3.7	103
9	270	0.78	6.0	2.5	(7.1)	4.0	112
13	355	0.65	7.4	4.9	(14.0)	2.8	89
17	443	0.81	9.1	8.4	(24.1)	0.6	63

※ 体重は日本飼養標準乳牛2006年版で採用した日齢と妊娠日齢を変数とする発育曲線を適応

※ 稲発酵粗飼料は必要TDN量をもとに最大限給与できる乾物および現物重量を示した。

② 初妊牛に対する分娩前の給与

分娩前1ヶ月間の給与事例を表2-2に示した。分娩直前は、胎児の発育に要する養分量が加算されるため、養分要求量が増加する。反面、成長する胎児により腹腔内での第一胃容積が狭められるため、乾物摂取量も制限される。しかし、表2-2に示したように、摂取出来る範囲の乾物量を採食させることによりTDNやCPを充足することが可能である。

表2-2 分娩前4週～1週までの未経産牛への給与事例（2頭の平均）

分娩前	稲発酵粗飼料乾物摂取量(kg/日)	濃厚飼料乾物摂取量(kg/日)	乾物摂取量(kg/日)	乾物充足率(%)	TDN充足率(%)	CP充足率(%)
4週	5.6	3.4	9.0	83	105	79
3週	4.6	5.2	9.8	91	113	104
2週	3.7	6.0	9.7	89	114	112
1週	3.6	6.2	9.8	90	116	115

(新潟畜産研,2003)

③ 実用的給与量

良好に調製・保管された稲発酵粗飼料は、泌乳牛においてチモシー乾草などの流通乾草と遜色ない摂取量や乳生産を示すことが確認されている。また、発酵品質の良し悪しなどにより嗜好性や摂取量が左右されることから、稲発酵粗飼料の給与量は表2-1の半量程度とし、残る半量をイネ科牧草などで代替するとよい。水分含量以外にも各成分含量、栄養価を把握するとともに、牛の発育状況を把握しながら、必要養分を充足させる給与を行う。

(2) 乾乳牛への給与

ここでは乾乳期間を2ヶ月(60日)、乾乳直後から分娩前4週までを乾乳前期、分娩前3週以降を乾乳後期として説明する。

乾乳期における飼養管理の正否は、周産期病の発症やその後の乳生産に影響を及ぼすだけでなく、次の繁殖成績にも重大な影響が及ぶため、常に各個体の栄養状態を把握しておくことは重要である。一般に乾乳期を通してのボディコンディションスコア(BCS)は3.5程度(3.25～3.75)を維持することが推奨されており、これが乾乳期の飼養管理の指針となる。ただし、このBCSの調整は乾乳期に入る前までに済ませておき、乾乳期中はBCSの変化幅を少なくするよう努めることが望ましい。また、近年、繁殖性に係わる物質としてβ-カロテン、ビタミンE(α-トコフェロール)の機能が見直されているが、稲発酵粗飼料は収穫時期や調製方法により差異はあるものの、それらを豊富に含んでいるため、その給与効果にも期待される。

乾乳前期(乾乳直後～分娩前4週)

乾乳前期の養分要求量は、それ程高くないため粗飼料主体で飼養する。稲発酵粗飼料のみの給与では粗タンパク質(CP)が不足するため、大豆粕などのCP含有量の多い飼料を併給して、給与飼料全体のCP含有率を経産牛では12%程度、初妊牛では乳腺の発達を促すために14%程度とする。また、稲発酵粗飼料を飽食(自由採食)させる飼養では、過肥になる懸念もあることから、BCSに注意しながら給与量を制限する必要がある。

乾乳後期(分娩前3週～分娩)

乾乳後期から濃厚飼料や稲発酵粗飼料を含むTMRの給与量を徐々に増加させていき、分娩直前までにはTDN充足率を120%程度まで高めた飼料設計を心掛ける。この時期は胎子や子宮の急激な成長による消化管の圧迫や、分娩や泌乳に関係するホルモンの分泌によりホルモンバランスが崩れることから来る食欲減退が原因となり、著しく乾物摂取量が低下するため、給与する飼料の栄養濃度を徐々に高めていく必要がある。その他、乾乳前期に実施した粗飼料主体の飼料給与により退行した第一胃内絨毛の発達促進、分娩後の飼料に適した第一胃内微生物叢への移行の意味からも濃厚飼料の増給は重要である。したがって、乾乳後期においては濃厚飼料の増量に合わせて稲発酵粗飼料の給与量を徐々に減らしていく。なお、乾乳期に給与する稲発酵粗飼料の子実排せつ率は、その乾物摂取量から考えると10%程度であるため問題にすることはない。

① 乾乳期における給与の上限

表2-3は、分娩前4～1週の乾乳牛(体重680kg)に濃厚飼料と組合せながら稲発酵粗飼料(水分含有率65%程度)を自由採食させた試験の結果である。この結果によると分娩前4週の乾乳牛では、一日当たり稲発酵粗飼料を原物で約20kg(乾物で6.9kg)を摂取することが可能であった。また、分娩前3週以降、養分要求量を充足させるために徐々に濃厚飼料を増量していったが、分娩前1週では稲発酵粗飼料を原物で約9kg(乾物で3.1kg)を摂取した。

表2-3 分娩前4週～1週に稲発酵粗飼料を給与した試験(4頭の平均値)

分娩前	体重(kg)	乾物摂取量(kg)			乾物中含有率(%)				充足率(%)		
		稲発酵粗飼料	濃厚飼料	合計	CP	NDF	NFC	TDN	乾物	CP	TDN
4週	680	6.9	2.8	9.7	10.1	44.6	31.5	64.7	106	107	110
3週	---	6.4	4.6	11.0	12.0	40.7	33.1	68.0	120	129	121
2週	---	5.0	5.7	10.7	13.9	37.5	34.5	71.1	116	147	123
1週	682	3.1	7.2	10.3	17.0	32.8	36.6	75.6	112	174	126

広島県畜産技術センター(2002)一部改変

注1) 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.

注2) 分娩4週から稲発酵粗飼料の単体と供にTMR(乾物中CP17%, TDN75%, 稲発酵粗飼料30%配合)を給与した.

注3) 胎子の発育に要する要分量も考慮した.

② 実用的給与量

表2-4は、乾乳期における稲発酵粗飼料の最大乾物摂取量と実用的給与量の目安を示す。稲発酵粗飼料は、チモシー乾草などのイネ科牧草に比べて中性デタージェント繊維(NDF)含有率は低いが、そのNDF消化率は低いため、給与量によっては乾物摂取量を抑制する原因になることがある。そこで、安全を見込んだ乾乳牛への実用的給与量として、表2-3の試験で得られた最大摂取量の6割に留めた量を目安とした。したがって、残りの粗飼料としては、消化性の良いイネ科乾草やアルファルファ乾草(ヘイキューブ)などの給与を推奨する。また、泌乳牛と同様、稲発酵粗飼料の発酵品質、切断長などにより嗜好性や摂取量が左右されることから、実際に稲発酵粗飼料の給与を進めるにあたってはBCSや残飼量に注意しながら適宜、稲発酵粗飼料の給与量を調整する必要がある。

表2-4 乾乳期における稲発酵粗飼料の実用的給与量の目安

時期		最大摂取量(kg/日/頭)		実用的給与量(kg/日/頭)	
		原物	乾物	原物	乾物
乾乳前期	分娩前4週まで	15.0~20.0	5.3~7.0	9.0~12.0	3.2~4.2
	分娩前3週	13.0~18.0	4.5~6.3	7.0~11.0	2.7~3.8
乾乳後期	分娩前2週	10.0~15.0	3.5~5.3	6.0~9.0	2.1~3.2
	分娩前1週	8.0 前後	3.0 前後	5.0 前後	1.8 前後

近畿中国四国農業研究センター(2008)一部改変

注1) 乾物は稲発酵粗飼料の水分含有率を65%として算出した.

注2) 最大摂取量は表2-3の試験より得られた結果である.

注3) 実用的給与量は最大摂取量の6割とした.

(3) 泌乳牛への給与

① 分娩後～泌乳最盛期

ア 給与の上限

表 2 - 5 は、新潟、群馬、広島の 3 県協定泌乳試験 (2003) の結果を示している。この試験では、それぞれ黄熟期の稲発酵粗飼料を乾物割合で 30%混合した TMR (混合飼料) を分娩前 4 週から分娩後 21 週まで給与している。対照区には、チモシー乾草を稲発酵粗飼料と同じ比率で混合している。

3 県を平均すると、乳成分には、明瞭な差は認められず、正しい飼料設計を行えば、乳成分に対する影響はないといえる。しかし、DMI (乾物摂取量) および乳量はイネ区でやや少ない傾向がみられた。ただし、新潟と群馬の 2 県では、両項目ともに差が見られなかった。この試験では、稲発酵粗飼料以外の飼料は同等のものを使用した。新潟県では出穂後 15 日の糊熟期刈り、群馬県は WCS 用イネの移植が 6 月上旬であり刈取時に未登熟、広島県は出穂後 30 日の黄熟期刈りの稲発酵粗飼料であり、各県で使用した稲発酵粗飼料の違いにより異なる反応がみられたものと考えられる。

出穂後 30 日刈取の稲発酵飼料 (クサノホシ) を用いた泌乳前期の限界給与量については広島県の給与事例がある。稲発酵粗飼料の乾物混合割合を 25 % と 30 % にした TMR を比較した場合、乾物摂取量、乳量とも分娩後 10 週までは 25 % 区が高く、乾物摂取量の回復した分娩後 10 週以降は差が認められていない (図 2 - 1、図 2 - 2)。

以上のことから、泌乳初期から泌乳中期にかけて稲発酵粗飼料を利用する場合、刈取時期は出穂後 30 日 (黄熟期) よりも早いものが望ましく、刈遅れのものを用いるべきでない。出穂後 30 日よりも早刈りのものや、稲発酵粗飼料の品質が良好なものは乾物中に 30 % 程度まで給与できるが、WCS 用イネの栽培条件や調製条件によっては要求量を満たせない場合がある。そのため、泌乳初期の分娩後 10 週程度までは、代謝病の発生しやすいステージでもあり、乾物中に 30%以下での利用が推奨される。また、TMR の調製の項目でも記述したが、切断長が 1.5 ~ 3.0cm 程度であれば、乾物摂取量、乳量が高く維持されることから稲発酵粗飼料は細切したものをを用いるのが望ましい。

表2-5 分娩～泌乳中期における泌乳成績

項目	(単位)	イネ区	チモシー区
DMI	(kg/日)	22.0	23.5
体重	(kg)	623.0	650.0
乳量	(kg/日)	36.7	41.9
乳脂率	(%)	4.14	4.01
SNF率	(%)	8.79	8.80

DMI : 乾物摂取量、SNF : 無脂固形分
(新潟農総研畜研セ、群馬畜試、広島畜技セ ; 2003)

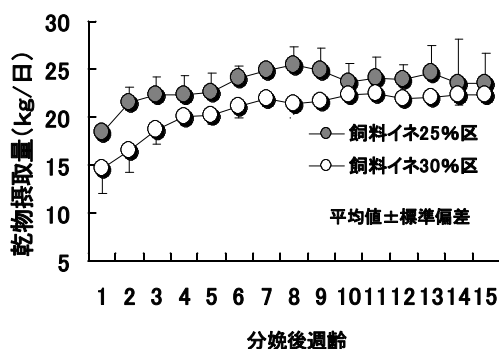


図2-1 稲発酵粗飼料割合と乾物摂取量

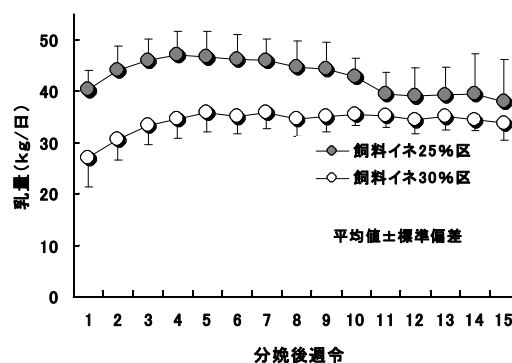


図2-2 稲発酵粗飼料割合と乳量

イ 稲発酵粗飼料に求められる品質

(ア) 適期収穫とモミの消化性

これまでの研究において、搾乳牛では 10 ～ 50 % のモミが未消化のままふんに排せつされることが明らかとなっている。原因は、子実が難消化性の籾殻に覆われているためであり、熟期が進むほど消化性が低下する(図 2-3)。

これは稲発酵粗飼料に特有の問題ではなく、穀実ごとサイレージにするホールクロップ作物に共通する問題といえる。トウモロコシでは黄熟期以降には 10 ～ 20 % の穀実が未消化のままふんに排出される現象が観察されている。

しかし、稲発酵粗飼料のモミの第一胃内乾物分解速度は非常に遅く(新出ら、2004)、しかも比重が大きいため、反芻時に反芻食塊として口腔内に吐出されにくく、反芻による破碎を受けず、第一胃から早く第三胃以降に流出してしまうことが考えられる。刈取期別の子実排せつ率は黄熟期以降で 40 % を超えることから、繊維の消化性も考慮すれば、糊熟期(出穂後 15 日)～黄熟期(出穂後 30 日)での収穫が望ましい。特に、完熟したモミは脱粒しやすいことから、子実排せつの傾向が強まると考えられる。泌乳初期は、必要な乾物量が摂取できにくく、エネルギーバランスがマイナスになっていることから、配合飼料 1kg 程度のエネルギーを増給し補う必要があり、黄熟期までの収穫が必須となる。

(イ) 発酵品質、カビ

発酵品質やカビの有無は採食性に影響を及ぼす。不良発酵に伴うアンモニアや酪酸は第一胃内の微生物に悪影響を及ぼし、第一胃の良好な発酵を阻害し、飼料の消化性や乳成分の低下を招くことから、管理不全等により不良発酵した稲発酵粗飼料の給与は控えるべきである。また、近年ではカビ毒の危険性が指摘されている。わが国における発生実態は、まだ十分に明らかになっていないが、カビ毒の有無は色、臭い等の官能検査では判別できないことから、カビた部分の給与は避けるべきである。

ウ 飼料設計

以下では、経産牛(3産、体重 650kg)を例に、日本飼養標準・乳牛(2006年版)を基にした飼料設計の手順を示すが、詳しくは添付ソフトウェアの利用法を参照されたい。

(ア) 養分要求量の算出

付属 CD にある養分要求量計算プログラムを用い、環境温度を 20℃、産次を 3 産以降とし、体重を 650kg、乳量、乳脂率を入力すると、表 2-6 のようにそれぞれの養分要求量が算出される。

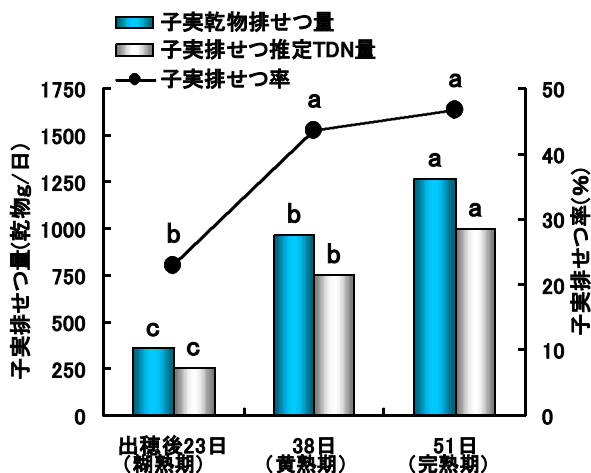


図2-3 刈取期別子実排せつ量と排せつ率
異符号間に有意差(abc:P<0.05)
広島畜技セ(2001)

表2-6 泌乳牛の養分要求量(体重650kg、平均環境温度20°C、産次3産以降)

乳量 (kg/日)	50	45	40	35	30	25	20
乳脂率 (%)	3.3	3.4	3.5	3.5	3.8	4.0	4.5
DMI (kg/日)	27.0	25.5	23.9	22.0	20.7	19.0	17.6
TDN (kg/日)	21.6	19.9	18.2	16.3	14.8	13.1	11.7
CP (kg/日)	4.50	4.11	3.72	3.29	2.96	2.58	2.25
Ca (g/日)	190	174	158	141	128	112	99
P (g/日)	112	103	94	84	77	68	60

DMI : 乾物摂取量、TDN : 可消化養分総量、CP : 粗蛋白質、Ca : カルシウム、P : リン

(イ) 飼料の選択

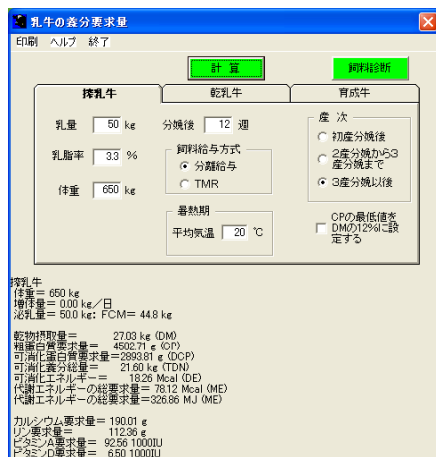
次に、飼料診断プログラムの入力フォームに用いる飼料を飼料リストボックスから選び、飼料セルにドラッグ&ペーストする。その際、成分表にない飼料も分析データがあればその値を入力できる。また、成分表から選択したデータも、修正可能である。

以下では、都府県で一般的な自給粗飼料であるトウモロコシサイレージと稲発酵粗飼料を組み合わせた飼料メニューを作成してみる。飼料設計に用いた飼料を表 2 - 7 に示す。

表2-7 飼料設計に用いた飼料の化学的組成(原物中%)

	水分	乾物	CP	ADF	NDF	NFC	TDN	Ca	P
稲発酵粗飼料(黄熟期)	62.7	37.3	2.6	11.6	18.1	10.7	20.8	0.062	0.063
トウモロコシサイレージ(黄熟期・全国)	73.6	26.4	2.1	7.7	12.6	9.3	17.4	0.04	0.05
アルファルファヘイキューブ(普通品)	10.8	89.2	14.7	32.9	40.7	19.7	49.4	1.16	0.25
ビートパルプ	13.4	86.6	10.9	22.8	43.3	26.4	64.6	0.51	0.08
乳牛用基礎配合2	12.1	87.9	16.8	10.5	22.0	40.9	70.6	0.279	0.118
綿実	8.3	91.7	19.8	32.0	41.6	7.7	80.9	0.18	0.38
大豆粕	11.7	88.3	46.1	7.9	12.6	22.4	76.6	0.29	0.62
第三リン酸カルシウム	0.5	99.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.83	18.47

注) 日本飼養標準乳牛(2006年版)に添付されたファイルの『飼料設計体験プログラム』に数値を追加



(ウ) 給与メニューの作成

飼料計算セルに、表 2 - 7 の全飼料の成分値が記入できたら、各飼料の給与量を入力する。その際、全項目の充足率が満足するように給与量を調整して給与メニューを求めることができる。以下では、上記の手順で求めた飼料メニューの例を示す。

(エ) 飼料設計の留意点

稲発酵粗飼料を飼料設計に組み入れる場合、以下の点に留意する必要がある。

稲発酵粗飼料を含め粗飼料の成分、栄養価は熟期、収穫方法、調製方法などにより異なることから、飼料設計に先立ち飼料分析を行うことが必要となる。同一ほ場産の飼料でも、収穫日が異なったり、保管方法が異なった場合には分析を依頼することが望ましい。

ロールから代表サンプルを得る方法は様々あるが、ドリルを用いたフィードサンプラー（特願 2007-268581）が容易である（写真 2 - 1）。TMR センターなどに搬入される稲発酵粗飼料全体を代表する値を得るためには、5 個のロールペールを無作為に選び、各稲発酵粗飼料ロールの縦列 5 ヶ所からサンプリング後、混合し、分析することで、乾物、粗蛋白質、繊維、灰分含量を誤差 ± 2.5 % 以内の高い精度で測定できる（石田 2007）。



写真2-1 フィードサンプラー

乳量の多い泌乳前期では、乾物中 TDN 含量が 75% 程度のエネルギー含量の多い飼料が必要となる。綿実や脂肪酸カルシウムなどの油脂類はエネルギー含量を高めるために有用であるが、多すぎると第一胃内微生物の増殖を抑えてしまうので、飼料中の脂肪含量を 5 % 以下にする。

粗蛋白質が要求量通りに給与されている場合でも、粗蛋白質の第一胃内での分解性が早い場合、また、非繊維性炭水化物などのエネルギーが不足する場合はアンモニアが微生物に利用されないばかりか、中毒や肝機能の低下を招く場合がある。第一胃内微生物の合成量を最大にするには、エネルギーと分解性粗蛋白質のバランスが重要となる。特に、乳生産量の多い泌乳初期では、両者のバランスへの配慮が求められる。そのため、日本飼養標準・乳牛（1999 年版）では、分解性の粗蛋白質（CPd）の要求量が示された。1999 年版では、CPd は飼料固有の値で固定されたものとして取り扱われたが、日本飼養標準・乳牛（2006 年版）では、第一胃における粗蛋白質の利用は乾物摂取量のみを変数とした通過速度（kp %/時間）により可変するものとして有効分解性蛋白質（ECPd）が示されている。しかし、通過速度には、繊維含量、飼料粒度、飼料構成など多くの要因が関与するため、さらにデータの蓄積が待たれる。

稲発酵粗飼料は、他のイネ科牧草に比べて非繊維性炭水化物に富む子実を含むため総繊維は少ないものの低消化性繊維の割合が高いのが特徴であり、物理的效果が高い。そこで、通常の方法で繊維の推奨値に合わせて必要量を計算すると、他のイネ科牧草に比べてより多くの稲発酵粗飼料を給与することになり、乾物摂取量を抑制してしまうことになる。よって、NDF 等の繊維の推奨値は、乳成分の安定のために必要な物理性を確保するための

目安と考え、物理性の面から必要量を決定する。物理性については、他のイネ科牧草と同等の価値を有することから、繊維の成分含量は他のイネ科牧草と同等（NDF で 65%程度）として計算する方法がある。つまり、表 2 - 7 で示されている NDF 含量（原物中 18.1 %）の代わりに、24.2 %（乾物中で 65%に相当）を用いる方法である。表 2 - 8 には補正した NDF 含量もあわせて示した。

表2-8 稲発酵粗飼料とトウモロコシサイレージを用いた飼料メニューと養分充足率（%）

	50	45	40	35	30	25	20
乳量 (kg)	50	45	40	35	30	25	20
乳脂率 (%)	3.3	3.4	3.5	3.5	3.8	4.0	4.5
体重 (kg)	650	650	650	650	650	650	650
給与量 (原物kg/日)							
稲発酵粗飼料 (黄熟期)	6.0	6.0	8.0	10.0	10.0	10.0	10.0
トウモロコシサイレージ (黄熟期・全国)	20.0	20.0	15.0	15.0	17.0	17.0	17.0
アルファルファハイキューブ (普通品)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ビートパルプ	-	-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
乳牛用基礎配合 2	18.0	16.0	15.0	14.0	12.0	11.0	9.0
綿実	3.0	3.0	2.0	-	-	-	-
大豆粕	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5	-	-
第三リン酸カルシウム	0.3	0.3	0.3	0.25	0.25	0.25	0.3
養分充足率							
DM充足率 (%)	105.8	105.3	104.2	104.0	102.5	104.5	103.0
CP充足率 (%)	111.8	114.2	111.8	110.6	105.5	105.4	106.1
TDN充足率 (%)	99.6	101.1	101.3	101.4	101.6	106.2	107.4
Ca充足率 (%)	94.1	99.3	108.2	107.0	112.9	124.6	135.4
P充足率 (%)	101.1	107.6	109.0	102.3	106.4	113.9	124.1
粗飼料割合 (%) 1)	29.4	31.3	31.5	37.5	42.9	45.8	50.2
NDF含量 2)	32.9	33.4	33.9	33.8	35.3	36.3	37.3
補正したNDF含量 3)	34.2	34.8	35.8	36.5	38.2	39.4	40.7
NFC含量	37.2	36.5	37.0	38.8	38.3	38.3	37.5

1) 稲発酵粗飼料、トウモロコシサイレージ、ハイキューブを粗飼料とした

2) 日本標準飼料成分表の稲発酵粗飼料（黄熟期）のNDF含量値（18.1%）を用いた場合の値

3) 日本標準飼料成分表の稲発酵粗飼料（黄熟期）のNDF含量値を乾物で65%相当（24.2%）に補正した値

飼料中の稲発酵粗飼料の給与割合が乾物 20 %以上になる場合の注意点は、①稲発酵粗飼料の繊維は物理性に富むが NDF の消化率は低いため、乾物摂取量の維持には、飼料中の NDF 含量は乾物 31 ~ 33 %（NDF 含量を日本標準飼料成分表の値とした場合）とする、②子実排せつによるエネルギー損失があるため、飼料中の NFC 含量は乾物 38 ~ 40 %とする、③飼料全体の粗飼料割合は 5 %程度やや低めに設定する、④稲発酵粗飼料に組み合わせる粗飼料はアルファルファ乾草や刈取時期の早い NDF 含量の低いものを使用する、などを考慮するとよい。

(オ) モニタリング

飼料設計に万全を期しても、各飼料成分のわずかなズレや計量の誤差が集積すると、設計と異なる栄養価の飼料になる場合がある。また、牛の状態や飼槽・牛舎環境等の影響により、牛が予定通りに食べない場合もある。そこで、飼料設計と実際の養分摂取状態に違いがないかチェックする必要がある。特に、飼料を切り替えた時は注意を要する。

具体的には、牛個体あるいは群として想定した乾物量を摂取しているかを確認し、摂取していない場合、① NDF 含量、② NFC 含量、③切断長（飼料片粒度）などを確認し、乳量、乳成分の値をみながら給与設計を微調整する必要がある。また、牛の栄養状態をモニタリングする方法として、牛の行動、ふんの性状、ボディコンディション、乳成分や血液成分からの診断法などがある。反芻を十分に行っているか、ふんの柔らかさや固形物・繊維の混入程度などは容易に観察できる。また、ボディコンディションも簡便に牛群の状態が診断できる。さらに、牛群検定では、個体別の乳量、乳成分等を基に、泌乳期毎の養分摂取状況を診断するプログラムが開発されており、作成されたグラフにより、問題点の把握が容易となる。このような診断を活用することは極めて有用である。

(カ) 実用的給与量

現状での稲発酵粗飼料の生産量や現地事例を参考にすると、泌乳初期における実用的給与量は、乳量 20～30、30～40 および 40kg 以上でそれぞれ原物で 8～10kg、6～8kg および 3～6kg 程度となる。

② 泌乳中期～後期

ア 給与の留意点

これまで行われてきた給与試験の多くは、他の飼料と比較するため、安定した乳量推移を示す泌乳中～後期の泌乳牛が用いられている。それらのデータの一例を表 2-9 に示した。

泌乳中～後期の牛では、飼料乾物中に 30%程度まで給与しても乾物摂取量、乳量、乳成分に他の輸入乾草と差がみられない。この時期の牛は、乾物摂取量が最大に達する時期を過ぎ、乳量が減少し始めているため、エネルギー濃度の低い飼料でも食べきれない状態になっているためと考えられる。しかし、乳量が減っても食欲は旺盛な時期なので、エネルギー摂取量が過剰となり、過肥になる恐れもあるため、飼料設計は的確に行う必要がある。

表2-9 稲発酵粗飼料を用いた泌乳試験成績

	乾物摂取量(kg/日)		乳量 (kg/日)	乳成分(%)		出典	
	サレージ (%)	飼料全体 (%)		乳脂肪	SNF		
稲発酵粗飼料	7.0	(26)	26.6	36.1	3.77	8.14	三重県 (2001)
輸入スーダン乾草	5.6	(21)	26.7	37.5	3.87	8.23	
稲発酵粗飼料	6.1	(26)	23.4	25.0	4.08	8.71	埼玉県 (2001)
輸入苜蓿乾草	6.3	(27)	23.0	26.7	4.12	8.79	
稲発酵粗飼料	6.0	(29)	20.8	30.0	4.02	8.96	新潟県 (2001)
輸入苜蓿乾草	6.1	(29)	21.3	31.1	3.91	8.95	

SNF：無脂固形分、()の数値は飼料全体に占めるサレージの割合。

イ 実用的給与量

泌乳中～後期の牛に対する稲発酵粗飼料の飼料メニューについては、乳量に応じて、表 2-8 を参照されたい。

現状での稲発酵粗飼料の生産量や現地事例を参考にすると、泌乳中～後期における実用的給与量は、乳量 35kg 以上および 35kg 以下でそれぞれ原物で 6～8kg および 8～10kg 程度となる。

3 肉用牛への給与

(1) 育成牛

肉用子牛を育成する場合は、市場での価値をたかめるために十分な発育が重要で、成長期の子牛の養分要求量に見合った栄養が必要となる。稲発酵粗飼料は粗蛋白質(CP)が低いため、多給する場合は大豆粕等を補給する。稲発酵粗飼料の TDN 含量も子牛の発育に影響を与えるので注意する。実際の給与では、本文中の実用的給与量を目安にする。

(2) 繁殖牛

肉用繁殖牛は稲発酵粗飼料を自由摂取した場合、原物で 24～25kg (乾物 6～10kg) 採食可能であるが、稲発酵粗飼料は CP 及びアミノ酸含量が低いので妊娠期に単味給与は避け、大豆粕を補給する。牧乾草と併用給与する場合は、稲発酵粗飼料を乾物割合で 50%まで給与可能であるが、低質な牧乾草の場合は配合飼料を 1.0～1.5kg 補給した方がよい。実際の給与では、本文中の実用的給与量を目安にする。

(3) 肥育牛

肥育牛は、濃厚飼料を長期間給与するため、尿石や鼓脹症などの代謝病を発生しやすい。またビタミン A 制御型の肥育を行っている場合は更に疾病に注意が必要である。稲発酵粗飼料は、嗜好性が良く、粗飼料の物理性も稲わらに近いので、肥育用の粗飼料として適している。実際の給与では、本文中の実用的給与量を目安に、以下の点に留意して給与する。

- ① 飼料の急変は避け、稲発酵粗飼料の馴致には 1 週間程度必要である。
- ② 稲発酵粗飼料は β-カロテン含量の変動幅が大きいため、肥育牛への給与では、β-カロテン含量の把握が望ましい。
- ③ ビタミン A 制御型の肥育では、稲発酵粗飼料の給与は肥育前期と後期とし、中期は控える。
- ④ 後期給与型の肥育では、肥育中期までは慣行の稲わら給与による肥育を行い、肥育後期に稲発酵粗飼料を給与する。

(1) 育成牛への給与

① 養分要求量と飼料設計

肉用子牛を育成する場合は、市場での価値を高めるために十分な発育が重要となる。また、成長期の子牛の養分要求量が多いため十分な栄養分の摂取が必要となる。そのため稲発酵粗飼料を肉用子牛に給与する場合には、濃厚飼料を補給しなければならない。給与試験の結果を踏まえ、表 3-1 に黒毛和種子牛への稲発酵粗飼料給与例として標準的な給与体系と、多給体系との 2 つの給与例を示した。黒毛和種子牛育成での給与量(原物)は、標準的な給与体系で給与開始時(4ヶ月齢)が 1.5～2.0 kg、育成終了時(9ヶ月齢)が 5～5.5 kg 程度給与可能であり、多給する体系では育成終了時(9ヶ月齢)で 6～6.5 kg 程度給与が必要となる。

表3-1 黒毛和種子牛へのイネWCS給与例

単位：原物kg/日・頭

体系	飼料	月齢				
		4	5	6	7	8
標準型	稲発酵粗飼料 ¹⁾	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5
	濃厚飼料 ²⁾	3	3.5	4	4.5	5
多給型	稲発酵粗飼料 ¹⁾	2	3.5	4.5	5.5	6.5
	濃厚飼料 ³⁾	2.5	3	3.5	4	4.5

1) DM45.0%, TDN51.0%, CP6.0%とした。また、給与量は目安であり不断給餌とする。

2) DM88.0%, TDN68.0%, CP15.0%とした。

3) DM88.0%, TDN68.7%, CP17.5%とした。大豆粕を濃厚飼料給与量の8%添加しCP割合を高めた。

交雑種育成牛への給与例を表3-2に示した。稲発酵粗飼料の給与は出生後3～8ヵ月齢の5ヵ月間で、原物あたり1～6kg給与し、肥育移行時の粗飼料の急変を避けるためチモシー乾草1kgを定量給与するとともに、粗蛋白質の充足率を向上させるためルーサンペレットを給与する。

稲発酵粗飼料の採食性は良好で、育成試験期間の5ヵ月間で原物約410kg（乾物で約140kg）の採食が認められ、チモシー乾草の給与量を約200kg減らすことが可能となる。また、1日当たり増体量（DG）0.97kg/日と発育も良好で、稲発酵粗飼料を交雑種の育成期用粗飼料として利用することにより、血漿中のビタミンE濃度は約2倍となる。その後の肥育成績も良好で、発育停滞を引きおこす疾病も認められなかったことから、健康で飼料利用性の高い子牛を育成できるものと考えられる。また、一般的に育成時期の粗飼料は不断給餌であるが、稲発酵粗飼料も不断給餌が可能である。

表3-2 交雑種子牛へのイネWCS給与例

単位：原物kg/日・頭

飼料	体 重 (k g)						
	100	125	150	175	200	225	250
稲発酵粗飼料 ¹⁾	1	1	2	4	4	5	6
ルーサンペレット ²⁾	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2
チモシー乾草 ³⁾	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
育成用配合飼料 ⁴⁾	2.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5

養分要求量は日本飼養標準・肉用牛（2000年版）黒毛和種去勢牛、1日増体量1kgを適用

1) DM37.3%、TDN20.8%、CP2.6% 2) DM90.6%、TDN50.3%、CP15.9%

3) DM85.2%、TDN46.8%、CP6.8% 4) DM88.0%、TDN69.0%、CP16.0%（原物中%）

② 給与上の注意点

肉用子牛の育成において飼料中のタンパク質が重要となることは広く知られている。稲発酵粗飼料を子牛育成期に給与する場合は、粗蛋白質（CP）が充足できない時期があるため、大豆粕等でCPを補給する必要があると思われる。特に粗飼料多給による子牛育成体系ではより一層注意が必要となる。また、CP濃度と同様にTDNの摂取量も子牛の発育に大きく影響を及ぼすため、粗飼料の栄養価を十分に把握し給与することが重要である。

肉用牛では稲発酵粗飼料への馴致の問題は少ないとされているが、発酵品質には十分留意する。また、稲発酵粗飼料を給与した肥育もと牛を市場出荷する場合は、その後肥育農家で粗飼料の成分が大きく変化することが考えられることから、市場出荷に伴い粗飼料変更が予想される場合は、他の粗飼料への十分な馴致や肥育農家への周知が必要と思われる。

稲発酵粗飼料の水分含量は種々の条件によって変わるので、利用しようとする稲発酵粗飼料の乾物率を測定し、乾物としての摂取量を把握しておくことが重要とされているが、子牛育成においても同様である。

(2) 繁殖牛への給与

① 2回刈り稲発酵粗飼料の栄養価および採食量

2回刈りした稲発酵粗飼料（品種スプライス）の栄養価は、1番刈が DCP 6.9 %、TDN 46.1 %、2番刈が DCP 3.9 %、TDN 52.9 %である。これらのサイレー ジを肉用繁殖牛（空胎牛）に自由採食（60日間）させた場合の採食量は、1番刈で原物 25kg 程度（乾物で 6～11kg）であり、体重比（乾物）では1番刈で 1.2 %、2番刈で 2.0 %の採食が可能である。なお、稲発酵粗飼料は、イタリアンライグラスに比べると粗蛋白質含量及び各アミノ酸含量が低い（表 3-3）。

表3-3 WCS用イネのアミノ酸組成（乾物中）

	リジン (%)	スレオニン (%)	ヒスチジン (%)	イソロイシン (%)	アルギニン (%)
イネ 1 番刈	0.31	0.30	0.16	0.31	0.23
イネ 2 番刈	0.25	0.23	0.12	0.24	0.23
イタリアン乾草	0.61	0.60	0.33	0.66	0.66

② 稲発酵粗飼料への大豆粕の補給効果

稲発酵粗飼料に大豆粕を 1kg 程度補給することにより、血漿総蛋白は正常に推移し（図 3-1）、胎子発育及び分娩後の繁殖機能も良好で、哺乳量及び分娩後の子牛の発育も良好である（表 3-4）。

表3-4 稲発酵粗飼料の給与における繁殖成績および子牛生産性

	妊娠期間 (日)	生時体重 (kg)	分娩-発情 (日)	分娩-受胎 (日)	授精回数 (回)	哺乳量 (kg/日)	離乳時体重 (kg/日)	日増体量 (kg/日)
単味区	286.8	27.9	77.8	114.5	2.3	5.9	144.3	0.97
大豆区	288.5	33.1	57.5	68.3	1.5	6.0	156.0	1.02
55%区	292.5	30.5	60.5	81.5	2.0	5.4	138.9	0.90
45%区	289.3	33.9	52.0	57.3	1.3	5.9	154.8	1.01

単味区：飼料イネサイレー ジのみ、大豆区：飼料イネサイレー ジ+大豆粕 1kg/日

55%区：飼料イネサイレー ジ 55%、イタリアンライグラス乾草 45%（乾物比）

45%区：飼料イネサイレー ジ 45%、イタリアンライグラス乾草 55%（乾物比）

離乳：4カ月齢

稲発酵粗飼料は粗蛋白質含量が低い、それ以上にアミノ酸含量が低く（表 3 - 3）、繁殖成績も必ずしも良くないことから単味給与は避ける。

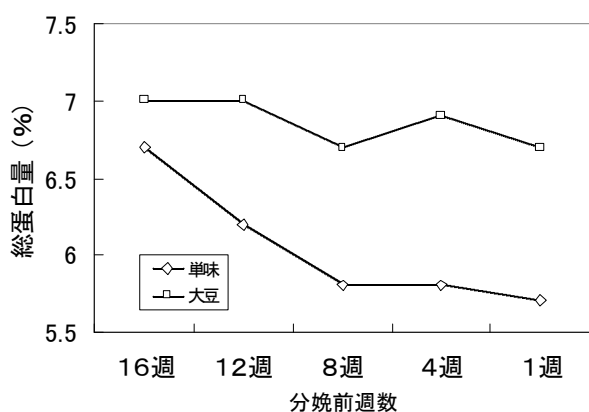


図 3-1 大豆粕給与時の血漿総蛋白

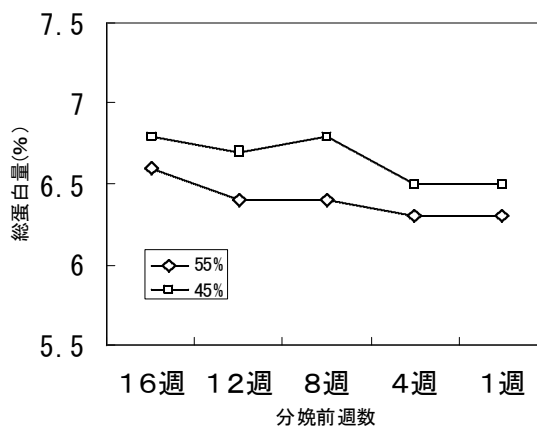


図 3-2 牧草併用時の血漿総蛋白

③ 稲発酵粗飼料と牧乾草の併用給与

肉用繁殖牛の妊娠期に稲発酵粗飼料を良質な牧乾草（CP12%、TDN60%程度）と併用給与する場合、稲発酵粗飼料を飼料中に乾物割合で約 50 % 給与しても血液性状は正常に推移し（図 3 - 2）、子牛生産性も良好であり問題ない。ただし、併用給与する乾草の粗蛋白質（CP）が 10 % 以下の低品質の牧乾草では、胎子発育の低下を防ぐために配合飼料を 1.0 ~ 1.5kg 補給した方がよい。

④ 黒毛和種繁殖牛への通年給与

基本飼料として稲発酵粗飼料 10kg を上限として通年給与する飼養方法で、繁殖ステージ別飼料給与例を表 3 - 5 に示した。稲発酵粗飼料の乾物率は 34 %、乾物中の CP は 5 %、TDN54 % で体重別に日本飼養標準・肉用牛の TDN 充足率が 100 % となるように飼料給与量を設定してある。また、表 3 - 5 で乾草の給与量が表 3 - 8 ~ 10 と比較して少ないのは、乾草の CP が 7.5 % と低いため、ヘイキューブと配合飼料で CP の充足を図ったためである。

表3-5 稲発酵粗飼料を利用した繁殖ステージ別給与例

繁殖ステージ	妊娠末期			授乳期			維持期		
	400	450	500	400	450	500	400	450	500
体重 (kg)	400	450	500	400	450	500	400	450	500
稲発酵粗飼料	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
チモシー乾草	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.8	1.0	1.5	1.5
ヘイキューブ	1.0	1.0	1.0	1.5	1.3	1.5	1.0	1.0	1.5
繁殖用配合飼料	2.0	1.3	1.6	3.0	3.0	3.0	1.1	0.0	0.0

チモシー乾草は乾物中CP7.5%、TDN63%とした。配合飼料は乾物中CP17%、TDN77%とした。

稲発酵粗飼料を3年間通年給与した黒毛和種繁殖雌牛4頭の体重は、分娩により60kg程度減少するが、その後は分娩直後のレベルを維持し、分娩後5ヵ月から増加に転じている。さらに、9ヵ月後には分娩前の体重まで回復している(図3-3)ので、表3-5の繁殖ステージ別給与例に基づいて飼養を行えば、エネルギーの過不足はないと考えられる。

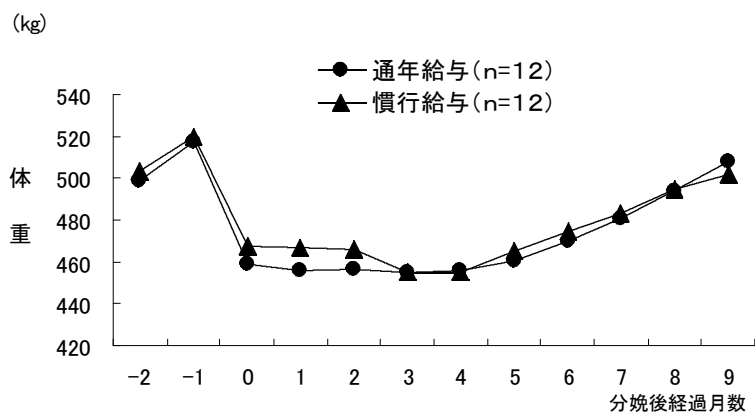


図3-3 分娩前後の体重の推移

繁殖についても3年間の連産性に問題はなく、分娩間隔351日で1年1産が可能である。

また、産子の生時体重は36kg、3ヵ月後の離乳時体重123kg、DG0.97kg/日で子牛の発育も良好である(表3-6)。さらに、血液生化学成分値については、稲発酵粗飼料を通年給与することにより、血漿中のビタミンE濃度が500µg/dl以上となり慣行給与に比べ3~4倍、β-カロテン濃度も300µg/dl程度で1.5倍と高い値を示したが、他の血液生化学成分値については慣行給与と同程度で正常に推移している。

表3-6 繁殖成績と子牛の発育

給与区分	n	初回発情までの 分娩後日数	受胎までの 分娩後日数	平均授精 回数	分娩間隔 (日)
通年給与	12	54.3 ± 16.0	66.4 ± 18.6	1.3 ± 0.5	351 ± 18.6
慣行給与	12	54.8 ± 21.0	72.8 ± 24.6	1.3 ± 0.5	358 ± 24.6
給与区分	n	妊娠期間 (日)	生時体重 (kg)	離乳時体重 (kg)	1日増体重 (kg)
通年給与	12	293 ± 3.8	36.0 ± 8.5	122.8 ± 22.5	0.97 ± 0.19
慣行給与	12	291 ± 6.3	35.3 ± 7.9	122.5 ± 21.8	0.96 ± 0.16

*子牛の数値は通年給与(雄7雌5)、慣行給与(雄6雌6)の平均値

⑤ 飼料給与の目安

表3-7~9に稲発酵粗飼料を肉用繁殖牛に多給する場合、良質乾草と併用給与する場合、低品質乾草と併用給与する場合の飼料給与例を体重500kgの繁殖牛について示した。なお、稲発酵粗飼料の乾物率は38%、乾物中のCPは7%、TDNは52%とした。飼料給与例に依

って繁殖牛へ飼料給与するとき重要なのは、飼料の利用性は牛により異なるので、ボディコンディション等により栄養状態を把握することである。また、稲発酵粗飼料は肉用繁殖牛の主たる粗飼料として通年利用できるが、乾物中の TDN は 50 % 以上と高いので、過剰な給与は過肥による繁殖成績の低下が心配されるので避ける。さらに、稲発酵粗飼料は飼料成分分析を実施したうえで利用することとし、発酵品質の悪い稲発酵粗飼料の給与は、採食量の低下が懸念されるので利用は避けるべきである。

表3-7 肉用繁殖牛への稲発酵粗飼料の多給例 (原物 kg)

	妊娠期 (分娩前2~3ヶ月)	授乳期	維持期 (離乳後)
稲発酵粗飼料	17~20	17~20	17~20
大豆粕	1~1.5		
配合飼料		2.5~3.5	

大豆粕は乾物中CP48%、TDN80%とした。配合飼料は乾物中CP16%、TDN78%とした。

表3-8 肉用繁殖牛への稲発酵粗飼料と良質乾草との併用給与例 (原物 kg)

	妊娠期 (分娩前2~3ヶ月)	授乳期	維持期 (離乳後)
稲発酵粗飼料	10~13	10~13	7~10
良質乾草	4~5	4~5	3~4
配合飼料		2~3	

良質乾草は乾物中CP12%、TDN60%とした。配合飼料は乾物中CP16%、TDN78%とした。

表3-9 肉用繁殖牛への稲発酵粗飼料と低品質乾草との併用給与例 (原物 kg)

	妊娠期 (分娩前2~3ヶ月)	授乳期	維持期 (離乳後)
稲発酵粗飼料	7~10	7~10	7~10
低品質乾草	4~5	4~5	4~5
配合飼料	1.5~2	3~4	

低品質乾草は乾物中CP8%、TDN50%とした。配合飼料は乾物中CP16%、TDN78%とした。

(3) 肥育牛への給与

① 黒毛和種

ア 稲発酵粗飼料の肉用牛用飼料としての特性

稲発酵粗飼料は、嗜好性にすぐれており、粗飼料価指数も、稲わら 77.6 分、稲発酵粗飼料 70.7 分、チモシー乾草 63.5 分でチモシー乾草よりも物理的特性は優れている。肥育牛では特に肥育の中期や後期に濃厚飼料が多給されるので、反芻胃を健全に保つためにも稲発酵粗飼料は、肥育用の粗飼料として優れている。

稲発酵粗飼料のビタミン類の特性としては、β-カロテン含量は刈り取り時期や、予乾の有無及びイネの品種により変動の幅が大きく 2.7 ~ 75.4mg/乾物 kg となっており、β-カロテン含量が稲わらとほとんど変わらないものもあるので、ビタミン A 制御型肥育では、稲発酵粗飼料中の β-カロテン含量の把握が望ましい。またビタミン E 含量も変動の幅が大きいですが、良質の稲発酵粗飼料は稲わらや牧乾草より多くのビタミン E を含んでいる。一般的にはビタミン E 含量が多い稲発酵粗飼料は β-カロテン含量も多い傾向にある (図 3-4)。

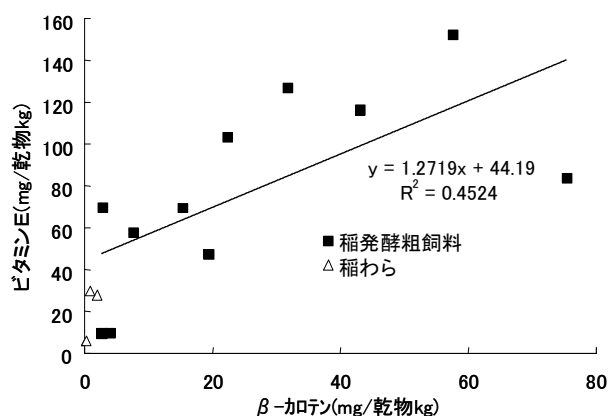


図3-4 稲発酵粗飼料中のβ-カロテンとビタミンE含量の関係

イ 給与試験における産肉性

(ア) 摂取量と日増体量

これまでに行われた 10 例の稲発酵粗飼料を用いた黒毛和種去勢牛の肥育試験成績を取りまとめ、表 3-10 に示す。肥育前期は稲発酵粗飼料が多給され乾物で 2.2kg の稲発酵粗飼料が摂取されている。濃厚飼料の給与量が制限される場合が多いため濃厚飼料の摂取量は乾物で 5.7kg であるが、肥育前期の日増体量 (DG) は 0.98kg と良好である。肥育中期では稲発酵粗飼料の給与を行わない試験が多く、稲発酵粗飼料を給与する場合でも、この時期は濃厚飼料を多給するために、稲発酵粗飼料の摂取量は少なく、摂取量は乾物で 1.4kg である。濃厚飼料の摂取量は乾物で 6.8kg、DG は 0.69kg である。肥育後期の稲発酵粗飼料の摂取量は乾物で 1.3kg、濃厚飼料は乾物で 7.1kg、DG は 0.66kg である。

(イ) 枝肉成績

稲発酵粗飼料を肥育中に給与した牛の枝肉格付けは、肉質等級で 2 ~ 4 等級の範囲を示

し平均 3.2 であり、BMS ナンバーは 5.2 (2.8 ~ 6.8) である。黒毛和種の BMS ナンバーの全国平均と比較しても肉質的には良好なものが得られたと言える。また肥育終了時の平均月齢は 27.4 ヲ月、体重は 719kg と黒毛和種去勢牛の全国平均を上回る増体を示すことから、黒毛和種去勢牛に稲発酵粗飼料を給与しても増体、肉質の両面で稲わらを中心とした従来の肥育法に比較して満足できる肥育成績が得られる。

なお脂肪の色 (BFS ナンバー) については、稲発酵粗飼料を給与してもほとんどの試験で 3.0 であり、平均でも 3.1 (3.0 ~ 3.5) と黒毛和種去勢牛の全国平均と差がない。したがって、稲発酵粗飼料の給与による脂肪の黄色化は問題とならない。

(ウ) 稲発酵粗飼料のβ-カロテン含量と血液中のビタミンA濃度

稲発酵粗飼料を給与している期間の血液中のビタミンA濃度は2例の肥育試験を除けば、正常値の 80IU/dl を越える値を示したが、稲発酵粗飼料のβ-カロテン含量が低い、あるいは稲発酵粗飼料の摂取量が少ない場合、血液中のビタミンA濃度は低下する。これらの試験で給与された稲発酵粗飼料のβ-カロテン含量は平均で乾物 1kg あたり 10.3mg であり低かった。β-カロテン 1mg はビタミンAで 400IU に換算できるので、今回肥育前期の稲発酵粗飼料の平均摂取量は 2.2kg であるが、β-カロテン含量が 10.3mg/kg では、ビタミンAの摂取量に換算して 9000IU 程度にしかならず、稲発酵粗飼料のみでビタミンAの要求量を満たすことはない。逆に稲発酵粗飼料には 50mg 程度のβ-カロテンが含まれていることも多いが、この場合は稲発酵粗飼料を乾物で 2.2kg 給与すると、稲発酵粗飼料だけで 44000IU とビタミンAの黒毛和種去勢牛要求量の2倍近くを摂取することになる。したがって、給与前にβ-カロテンの含量を把握しておく必要がある。

表3-10 稲発酵粗飼料を給与した黒毛和種去勢牛の肥育期ごとの飼料摂取量とDG 単位(kg)

	肥育前期(15) 9~14ヵ月齢	肥育中期(3) 15~21ヵ月齢	肥育後期(10) 22~28ヵ月齢
稲発酵粗飼料	2.2±0.7	1.4±0.9	1.3±1.0
濃厚飼料	5.7±1.4	6.8±0.5	7.1±1.0
摂取飼料合計	7.9±2.1	8.2±0.6	8.4±0.6
DG	0.98±0.15	0.69±0.09	0.66±0.09

()の数字は試験区の数。飼料摂取量は1日当たりの乾物摂取量。

ウ ビタミンA制御型肥育における肥育前期及び後期の稲発酵粗飼料の給与

現在、肥育においては肉質向上のためビタミンAを制御する肥育方法が広く行われている。稲発酵粗飼料のβ-カロテン含量の不明な場合が多いので、稲発酵粗飼料は、ビタミンAの影響が少ない肥育前期と肥育後期に給与し、肥育中期は確実に血漿中のビタミンA濃度を低下させるため稲発酵粗飼料の給与を控える。肥育の前期及び後期に稲発酵粗飼料を給与する場合は、肥育前期は長期肥育に対応して良質の粗飼料を給与する必要があるため、稲発酵粗飼料を多給してもよい。肥育後期では稲発酵粗飼料の給与は可能であるが、一日当たり 5000 ~ 8000IU 程度のビタミンAの給与量が推奨されているので、肥育前期よりは

稲発酵粗飼料の給与量は少なくなる。

エ 肥育後期型の稲発酵粗飼料の給与

後期給与型の肥育では、肥育中期までは稲わら給与による慣行の肥育を行い、ビタミン A の影響が比較的少ないと考えられる肥育後期に稲発酵粗飼料を給与する。これまでに行われた肥育後期の 2 件の給与事例では、稲発酵粗飼料を肥育後期に原物で 5kg 程度給与しても増体や枝肉成績は低下せず、ビタミン E の蓄積により牛肉の脂質酸化や肉色の退色が抑制されるという結果が得られている。一方、稲発酵粗飼料中のビタミン E 含量が乾物で 300mg/kg と非常に高い場合は、ビタミン A 制御型肥育の後期の給与量である原物 2kg を肥育後期のみにも給与しても、牛肉中に抗酸化作用発揮に必要な量のビタミン E が蓄積されるという事例も報告されている。従って牛肉中へビタミン E を蓄積させて高付加価値化を図る場合は、実際に給与する稲発酵粗飼料の品質を十分に把握することが望ましい。

オ 飼料給与量

表 3 - 10 に示された稲発酵粗飼料の給与量をもとに実際の給与量の目安を表 3 - 11 に示す。稲発酵粗飼料の水分含量は、予乾や刈り取り熟期によって異なるので、それぞれの稲発酵粗飼料の水分含量にしたがって給与量を増減させる。またビタミン A 制御型肥育における肥育後期の稲発酵粗飼料の給与量は、稲発酵粗飼料の乾物中 β -カロテン含量を 20mg/kg として計算した。稲発酵粗飼料の β -カロテン含量がこれより少ないと稲発酵粗飼料の給与量を増やすかビタミン剤の添加が必要となる。後期給与型の稲発酵粗飼料の給与量では通常はビタミン剤の添加は必要ないが、 β -カロテン含量が稲わらとほとんど変わらない場合もあるので、給与する稲発酵粗飼料の品質を十分に把握する必要がある。

表3-11 黒毛和種去勢牛への稲発酵粗飼料給与例 - 1日当たり給与量 (原物)

肥育ステージ	全期間給与肥育			ビタミンA制御型肥育		
	前期	中期	後期	前期	中期	後期
月齢(カ月)	10~14	15~22	23~29	10~14	15~22	23~29
稲発酵粗飼料(kg)	4	4	4	6		2
稲わら(kg)					1~2	
濃厚飼料(kg)	7	8	8	7	9	9

肥育ステージ	後期給与型肥育		
	前期	中期	後期
月齢(カ月)	10~14	15~22	23~29
稲発酵粗飼料(kg)			2~5
稲わら(kg)	2~3	1~2	
濃厚飼料(kg)	7~8	9	8~9

カ 稲発酵粗飼料のビタミンEにもとづく牛肉の品質保持

現在、稲発酵粗飼料を利用した牛肉についてブランド化を検討する事例が増えてきてい

る。牛肉がブランド化されるには、稲発酵粗飼料を給与することによって牛肉に何らかの付加価値が加えられることが望まれる。ビタミン E は、抗酸化作用を有することから、ビタミン E が筋肉中に蓄積されると、肉色の退色や脂質の酸化を抑制する効果がある。良質な稲発酵粗飼料はビタミン E を乾物で 100mg/kg 以上含んでいる。稲発酵粗飼料は血漿中のビタミン E を増加させるだけでなく筋肉中のビタミン E 含量を増加させるので、肉色の褐色化や脂質の酸化を抑制する効果が期待される。実際に、肥育後期における稲発酵粗飼料の給与量が増加するに伴い、冷蔵保存 7 日目の牛肉のメトミオグロビン割合（牛肉の褐色化度合いの指標）が抑制される（図 3-5）。

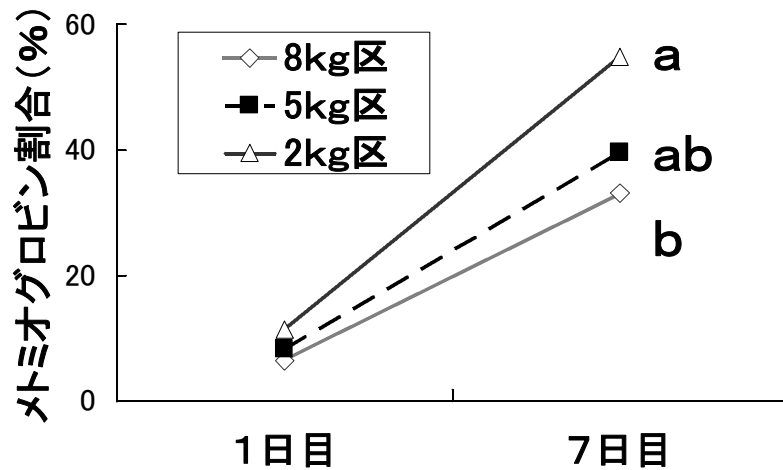


図3-5 肥育後期の稲発酵粗飼料の給与量の違いが牛肉のメトミオグロビン割合に及ぼす影響

畜産草地研究所 山田ら (2007)

② 交雑種(黒毛和種×ホルスタイン種)

ア 飼料給与量

交雑種去勢肥育牛へ肥育前期の8～15ヵ月齢に、稲発酵粗飼料を原物で6～8kg(乾物で2.5～3kg)、濃厚飼料を4～6kg給与することにより、肥育前期では一日当たり0.8～1.0kg増体する。肥育中後期は稲発酵粗飼料を2～3kg(乾物で1kg程度)、濃厚飼料を8～10kg程度給与することにより、一日当たり0.7～1.0kg程度増体する。黒毛和種と比較して、稲発酵粗飼料の摂取量は交雑種の方が多く、増体は交雑種が優れている。枝肉格付けでは黒毛和種より劣るが、交雑種の肉質等級は3程度となる。

肥育前期の濃厚飼料給与量を体重の1.5%に制限して稲発酵粗飼料またはチモシー乾草を自由採食させると、稲発酵粗飼料を給与した交雑種去勢牛の増体は、チモシー乾草より大きくなった。したがって、稲発酵粗飼料は肥育前期の良質粗飼料として給与できる。

稲発酵粗飼料の給与量の目安を表3-12に示す。稲発酵粗飼料を全期間給与する肥育では、肥育前期の濃厚飼料の給与量を制限して稲発酵粗飼料を多給する。肥育中後期は濃厚飼料を多給するので稲発酵粗飼料の給与量は少なくなる。

ビタミンA制御型肥育では、黒毛和種の項で示されているように稲発酵粗飼料のβ-カロテン含量をあらかじめ把握しておくことが望ましい。肥育前期は稲発酵粗飼料の給与量を多くすることが可能であるが、肥育中期(15～21ヵ月齢)は黒毛和種と同様に、交雑種でも稲発酵粗飼料の給与を控える。またビタミンA制御型肥育では、肥育後期のビタミンA給与量を5000～8000IU程度に制限した方がよいとされているので、稲発酵粗飼料中のβ-カロテン含量を20mg/乾物kgとして稲発酵粗飼料の給与量を算出し表3-12に示す。β-カロテン含量が低い稲発酵粗飼料では給与を増やすかビタミンA剤の添加が必要となる。表3-12に示した値は給与量の目安であり、実際の給与量は稲発酵粗飼料の乾物割合によっても増減させる必要がある。

表3-12 交雑種去勢牛への稲発酵粗飼料給与例—1日当たり給与量(原物)

肥育ステージ	全期間給与肥育			ビタミンA制御型肥育		
	前期	中期	後期	前期	中期	後期
月齢(ヵ月)	8～14	15～21	22～27	8～14	15～21	22～27
稲発酵粗飼料(kg)	8	5	4	8		3
稲わら(kg)					1～2	
濃厚飼料(kg)	5～8	8.5～11	11	5～8	8.5～11	11

イ 交雑種雌牛への稲発酵粗飼料の全期間、前後期給与

(ア) 全期間、前後期給与例と給与飼料成分

表3-13に交雑種雌牛への稲発酵粗飼料の全期間、前後期給与例を示した。粗飼料として全期間給与は、稲発酵粗飼料を肥育前期に7kg(乾物で2.4kg程度)、中後期に5kg(乾物で1.7kg程度)定量給与し、ビタミンA制御を目的とした前後期給与は、中期に稲わら1.5kgを定量給与する。さらに、配合飼料の給与量は体重の1.7～1.8%で肥育中後期は飽食状態で飼養するが、粗飼料の乾物給与割合が、配合飼料の10%以下にならないように注意する。また、肥育期間は20ヵ月(前・中期7ヵ月、後期6ヵ月)とし、28ヵ月齢の目

標体重を 760kg に設定した。

給与区分	肥育ステージ	肥育前期	肥育中期	肥育後期
	生後月齢 (月)	8~15	15~22	22~28
	目標体重 (kg)	250~480	480~630	630~760
全期間給与	稲発酵粗飼料	7.0	5.0	5.0
前後期給与	稲発酵粗飼料	7.0	-	5.0
	稲わら	-	1.5	-
慣行給与	チモシー乾草	3.0	-	-
	稲わら	-	1.5	1.5
共通飼料	配合飼料	4.5~8.5	8.5~11.5	11.5~13.0
	ルサンペレット	0.2	-	-

表 3 - 14 に給与飼料の成分値を示した。稲発酵粗飼料の乾物率は 34 %、乾物中のビタミン E 含量は 329mg/kg でチモシー乾草の約 38 倍、稲わらの約 14 倍量に相当する。また、β-カロテン含量は 37.2mg/kg でチモシー乾草の 2.4 倍、稲わらの約 29 倍である。

飼料名	水分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	NFE (%)	粗繊維 (%)	TDN (%)	βカロテン (mg/kg)	αトコフェロール (mg/kg)
稲発酵粗飼料	65.9	5.0	2.1	49.0	27.3	54.0	37.2	329.4
稲わら	12.2	5.4	2.1	42.8	32.3	42.8	1.3	23.8
チモシー乾草	10.2	7.5	2.1	50.8	33.1	62.7	15.6	8.6
配合飼料	12.3	14.5	3.4	71.4	5.0	82.5	0.2	11.5
ルサンペレット	9.4	17.5	2.5	41.8	26.8	55.4	64.9	51.8

(イ) 摂取量と日増体量

交雑種雌牛の発育と飼料摂取量を表 3 - 15 に示した。稲発酵粗飼料の原物摂取量は、全期間給与で約 2.6t (乾物で 900kg 程度)、前後期給与で約 1.9t (乾物で 650kg 程度) の採食が認められ採食性は良好である。また、配合飼料の摂取量は、全期間給与が原物で約 5.2t と前後期給与に比べ 420kg 程度多く採食する。

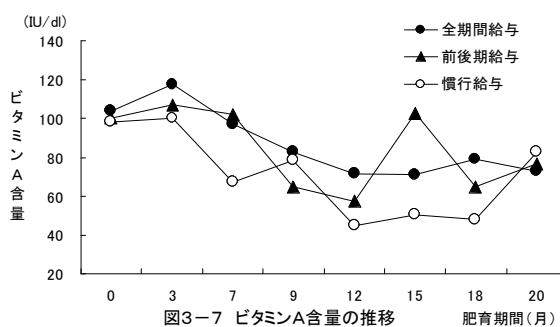
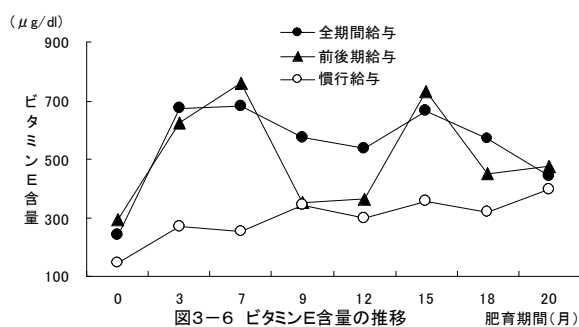
肥育開始時 (8 ヶ月齢) 体重は、平均 255kg で、全期間給与は肥育期間中に停滞することなく発育し、肥育終了時体重および肥育期間中の 1 日当たり増体量 (DG) は各々 854kg、1.0kg/日、発育は良好である。また、前後期給与は全期間給与に比べ肥育終了時体重で 50kg 程小さかったが、肥育期間中の DG は 0.9kg/日以上であり、終了時体重 800kg 以上と目標体重に比べ 40kg 以上大きく、順調に発育する。しかし、肥育中期へ移行する時に嗜好性の良い稲発酵粗飼料から稲わらへの切換を慎重に行わないと発育停滞を招くおそれがあるので注意が必要である。

表3-15 交雑種肥育牛の飼料摂取量と発育

給与区分	(原物kg)							
	稲発酵粗飼料	チモシー乾草	稲わら	ルサンペレット	配合飼料	肥育開始体重	肥育終了体重	1日増体重
全期間給与	2,589	0	0	42	5,177	253	854	1.00
前後期給与	1,878	0	283	42	4,759	256	802	0.91
慣行給与	0	514	476	42	4,938	255	821	0.94

(ウ) 血液生化学成分

血漿中のビタミンE含量は、稲発酵粗飼料を全期間、前後期給与することにより 450 μ g/dl 以上となる (図3-6)。また、ビタミンA含量については、前後期給与で肥育中期に 50 ~ 60IU/dl 以下まで低下したのに対し、全期間給与では肥育期間を通して 60IU/dl 以上で推移する (図3-7)。さらに、肝機能障害の指標となる GOT は 60IU/l 以下で正常値の範囲内であり、T-Cho (全コレステロール) も差はない。



(エ) 枝肉成績

枝肉成績について表3-16に示した。稲発酵粗飼料を肥育全期間にわたって給与すると、肥育中期に稲わらを給与した前後期給与、慣行給与に比べ増体が良くなり、枝肉重量が大きくなる。しかし、脂肪交雑、ロース芯面積および肉質等級についてはいずれも慣行給与が優れる傾向にあり、前後期給与は両区の間位置する。従って、枝肉重量をねらうなら表3-13の全期間給与、肉質をねらうなら前後期給与の選択が良いと考える。

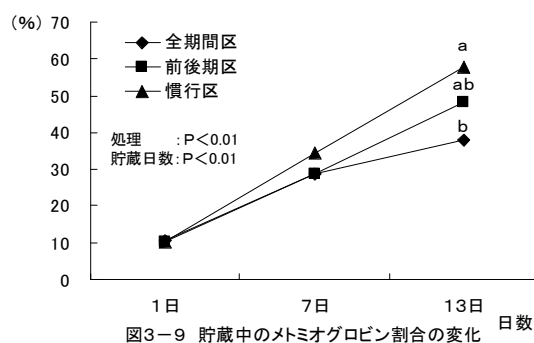
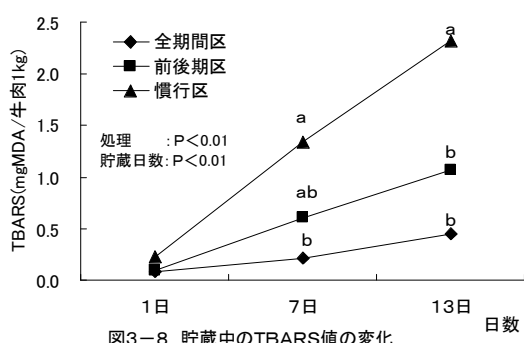
また、肉質系産子の場合、稲発酵粗飼料を育成期から肥育全期間を通して給与すると、枝肉重量は 500kg 以上となり、増体系産子の慣行給与と比較して脂肪交雑が同程度、ロース芯面積および肉質等級についてはいずれも優れる傾向にある。

表3-16 交雑種肥育牛の枝肉成績

給与区分	枝肉重量 (kg)	ロース芯面積 (cm ²)	バラの厚さ (cm)	皮下脂肪の厚さ (cm)	歩留基準値 (%)	脂肪交雑 (BMS)	肉質等級	ビタミンE (mg/kg)
全期間給与	521	43.6	7.9	3.3	68.8	2.7	2.3	4.71
前後期給与	486	46.3	7.9	3.4	69.5	3.0	2.3	4.01
慣行給与	511	55.7	8.1	2.9	71.0	4.0	3.0	2.72
全期間給与 (肉質系産子)	510	60.7	7.9	3.6	70.8	3.7	3.3	4.24

(オ) 稲発酵粗飼料のビタミンEにもとづく牛肉の品質保持

稲発酵粗飼料を給与して生産された牛肉は、ビタミンE含量が4mg/kg以上となり慣行給与に比べ1.5～1.7倍と高く、肉色を退色させる原因物質であるメトミオグロビン割合の増加を抑えるとともに、脂質の酸化を抑制することが認められる(図3-8、3-9)。



ウ 給与上の注意

交雑種および黒毛和種は、ともに種雄牛である黒毛和種雄牛の系統によって、かなり発育能力が異なるので、発育能力に応じて濃厚飼料と稲発酵粗飼料の給与量を増減する必要がある。また、粗飼料の切り替えに際しては、粗飼料の馴致に2週間程度かける必要がある。さらに、肥育後期は、稲発酵粗飼料のβ-カロテン含量によっては、ビタミンA欠乏と思われる症状が見られた事例もあるので、稲発酵粗飼料のビタミン含量の把握に努める。

③ 乳用種去勢牛

稲発酵粗飼料は、エンバク乾草やスーダン乾草並みの飼料価値があり、輸入乾草や稲わらの代替えとして利用できる。利用農家での実際の給与量は、1日1頭あたり原物で3～9kg程度まで様々であるが、嗜好性が良く摂取量が多い。

ア 飼料給与量

表3-17に稲発酵粗飼料を全期間給与する場合の給与量の目安を示した。稲発酵粗飼料を肥育前期6～8kg、後期3～4kg給与する。発育や肉質に悪影響なく肥育用粗飼料として十分利用できる。稲発酵粗飼料の嗜好性は高いが、濃厚飼料飽食時には3～4kg、夏期の暑熱時には摂取量が低下し2kg程度となることもあるため、肥育牛の採食状況や稲発酵粗飼料の乾物率等で給与量を調整する。

ビタミンAコントロールについては乳用種肥育については黒毛和種ほどの厳格な管理は必要ないと思われる。稲発酵粗飼料を全期間給与した乳用種去勢肥育牛の調査では稲発酵粗飼料を3～4kg程度摂取すれば、稲発酵粗飼料に含まれるβカロテンと配合飼料中のビタミンAによって肥育牛の血中ビタミンA濃度は130～150IU/mlの高い値で推移する。

表3-17 乳用種去勢肥育牛への給与の目安（原物kg/日・頭）

肥育ステージ 月 齢	前期 7～13	後期 14～21
稲発酵粗飼料	6～8	3～4
濃厚飼料	7～10	10～12

イ 給与上の注意

稲発酵粗飼料のロールによって発酵品質にバラツキがあるために摂取量に変動が見られることがある。この場合は稲発酵粗飼料の品質のバラツキを補完する意味合いで、ウィートストロー等他の粗飼料を少量併給することを推奨する。

ウ TMR 給与例

表3-18及び表3-19に稲発酵粗飼料を利用した乳用種去勢牛へのTMR給与例を示した。乾物中稲発酵粗飼料を26、16、10%混合した3種類のTMRを調製し、①肥育前期に26%のTMR、後期に16%のTMRを給与（26-16%）、②前期に16%のTMR、後期に10%のTMRを給与（16-10%）したところ、26-16%が発育及び肉質に優れ、稲発酵粗飼料混合TMR調製における混合割合として十分活用が可能である。

表3-18 乳用種去勢肥育牛へのTMR組成例(%)

飼料名	飼料成分			混合割合		
	DM	CP	TDN	26%	16%	10%
稲発酵粗飼料	37.3	2.6	20.9	45.2	30.9	20.7
配合飼料	87.6	13.2	73.3	54.8	69.1	79.3
計				100.0	100.0	100.0
飼料成分	原物中	DM		64.9	72.1	77.2
		CP		8.4	9.9	11.0
		TDN		49.6	57.1	62.5
	乾物中	CP		13.0	13.8	14.3
		TDN		76.4	79.2	80.9

表3-19 乳用種去勢肥育牛への稲発酵粗飼料混合TMR給与例（原物kg/日・頭）

区 分	26-16%		16-10%	
	前期	後期	前期	後期
肥育ステージ				
月 齢	7~13	14~21	7~13	14~21
T M R	15~16	17	12~13	12~13
うち稲発酵粗飼料	7	5	4	2.5
うち濃厚飼料	8~9	12	8~9	10

表3-20 TMR給与牛の発育及び枝肉成績

試験区分	開始 体 重	出荷 体 重	DG	枝 肉 重 量	ロース芯 面 積	バラ厚	皮 下 脂肪厚	BMS	枝肉格付
26 - 16%区	254	765	1.24	420.5	43.0	6.0	2.1	2.5	B-3、C-3、B-2、B-2
16 - 10%区	254	701	1.09	378.8	35.5	5.5	2.0	2.3	B-3、B-2、C-2、C-1

エ TMR給与上の留意点

稲発酵粗飼料を使った TMR は濃厚飼料との選り食いが見られることがあるため、TMR 調製時に稲発酵粗飼料を 3cm 程度に細切することが望ましい。

(参考 1)

－WCS用稲を利用した周年放牧技術について－

牧草と WCS 用イネを利用し繁殖和牛を以下の飼料基盤で水田を中心に周年放牧することができる。① 4月～9月は牧草や野草を採食させる（繁殖牛1頭あたり 30a）。② 10月～11月は水田に作付けた WCS 用イネを立毛状態で採食させる（同 5a）。③ 12月～3月は水田に作付けた WCS 用イネから収穫した稲発酵粗飼料を放牧給与する（同 15a）。WCS 用イネと牧草を組み合わせた周年放牧により、耕種農家では耕作放棄地を含め農地管理面積の拡大が可能になり、畜産農家では家畜飼養の省力化と飼養頭数の増加が図れる。

(WCS用イネの立毛放牧技術)

- ① 牧草の減少する晩秋に放牧を延長するため、晩生品種の WCS 用イネを栽培する。また、ストリップ方式で放牧するため、牧草放牧ほ場に隣接する水田ほ場を選んで WCS 用イネを作付する。
- ② ほ場の外柵のほかに、立毛イネの手前に地面から約 70cm の高さに内柵を設置し、電気牧柵の下から3条先のイネ株までを採食させ、株元まで食べたなら電気牧柵を移動する（写真 1）。
- ③ この放牧方式により、地際から数 cm の高さまで WCS 用イネを採食させることができ、ほ場生産量に対する採草ロス（残草）を 10 %以下に抑え、100CD/10a 以上の高い牧養力を確保できる。
- ④ WCS 用イネの放牧利用コストは、機械による収穫利用の約 5分の1に低減でき、天候に左右されることなく WCS 用イネを牛の腹に収めることができる。

(稲発酵粗飼料の冬期放牧利用技術)

- ① 稲発酵粗飼料の放牧給与は、WCS 用イネの収穫ほ場または周囲の放牧地に、秋期に収穫した稲発酵粗飼料を置き、冬期に開封し放牧牛に給与する。
- ② 牛による稲発酵粗飼料のフィルム破損防止のため、未開封の稲発酵粗飼料は周囲に電気牧柵を張り牛が近づかないようにする。
- ③ 牛同士の争いや稲発酵粗飼料へのふん尿排せつによる残食を削減するため、電気牧柵等を活用して稲発酵粗飼料の採食行動を制限する（写真 2）。また、稲発酵粗飼料に不足する蛋白成分を補うため、WCS 用イネ収穫前のほ場に牧草を播種し補助飼料として採食させる。
- ④ 稲発酵粗飼料の放牧給与のコストは、牛舎利用の2分の1に減少する。また、備蓄飼料として稲発酵粗飼料を放牧地に置くことにより、早春など牧草の少ない時期、里山など飼料の少ない場所の放牧利用が円滑に行え、放牧期間や放牧用地の拡大が図れる。

参考文献

- 1) WCS 用イネを活用した周年放牧モデル：千田雅之、畜産技術 637,14-18,2008
- 2) 3) WCS 用イネおよび稲発酵粗飼料を活用した和牛周年放牧モデル：千田雅之、農業技術体系畜産編第 3 巻肉牛追録第 27 号 180 の 3 の 2-13,2008



←写真 1



写真 2 →

(参考2)

－肝蛭症について－

肝蛭（かんでつ）症は吸虫の1種、肝蛭の肝臓内寄生によって惹き起こされる消化器障害を主徴としたウシ、ヒツジ、ヤギなどの疾病で世界に広く分布している。肝蛭はヒトを含むすべての哺乳動物に感染するので、経済的損失に加えて、公衆衛生上重要な疾病でもある。わが国では家畜衛生の向上や飼育環境の変化からウシの肝蛭寄生率は年々低下し、一種の地方病的存在になりつつある。肝蛭は、水田、小川、池などに生息するヒメモノアラガイを中間宿主として増殖し、イネなどに付着するため、かつては、稲わらを通しての感染が多かったことから、稲発酵粗飼料の給与において不安視する声もある。

そこで、肝蛭について稲発酵粗飼料の給与との関係について調査された事例があるので紹介する。平成18年7月～平成19年2月に食肉市場に搬入された360頭（和牛：173頭、F1：97頭、乳牛：90頭）の調査において、肝臓に肝蛭症、胆管炎が26頭に認められている。給与飼料別には、稲発酵粗飼料を給与した乳牛29頭には症例は認めらず、稲わらを給与した和牛110頭中23頭、その他の飼料を給与した221頭中で3頭を認めたという（森下、2007）。

稲発酵粗飼料の摂取と肝蛭の関係は認められていないが、肝蛭はつぎのような条件で死滅したり不活化することが知られており、稲わらに比べてその危険性は低いと考えられる。

(肝蛭の死滅、不活化の条件)

- ① 低温に弱く、 -3°C に20分間暴露で死滅する。
- ② サイレージ貯蔵における有機酸によるpH低下で殺滅される。
- ③ サイレージ調製後14～60日で感染力を失う。
- ④ 2%（イネ重量に対し）のアルカリ処理により、1週間で感染力が消失する（ただし、この方法は、家畜に毒性のある4-メチルイミダゾールが生じる可能性があり望ましくない）。

しかし、刈遅れ等により十分なサイレージ発酵が期待できない場合もあり、また、水田での放牧利用も増えると考えられることから、肝蛭症発生地域での稲発酵粗飼料の利用にあたっては、以下の対策を状況に応じて講じる必要がある。

(肝蛭への対策)

- ① WCS用イネを1.5～3.0cm程度に細断し、詰込密度を高めて（乾物 $150\sim 200\text{kg/m}^3$ 以上）、発酵品質の優れたWCSを調製する。
- ② 刈取時期を早めとし、サイレージ発酵を促す。刈遅れたものは冬期以降に給与する。
- ③ サイレージ調製後60日以降に給与開始する。
- ④ 稲発酵粗飼料を用いた発酵TMRに調製し、30日程度の貯蔵後に給与する。
- ⑤ サイレージ給与後3ヶ月程度に寄生虫卵検査を実施する。
- ⑥ 定期的に駆虫を行う。

詳しくは、動物衛生研究所のHP (<http://niah.naro.affrc.go.jp/disease/kantetu/kantetu.html>) または、以下の文献を参照されたい。

- 1) 稲わら付着肝てつメチルイミダゾールの感染力保持期間とその殺滅効果：佐藤裕一他、畜産の研究34(1),73-75,1980.
- 2) 稲わらのアンモニア処理による牛肝蛭対策：昭和60年度新潟県家畜保健衛生業績発表会集録,66-72,1985.
- 3) 牛肝蛭の実態調査：第30回NOSAI広島技術研究発表会発表，森下政憲，2007.
- 4) MORGAN,SE.and EDWARDS,WC：Pilot studies in cattle and mice to determine the presence of 4-methylimidazole in milk after oral ingestion. Vet.Hum.Toxicol.28,240-242,1986.

(参考 3)

— 稲発酵粗飼料給与が畜産物の品質に及ぼす影響 —

稲発酵粗飼料は嗜好性の良い粗飼料であり、肉用牛や乳用牛に幅広く利用が可能である。

稲発酵粗飼料は、ビタミン E の同族体である α -トコフェロールの含量が多く、また α -トコフェロールは脂溶性の物質であり、血液、牛肉、牛乳へ移行し易い。稲発酵粗飼料を給与すると肉用牛、乳牛ともに血液中の α -トコフェロールが増加することが示されている。 α -トコフェロールは抗酸化性を示すビタミンであり、稲発酵粗飼料の給与は牛の健康によい影響を与えることが期待される。

牛肉では、稲発酵粗飼料の給与により α -トコフェロールが牛肉へ蓄積されれば肉色の劣化や脂質の酸化防止に効果があることが示されている。これまでの試験結果によれば、稲発酵粗飼料の肥育全期間給与や肥育前後期給与により、胸最長筋の α -トコフェロールが慣行肥育より高くなることが示されている。図 3 - 10 は、稲発酵粗飼料を給与した交雑種牛の胸最長筋の α -トコフェロールと冷蔵庫に貯蔵後 13 日目の TBARS 値（脂質酸化の指標）の関係を示しているが、稲発酵粗飼料の給与により牛肉中の α -トコフェロールを牛肉 1kg あたり 3.5mg 程度蓄積させることができれば、 α -トコフェロールの効果が実用的なレベルで期待できると思われる。稲発酵粗飼料の肥育後期給与に関しては、ビタミン A 制御型肥育では稲発酵粗飼料に含まれる β -カロテンを考慮しつつ、稲発酵粗飼料の給与量を決める必要がある。

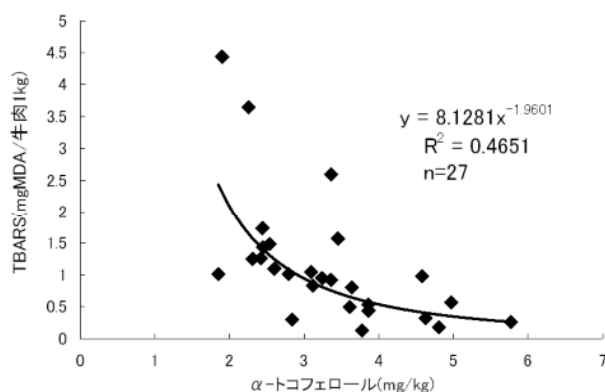


図3-10 胸最長筋の α -トコフェロール含量と4℃で13日間貯蔵後のTBARS値の関係

稲発酵粗飼料を給与した牛肉については、訓練されたパネルを用いた分析型官能評価と一般消費者を対象とした消費者型官能評価も行われている。分析型官能評価では図 3 - 11 に示されるように、慣行肥育した牛肉に比較して稲発酵粗飼料を給与した牛肉はうま味の点で優れており、実際にうまみに影響を与えるグルタミン酸とイノシン酸の合計量が慣行肥育の牛肉よりも多かった。また総合評価でも稲発酵粗飼料を給与した牛肉は優れていることが示されている。また一般消費者を対象とした官能評価でも「やわらかい」、「さっぱり」、「ジューシー」であるとされている。近年、稲発酵粗飼料を給与した牛肉に対する関係者の普及活動により、ブランド化への道が徐々に開けつつある事例もみられる。

乳牛においても、稲発酵粗飼料の給与により牛乳中への α -トコフェロールの移行が確認された。今後は、稲発酵粗飼料の給与技術と牛乳中の α -トコフェロール含量の関係をより明確

にするとともに、 α -トコフェロールが乳質に及ぼす効果についても明らかにすることが期待される。

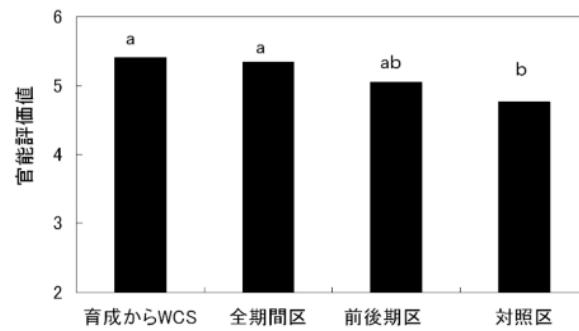


図3-11 稲発酵粗飼料の給与期間が牛肉の好ましいうま味に与える影響（日本女子大学、長野県）
(a, b : 異なる文字は5%)