

## 飼料イネの乳牛への給与技術



平成20年3月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
中央農業総合研究センター・北陸研究センター  
新潟県農業総合研究所 畜産研究センター

## 目 次

1. 良好な発酵をさせるために .....	1
〈収穫時の留意点〉	
〈ロールの密封〉	
〈保管場所〉	
2. 栄養特性 .....	2
〈飼料成分と可消化養分総量〉	
〈粗飼料化指数〉	
〈脂溶性ビタミン類〉	
3. 乳牛への給与 .....	5
〈泌乳中期以降の乳牛への試験成績〉	
〈分娩前後の乳牛への試験成績〉	
〈実際の給与の場面で〉	

### 表紙写真の説明

左上：ラッピング前のロールベール、品種は「夢あおば」

左下：保管ロール、鳥獣害がなければ屋外で1年間保存しても品質は良好

右上：ラッピングしたロールベールの水田からの搬出

右下：開封後のイネを食べる搾乳牛

第4巻では、地域農業確立総合研究「北陸における高品質大麦－飼料用イネ輪作システムの開発」で得られた研究成果を含めて、飼料イネの乳牛への給与技術について解説を加える。なお、本稿では、飼料イネに関する用語として、材料草は飼料イネ、飼料イネをサイレージ調製したものを稲発酵粗飼料と表記する。

## 1. 良好な発酵をさせるために

稲発酵粗飼料を給与し、安定した乳生産を行うためには、圃場での収穫作業後は、直ちに密封し、良好な発酵を経たものを利用することが大前提となる。そこで、良質な稲発酵粗飼料を調製するために、収穫作業、梱包したロールの密封、保管時の留意点を解説する。

### 〈収穫時の留意点〉

飼料イネの収穫作業は、牧草の収穫機械を利用する既存機械体系と専用収穫機体系に大別できる。

既存機械体系では、トラクター牽引による大型機械で作業をすることになるので早期落水により田面を乾かし、地耐力を確保することが大前提となる。また、そのことによって、収穫作業時の土砂の混入を避けることが可能となり、良好な発酵につながる。既存機械体系では、乳熟期のように飼料イネの水分が高い場合には、集草するまでの時間を調節することで、発酵に好適な水分にすることができ、8月の晴天の日であれば、半日程度の乾燥でこの条件に達すると考えられる。

専用収穫機体系では、刈取った飼料イネを直ちにロールすることから、材料の水分が高い場合、不良発酵が進むことが懸念される。そのため、黄熟期での収穫が推奨されている。しかし、天候や収穫機械稼働の制約から、飼料イネの水分が高めの材料を収穫することもおきる。その場合は、葉につく露がとれてから収穫作業を始める、刈り取り高さを高めにする、良好な発酵を促進するために、乳酸菌製剤を利用する等の対策を行うことで良い結果が期待できる。

### 〈ロールの密封〉

ロールに梱包した後は、良好な発酵をさせるためにできるだけ早くラッピング作業をすることが必要となる。長期保存する場合は、フィルムは6層巻きで密封する。圃場で6層巻きにラッピングする場合は、フィルムが破損しないためにラッピングする場所を考慮し、運搬に伴うロールの積み下ろし作業の中で、フィルムの破損がないように防止対策をとることが重要となる。万一、破損があった場合には直ちに補修が必要となるが、長期貯蔵する場合は、再度ラッピングし、ガムテープ等で補修した時は長期保存ができないため、早めに給与する。また、圃場でフィルムを2、3層に仮巻きし、保管場所に運搬後、改めてラッピングし、合計6層巻



きにすることも有効である。

### 〈保管場所〉

ロールの保管場所は、できるだけ排水が良好で、平坦な場所を選定し、ロール内の嫌気的条件を維持するため、ロールは必ず縦置きにし、2段積にとどめる。また、ロールは屋外で保管することが多いと考えられるが、コンクリート盤上や、砂利を敷いた場所に保管することでネズミの食害が軽減できる。裸地に保管する場合は、ネズミの食害を防ぐ意味からも、保管場所の周辺を定期的に除草する。

次に、鳥害は、防鳥ネットやテグスで覆うことが有効である。テグスは、ロールを積み上げた高さまで、2、3段に張ることが効果的とされる。

なお、貯蔵期間中は、定期的に保管場所を点検し、フィルムの破損があった場合は、直ちに補修し、早めに給与する。開封した時に品質が悪いものは、牛の採食量が減少することや、牛への悪影響が懸念されることから、給与せずに廃棄する。また、部分的にカビの発生がみられるものは、その部分を完全に取り除き、給与する必要がある。

## 2. 栄養特性

### 〈飼料成分と可消化養分総量〉

飼料イネの飼料成分は、出穂後、登熟に伴って変化し、日本標準飼料成分表（2001）によれば、乾物中の粗蛋白質（CP）含量は出穂期で8.8%、黄熟期では7.0%、同様に中性デタージェント繊維（NDF）は60.0%、48.5%であり、それぞれ低下する。一方、デンプンを主体とする非繊維性炭水化物（NFC）は出穂期で14.0%、黄熟期には29.0%に増加する。

表1 クサユタカおよび夢あおばの飼料成分とTDN（乾物中%）

品 種	播種又は移植時期	刈取時期	粗蛋白質	NDF	TDN <sup>1)</sup>	備考 <sup>2)</sup>
クサユタカ	5月移植	糊熟期	6.9	54.8	58.0	既存機械体系
	5月移植	黄熟期	6.7	49.4	59.0	既存機械体系
	5月直播	糊熟期	7.1	50.0	54.0	フレール型
	6月移植	糊熟期	6.0	46.2	55.3	フレール型
	6月直播	糊熟期	6.4	44.7	59.9	フレール型
夢あおば	5月移植	黄熟期	7.7	49.8	55.7	フレール型

注1) TDNは乾乳牛2～4頭を用いた消化試験で得られた実測値

2) 既存機械体系は牧草の収穫機械で、フレール型はフレール型専用収穫機で収穫したものである。

しかし、飼料イネに含まれる飼料成分は、出穂後日数の他に、品種の違い、窒素を始めとする施肥量の違いによっても影響される他に、本田での栽培開始時期の違いにも影響される。その一例として、北陸地域での栽培に適するクサユタカおよび夢あおばの稲発酵粗飼料について乳牛を用いて行った消化試験により得られた飼料成分および可消化養分総量（TDN）を示す（表1）。

クサユタカを5月直播したものと、6月に移植または直播したものを、それぞれ糊熟期に収穫した稲発酵粗飼料で比較した時に、後者のNDFは4～5%低く、TDNは同等以上であり、6月直播では、TDNが高まる可能性も示されている。

次に、これまで行った消化試験結果のうち、本田での栽培開始時期が5月、品種がクサユタカの稲発酵粗飼料について、乾乳牛26頭分の実測TDNを基に、出穂後日数との関係を見た。評価に用いた稲発酵粗飼料に含まれる粗灰分は9～19%と大きな違いがあるため、有機物中のTDNに補正して評価した（図1）。出穂後22日でTDNは最大値となり、15～29日でも最大値の98%であった。この差は、乾物中のTDNとして1%である。

また、出穂後30日以後のTDNの低下度合いは段々大きくなるが、子実を含む飼料の場合、未消化子実の排せつ程度が、飼料のエネルギー価に影響を及ぼすことが知られている。乾乳牛に稲発酵粗飼料を給与した場合の未消化子実の排せつ率は10%程度であるのに対して、乳量の多い搾乳牛では40～50%になるとの報告もある。一方、収穫時期が遅くなると、粃が脱粒しやすくなるとともに、脱粒した粃は比重が大きく、消化されることなく、第一胃を通過しやすいことから、乳量の多い乳牛では、刈遅れた場合のTDNの低下程度は、乾乳牛に比べて大きくなると考えられる。更に、出穂後15日頃の稲発酵粗飼料に含まれるNDFの消化率は、チモシー乾草と同等であるが、成熟の進行に伴って消化率は低下する。一般的に繊維の消化性が低くなるにつれて、飼料の消化管内の滞留時間は長くなり、飼料摂取量が低下する。つまり、エネルギー要求量の高い泌乳牛に仕向ける稲発酵粗飼料を生産する上では、刈遅れは避ける必要がある。北陸地域で早生から中生に区分される品種で、5月に移植または播種で栽培を始めた飼料イネであれば、乳牛向けの稲発酵粗飼料を調製するためには、出穂後15～30日に収穫することが良いと考えられる。

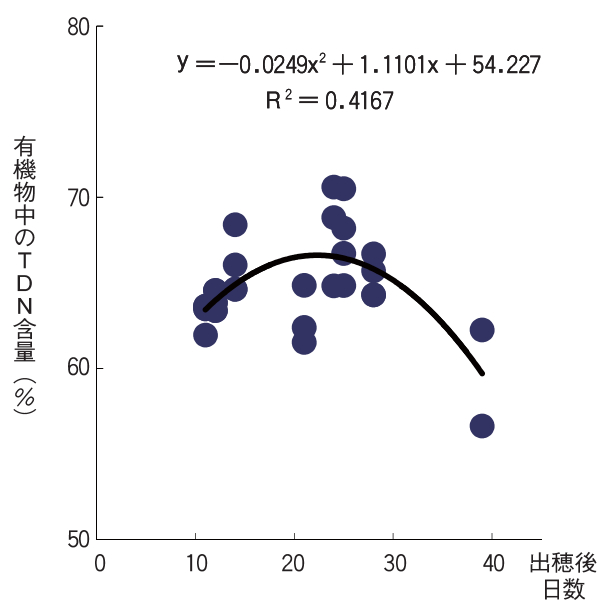


図1 出穂後日数とTDN含量の関係 (n=26)

## 〈粗飼料価指数〉

粗飼料価指数（RVI）は、飼料の物理性を示す一つの指標で、牛の乾物摂取量と飼料摂取と反芻に費やす時間を測定し、乾物摂取量 1 kg 当たりの時間として示されるもので、NDF 含量とともに第一胃内発酵を安定化させるための指標とされる。この値が大きい場合は、第一胃内発酵を安定化させる重炭酸ナトリウム（重曹）等を多く含む唾液の分泌が促進され、逆に小さい場合は、分泌量が少なく第一胃内発酵が不安定になってしまう。

稲発酵粗飼料のTDNを評価するために行った消化試験の中で、採食行動調査も併せて行っており、北陸地域で早生から中生に分類される食用品種や稲発酵粗飼料用イネ専用品種について、糊熟期から黄熟期に収穫した稲発酵粗飼料を給与した乾乳牛36頭分の平均値は59.4分（±11.1）、一方、チモシー乾草を給与した10頭分の平均値は52.9分（±9.6）であり、同等以上の物理性を備えていると言える。

## 〈脂溶性ビタミン類〉

流通乾草に比べて稲発酵粗飼料に多く含まれる成分の一つにビタミンAの前駆物質であるβ-カロテンとα-トコフェロールがあげられる。本稿では、乳牛にとって、ビタミンAの給源になるばかりでなく、それ自体が繁殖に好影響をもたらすとされるβ-カロテンについて解説を加える。

飼料イネ中に含まれるβ-カロテン含量は、品種の違いや窒素施肥量の影響を受けが、収穫時の成熟の程度が最も大きな影響を及ぼす。立毛中の飼料イネに関しては、葉緑素計（SPAD-502, ミノルタ）を用いて、以下の手順によりβ-カロテン含量を推定することができる。

①調査圃場の生育中庸な任意の20株について、最も草丈の高い茎の第一葉身の中央で葉色値を測定し、その平均値；xを求める。

②以下の推定式に20株の平均値；xを入力することでβ-カロテンの推定が可能となる。

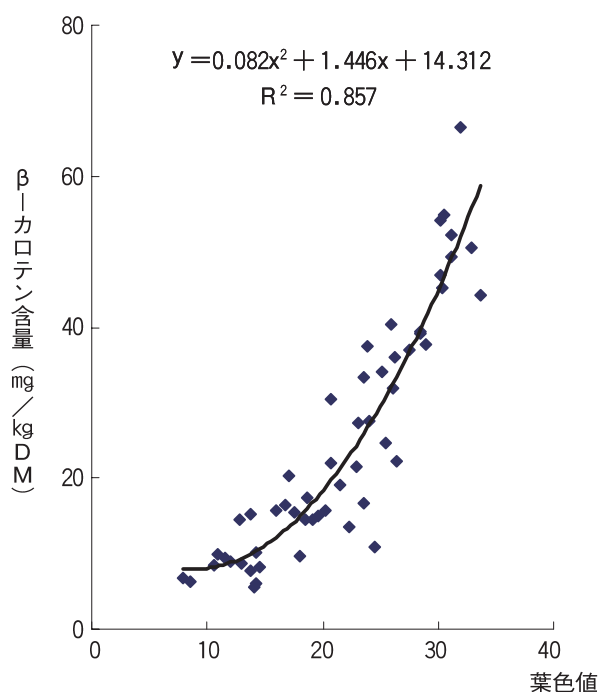


図2 立毛中の飼料イネのβ-カロテン含量と葉色値の関係

$$\text{推定 } \beta\text{-カロテン含量} = 0.082 \times x^2 - 1.446 \times x + 14.312 \quad (R^2 = 0.857)$$

この推定式は、夢あおばを含む3品種、基肥窒素量3水準（0、5、10kg）、出穂後日数3水準（15、25、35日）の条件を組み合わせ、2カ年で収穫した54種のイネについて高速液体クロマトグラフ（HPLC）により分析した値と葉色値の関係を解析し、得られたものであり、葉色値は7.9～33.7の範囲にあった。

収穫時点からの $\beta$ -カロテン含量の変化については、天日乾燥により減少し、サイレージとして貯蔵することによってさらに減少することが知られているが、材料となる飼料イネに含まれる $\beta$ -カロテン含量をもとに開封時の値を推定する方法は今のところないが、開封時の材料を用いて、20～30分程度の所用時間で $\beta$ -カロテン含量を推定することは可能である。必要な場合は、以下のURLからその方法を知ることができる。

<http://www.ari.pref.niigata.jp/nourinsui/seika06/hukyu/09/060109.html>

### 3. 乳牛への給与

#### 〈泌乳中期以降の乳牛への試験成績〉

2000年以後、安定した乳量の推移を示す泌乳中期以降の乳牛を用いて、TMRの状態では流通乾草の代替として稲発酵粗飼料を給与する試験成績が公表され、乳牛への稲発酵粗飼料の給与を普及・定着させる上で大きな役割を担った。その成績の一部を表2に示す。

三重県、新潟県、埼玉県でそれぞれ実施された飼養試験の結果は、乳量25～35kg程度の泌乳中期以降の乳牛に対しては、チモシー乾草またはスーダングラス乾草を稲発酵粗飼料で全量を代替しても同等の乳生産が可能であり、稲発酵粗飼料として乾物で6～7kgを摂取できること示す。この値は泌乳中期以降の乳牛に対して給与できる稲発酵粗飼料の最大値と捉えてもよい。

次に、分離給与の飼育方式により行われた二つの試験成績を表3に示す。2000年に草地試験場で行われた試験では、飼料全体の40%の粗飼料を輸入チモシー乾草または稲発酵粗飼料とする条件で比較されている。チモシー乾草に比べ、稲発酵粗飼料の飼料摂取量は劣ることはなく、乳量は同等で、乳成分率は良い結果となっている。

次に、2007年に新潟県で実施した試験では、粗飼料の給与割合を飼料全体の45%程度とし、その半分をチモシー乾草と出穂後日数の異なる稲発酵粗飼料3種を比較している。試験に用いた稲発酵粗飼料の収穫時期は出穂後12日目、23日目、33日目に収穫したものである。飼料の乾物摂取量、乳量、乳成分率に差はなく、給与する粗飼料の半分程度を出穂後12～33日の稲発酵粗飼料に代替しても同等の生産が得られることを示すものである。

なお、試験に使用した稲発酵粗飼料は、切断材料を高密度にロール状に圧縮成型したものであったが、出穂後12日目に収穫した稲発酵粗飼料は水分が73%と高く、梱包密度が低い状態で保存される場合には不良発酵が進む可能性があり、そのことによって採食量が減少することも考えられる。

出穂後日数が早い段階で収穫する場合は、飼料イネの水分が高いことが多く、そのような時には、予乾等により良好な発酵が進む程度まで飼料イネの水分を下げることを望ましく、そうすることによって嗜好性は向上する。

表2 泌乳中期以降の乳牛への稲発酵粗飼料給与試験成績

試験区 <sup>1)</sup>	飼料摂取量 (乾物kg/日)		乳量 (kg/日)	乳成分 (%)			実施場所
	試験粗飼料 <sup>2)</sup>	飼料全体		乳脂肪	乳蛋白質	S N F	
輸入スーダングラス乾草 やまひかり	5.6(21.1)	26.7	37.5	3.87	2.90	8.23*	三重県科振セ (2001年)
輸入チモシー乾草 コシヒカリ	6.1(28.8)	21.3	31.1	3.91	3.35	8.95	新潟農総研 (2001年)
輸入チモシー乾草 はまさり	6.3(27.4)	23.0	26.7	4.12	3.21	8.79	埼玉農総研セ (2001年)
	6.1(26.1)	23.4	25.0	4.08	3.14	8.71	

輸入チモシー乾草は開花中後期のもの。

<sup>1)</sup> 試験区のうち、稲発酵粗飼料を給与とする区は品種名は記載

<sup>2)</sup> ( ) 内の数値は飼料中試験粗飼料の割合 (乾物%)

S N F: 無脂固形分

\* ; p<0.05

表3 分離給与条件での乳牛への稲発酵粗飼料給与試験成績

試験区 <sup>1)</sup>	飼料摂取量 (kg/日)	乳量 (kg/日)	乳成分 (%)			実施場所
			乳脂肪	乳蛋白質	S N F	
輸入チモシー乾草 クサホナミ	17.7	28.4	2.89	2.78	8.17	草地試 (2000年)
輸入チモシー乾草 夢あおば (12日)	24.1	30.7	3.85	3.51	8.74	新潟農総研 (2007年)
夢あおば (23日)	23.8	29.9	3.89	3.37	8.78	
夢あおば (33日)	24.4	30.4	4.00	3.39	8.81	
	24.2	30.2	3.98	3.40	8.79	

輸入チモシー乾草は開花中後期のもの。

<sup>1)</sup> 試験区のうち、稲発酵粗飼料を給与とする区は品種名を記載し、( ) の日数は出穂後日数を示す。

S N F: 無脂固形分

\* ; p<0.05



## 〈分娩前後の乳牛への試験成績〉

分娩前後の乳牛への稲発酵粗飼料の給与試験成績を表4に示す。新潟県では、輸入チモシー乾草または黄熟期に収穫した稲発酵粗飼料を乾物で26.5%混合するTMRを分娩後9週間給与する試験を行っている。乾物摂取量と乳量は、稲発酵粗飼料の給与によって低下する傾向がみられたが、乳成分率は同等以上である。

一方、広島県、群馬県、新潟県の3県共同で、分娩前4週から分娩後21週間まで、チモシー乾草と比較するかたちで稲発酵粗飼料を長期給与する試験を行っている。給与した飼料は、チモシー乾草または稲発酵粗飼料を乾物として30%混合するTMRを調製し、分娩前は、稲発酵粗飼料またはチモシー乾草を追加し、必要養分量を充足させ、分娩後は自由採食させるかたちをとっている。

この試験成績は、TMRの粗飼料源として稲発酵粗飼料を長期給与できることを実証するものであるが、乳成分は変わらないものの、乾物摂取量と乳量が低くなっている。ただし、3県すべてで稲発酵粗飼料の給与によって泌乳成績が低下したわけではなく、ある県ではチモシー乾草給与区と稲発酵粗飼料給与区で、同等の飼料摂取量と泌乳成績が得られている。

表4 分娩後の乳牛への稲発酵粗飼料給与試験成績

試験区 <sup>1)</sup>	飼料摂取量(乾物kg/日)		乳量 (kg/日)	乳成分(%)			実施場所
	試験粗飼料 <sup>2)</sup>	飼料全体		乳脂肪	乳蛋白質	S N F	
輸入チモシー乾草	6.1(28.8)	22.5	42.7	3.49	3.00	8.55	新潟農総研 (2006年)
夢あおば	6.0(28.6)	21.0	38.6	3.41	3.16	8.82	
輸入チモシー乾草	6.9(30.0)	23.1	40.3	3.96	3.13	8.82	広島・群馬・新潟 (2007年)
クサノホシ・クサホナミ・クサユタカ	6.5(30.0)	21.6*	35.2*	4.09	3.21	8.83	

輸入チモシー乾草は開花中後期のもの。

<sup>1)</sup> 試験区のうち、稲発酵粗飼料を給与とする区は品種名は記載（共同研究は実施場所の県順に品種を記載）

<sup>2)</sup> ( ) 内の数値は飼料中試験粗飼料の割合（乾物%）

S N F：無脂固形分

\*；p<0.05

この試験で用いた飼料は、輸入チモシー乾草は同一ロットのものを、配合飼料は同一工場で作成したものを使用した。稲発酵粗飼料は、いずれも黄熟期に収穫したものであるが、その地域に適する稲発酵粗飼料用イネ専用品種を用い、それぞれの地域の一般的な栽培体系で生産されており、そのことを要因として乳生産への影響が異なると考えられる。言い換えると、分娩直後の乳牛に対しても流通乾草給与と遜色無い乳生産が可能な稲発酵粗飼料の生産条件があると考えられ、今後の研究の進展を待つところである。

また、上記の二つの試験では、乾乳牛への給与も行っているが、チモシー乾草を給与した場合と稲発酵粗飼料を給与した場合の飼料摂取量や体重変化に違いはなく、乾乳期においては、給与する粗飼料をすべて稲発酵粗飼料に代替することは可能と考えられる。

## 〈実際の給与の場面で〉

乳牛に対して流通乾草の代わりに稲発酵粗飼料を給与する試験成績を総括すると、良い条件で収穫調製され、良好な発酵をした稲発酵粗飼料であれば、流通乾草の代わりに十分使うことができる粗飼料であると言える。ただし、良好な発酵をしていても、刈遅れの稲発酵粗飼料は、繊維の消化性が低下したことによる飼料摂取量の減少の他に、未消化で排せつされる糞の増加による摂取エネルギーのロスが発生による乳生産の減少が懸念される。この反応は、分娩直後から泌乳最盛期の乳牛では、顕著に現れると考えられる。

ここでは、分離給与の飼育方法を採用し、泌乳中期以降の泌乳牛を想定し、流通乾草の代替に稲発酵粗飼料を給与する場合の稲発酵粗飼料を含む飼料全体の給与量を例示（表5）しながら、乳牛への稲発酵粗飼料の給与の考え方を整理する。

ここで示した稲発酵粗飼料の給与量11kgは、乾草換算で5kg程度となるが、粗飼料全体で乾草換算11kgの給与としており、粗飼料の概ね半分を稲発酵粗飼料で給与している。

稲発酵粗飼料の品質が安定する場合は、給与粗飼料の半分程度を稲発酵粗飼料で給与しても差し支えないと考えられるが、ロール毎の品質変動が大きい場合は、泌乳量の多い牛ほど、採食量変動してしまう。

実際の給与の場面においては、給与粗飼料の概ね半分程度までのイネ科乾草と代替することができると考えられ、ロール毎の発酵状況を含めた品質変動が大きい場合、乳量30kg以上の牛で給与量を減らし、その分、乾草の給与量を増加させる。

表5 給与設計の一例

乳量 (kg/日)	40	35	30	25	20
飼料名/現物給与量 (kg)					
稲発酵粗飼料 (黄熟期)	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
チモシー乾草 (1番草・開花期)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
アルファルファハイキューブ (良品)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
ビートパルプ	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
配合飼料 (CP17, TDN72)	13.0	12.0	11.0	9.0	7.0
配合飼料 (CP28, TDN80)	3.0	2.0	1.5	1.0	
粗飼料割合 <sup>※</sup> , %	38.2	40.2	43.4	48.1	55.2
成分値 (乾物中%)					
CP	17.1	16.3	15.9	15.2	13.9
TDN	72.9	71.9	71.1	70.0	67.3
NDF	34.8	36.3	37.0	38.8	41.7
養分充足率%					
DM	104	107	108	108	105
CP	112	114	118	118	111
TDN	97	101	104	104	101

乳牛の条件：体重650kg、2産、乳脂率3.7%、分娩後100日以降

※ 粗飼料は稲発酵粗飼料、チモシー乾草、アルファルファハイキューブとして算出

また、分娩直後から泌乳最盛期の牛に対しては、日量 5 kgの給与に留め、採食状況を見ながら適宜、給与量を加減する。

乾乳牛と育成牛に対しては、搾乳牛同様に給与粗飼料の半分程度を稲発酵粗飼料としても特に問題は生じないと考えられるが、牛体のコンディション変化に注意を払う。

稲発酵粗飼料の利用にあたっては、

- ①適期に収穫し、良好な発酵をした稲発酵粗飼料を使う。
- ②飼料成分や栄養価は、収穫時期、収穫方法、肥培管理等によっても異なることから、事前に水分を含めた飼料成分を把握する。



**執筆者および研究担当者**

関 誠（執筆者）、湯川智行（中央農研）

**問い合わせ先**

新潟県農業総合研究所 畜産研究センター

〒955-0143 三条市棚鱗178

TEL：0256-46-3103 FAX：0256-46-4865

**発 行**

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業総合研究センター・北陸研究センター

住所：〒943-0193 新潟県上越市稲田1-2-1

ホームページ <http://narc.naro.affrc.go.jp/inada/index.html>

TEL：025-523-4131

FAX：025-524-8578