

V 放牧技術

1 放牧利用の基本

放牧は、牛自身により直接草を採食させる飼養技術である。季節により草の生育や栄養特性が異なるため、その特性を生かして利用する。高い生産性を上げるためには、牛群により草地管理方法を変えるか、季節に応じた放牧方法に変える等の対応が必要になる。

本県の放牧は夏山冬里方式が一般的であるが、放牧期間の延長や周年放牧を行う技術も利用されている。

1) 放牧地の利用方法

ア 放牧専用利用

草量の多い春季には放牧頭数を増やし、草量が少ない夏季以降は放牧頭数を減少させる方法。

イ 放牧・採草兼用利用

草量の多い春季には採草利用し、夏季以降は放牧地として利用する方法。

2) 放牧方式

放牧方式は集約度により固定放牧、輪換放牧、ストリップ放牧等に分類される。放牧方式にはそれぞれの特徴があり、草地の生産量、面積、労力等によって最も適した方式を選択する。

ア 輪換放牧

草地をいくつかの牧区に区分けし、順次放牧利用する方式。草地利用性が高く、草地管理しやすい。

イ 固定放牧

同一放牧地に長期間連続して放牧する方式で、主に野草地等で利用される。

ウ ストリップ放牧

牛が1日に必要な面積を電気牧柵で区分し、牧柵を移動させながら放牧する。最も集約的。

エ けい牧

牧柵のない草地等に杭を立て綱で牛をつなぎ、草がなくなったら杭を立て直す管理方式。

3) 放牧期間

放牧期間は放牧草の生育期に合わせ、通常は春から秋までの期間である。

(冬季に放牧を行う技術については、「4 周年放牧」を参照)

ア 放牧開始時期

放牧地の場所や草種に応じて設定。

(ア) イネ科牧草

草丈が10~20 cm、ソメイヨシノの開花期(平均気温8℃)が放牧開始の目安。

(イ) 寒地型牧草

気温が5℃前後に生育開始し、以後急速に成長するため、剰草を生じさせないように早めに放牧開始。

(シバ型草種は、4月末~5月中旬の期間)

イ 放牧終了時期

牧草の伸長が停止し、放牧牛に必要な草量が無くなった時点。

イネ科牧草は紅葉期(平均気温8℃前後)が目安。シバ型草種は10月上旬~下旬。

4) 放牧利用計画

適正な牧養力（放牧面積と草量）を把握し、季節に応じた放牧頭数を放牧する。

ア 牧養力

牧養力とは、放牧地で一定期間中にどれ位の家畜を飼うことができるかを示す数値で、草地の生産力を家畜の収容力で示したものである。標準体重の牛（黒毛和種：500kg）を単位面積当り何頭放牧できるかを示し、一般的にカウデー（cow-day：CD）が用いられる。

※1CDは、「標準体重の牛を1日1頭放牧し、体重を維持できる草量」を意味する。

イ 採食量

放牧牛の採食量は生草で体重の10～15%の範囲。

ウ 放牧利用率

放牧利用率は、放牧前の牧草量（現存量）に対する放牧牛が採食した牧草量を割合で示したものである。各季節の利用率の目安は下表のとおり。

表1 季節毎の放牧利用率

季節	入 牧 時		退 牧 時		放牧利用率 %
	草丈 cm	草量 t/ha	草丈 cm	草量 t/ha	
春	20～30	8～10	5～7	20～30	65～70
夏	20～30	8～10	8～12	30～40	55～60
秋	10～20	3～5	3～5	10～20	90～95

注1 寒地では不食過繁地面積が5～10%多くなるため、放牧利用率は低下する。

エ 放牧可能頭数の算出方法

草量6,000kg/ha、面積1ha、放牧利用率65%の放牧地に体重500kgの黒毛和種繁殖雌牛1頭を放牧し、採食量を体重の10%とした場合は、次のように計算する。

- ・採食可能量は、 $6,000\text{kg}/\text{ha} \times 1\text{ha} \times 0.65/100 = 3,900\text{kg}$ ……①
- ・放牧牛の1日当りの採食量は、 $1\text{頭} \times (500\text{kg} \times 10/100) / \text{頭} \cdot \text{日} = 50\text{kg}/\text{日}$ ……②
- ・この放牧地の牧養力は、 $①/② = 3,900\text{kg}/50\text{kg}/\text{日} = 78\text{日}$ （78CD）である。

（放牧頭数を増やした場合も、同様に放牧可能日数の計算が可能）

【注意点】

- ・放牧強度を強める（放牧牛を増やす）ことで放牧草地の利用率は向上するが、限度を超えると草地の生産量低下、草地の維持年限の短縮を招く。
- ・放牧強度が弱い場合も放牧草地の植生が悪化し、草地の維持年限の短縮を招く。

※放牧強度＝単位面積当たりの延べ放牧頭数

オ 輪換放牧

輪換放牧は、1牛群に複数の牧区を割り当て、順次輪換利用する集約的な放牧方式である。

(ア) 放牧日数

1つの牧区の放牧日数は、1回当たり3～5日で、長くとも1週間以内が目安となる。

(例) 放牧日数の算出方法

放牧日数は $\frac{\text{放牧開始時の現存量(kg/ha)} \times \text{放牧面積(ha)} \times \text{放牧利用率}}{\text{放牧牛の頭数} \times \text{放牧牛の平均体重} \times \text{採食量の体重比}}$ で求められる。

放牧直前の牧草の現存量 5,000kg/ha、牧区面積 4 ha、放牧利用率 65%、放牧頭数 10 頭、放牧牛の平均体重 500kg、採食量の体重比を 10%としたときの放牧日数は、

$$\frac{5,000\text{kg/ha} \times 1 \text{ ha} \times 0.65}{10 \text{ 頭} \times 500\text{kg} \times 10\%} = 5.4 \text{ 日となる。}$$

(イ) 牧区数

休牧日数は季節により異なり、春季：10～15日、夏季：25～35日、秋期：20～30日。

(例) 休牧日数を20日とするときの必要牧区数は、以下により求めることができる。

$$\text{休牧日数} / \text{放牧日数} + 1 = 20 \text{ 日} / 5.4 \text{ 日} + 1 = 4.7 \approx 5 \text{ 牧区}$$

※1 牧区の面積・牧草の現存量が同等の場合。

(ウ) 留意点

- a 転牧の目安は、残草の草高が5～10cm程度（イネ科牧草の場合は15～20cm程度）。
- b 休牧日数が長いと牧草が伸びすぎ栄養価や嗜好性が低下し、倒伏などロスが多くなる。これを繰り返すと裸地が増加し、草地の荒廃を招く。
- c 放牧・休牧日数の調整方法
 - (a) 休牧日数が長くなる場合
一部の牧区を採草利用（残草の低減、草地の荒廃防止（春季））。
 - (b) 休牧日数が不足する場合
牧草の生育に応じた頭数に減らす。採草地・野草地等を放牧地に組み入れる（夏季、秋季）。

5) 放牧牛の管理

舎飼牛を急に放牧環境に移すと体調不良を起こしやすくなるため、放牧前に放牧環境・放牧行動（特に採食行動）・反芻胃等を慣らす「放牧馴致」を行う（放牧未経験牛だけでなく経験牛も）。

ア 放牧馴致

(ア) 舎外環境への馴致

放牧予定牛は、放牧開始約1ヶ月前から舎外に出し、約2週間前からはパドック等で放し飼いする。

(イ) 飼料変化への馴致

舎飼時は乾草や濃厚飼料を主体に給与されているので、反芻胃内の微生物は生草に適応した構成となっていない。このため、放牧開始約1ヶ月前から乾草を多給し、濃厚飼料給与量は体重の1%以内とし、生草も給与する。約3週間前からは濃厚飼料を減らし、約10日前から生草のみを給与する。

*放牧には「二度山牛」という言葉があり、放牧1年目は放牧に適応する途中の段階のため、体重が減少しがちだが、放牧2年目には十分に牧草を採食できるようになる。

表2 放牧準備計画の一例

4週間前	削蹄, (除角) 舎外でつなぎ運動 濃厚飼料給与は体重比1%程度 (放牧地を確保できない場合は, 生草を少量ずつ給与)
3週間前	パドック等で放牧経験牛と共に日中放牧(夜は舎内収容) 様子を見ながら昼夜放牧
2週間前	パドック等で放し飼い
1週間前	放牧または生草だけで飼養 電気牧柵への馴致

イ 入牧前の準備

牛の発育状況や草地の状況から牧養力を予測し、放牧計画を策定し、諸設備の点検補修を行う。また、放牧予定牛の予備検査（発育、衛生検査等）、放牧馴致を行う。

ウ 放牧中の管理

(ア) 放牧前の放牧馴致が不十分な牛や栄養状態の劣る牛には、良質乾草、濃厚飼料を補助給与し事故防止する（補助給与期間は牛が牧草を十分採食できるまでで、通常2週間程度）。

(イ) 補助飼料給与時や放牧牛を集めた際に歩様、発情、食欲等、個体毎に観察する。

(ウ) 放牧初期の牛群観察は厳重に行う。特に放牧未経験牛は個体観察の容易な牧区に放牧し、異常の早期発見に努める。

(エ) 毎日牧区を見回り、頭数確認、異常牛の早期発見、転牧時期推定、牧柵等の破損修理を行う。

(オ) 退牧時には入牧時に準じて牛の衛生検査を行う。

2 耕作放棄地放牧

近年、農家の高齢化等により耕作を放棄した耕作放棄地が増加しており、その対策が求められている。その畜産的利用法として、耕作放棄地を簡易な電気牧柵で囲い、繁殖和牛を放牧して野草を採食させる「耕作放棄地放牧」が普及している。耕作放棄地放牧のメリットは、①飼料費低減、②除糞管理等の省力化、③受胎率の向上、④草刈り労力軽減、⑤農村景観の維持などがある。

放牧場所としては、放牧牛の食べられる草があり、飲水が確保でき、電気牧柵が設置可能であれば、水田・畑・果樹園等どんな農地でも利用可能である（農用地以外の土地（河川敷、道路、住宅地、工業用地等）には、法律等で規制される場合あり）。円滑に進めるためには、土地所有者に対する説明や利用権設定、地域住民の了解等の事前準備が重要である。

1) 耕作放棄地放牧の概要

ア 可食草

牧草・野草が利用できるが、中には牛が中毒を起こすものがあるので注意が必要。

可食草：ススキ、シバ、ツユクサ、クズ、ヨモギ、セイタカアワダチソウ、ササ類、竹など

不食草：ワルナスビ、オナモミ、チカラシバ（出穂期）、ヤマゴボウ、ノイバラなど

毒草：アセビ、ワラビ、ユズリハ、オナモミ、シキミ、ヒガンバナ、ヤマゴボウなど

※毒草は可食草が無くなると採食することがある

イ 電気牧柵

電気牧柵は、簡易な放牧用資材で設置や移動が簡単である。仕組みは電牧器から電牧線に通電し、牛が電牧線に触れショックを受けることによる「触ると痛い」という恐怖心を利用している。心理的な脱柵抑止効果があるが、牛の体当たりには耐えられないため、電牧線への馴致を必ず行う。電牧器の電源は、乾電池、ソーラー式、12V バッテリー、家庭用電源などがある。電圧は3,000V 以上必要であり、電圧が低い場合は「下草等への接触」、「アースの接地状況」など確認する。

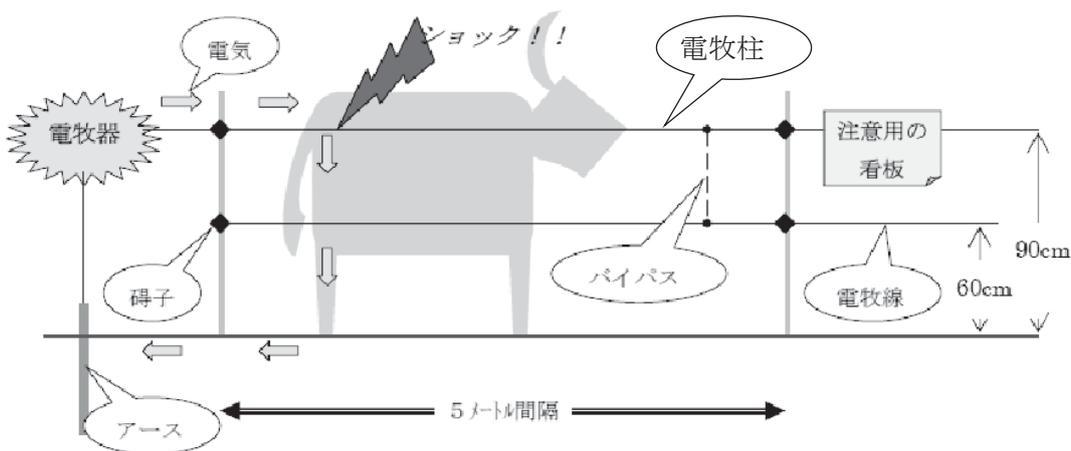


図1 電牧器・電気牧柵及び電気の流れ

ウ 飲水

放牧牛は、1日1頭当たり最大で45リットルの水が必要である。

(ア) 湧水・沢水の利用

放牧する耕作放棄地に隣接して沢・水路・湧水があれば、利用できる。

※水利権，野生動物の糞尿等に注意)



図2 水路から落差を利用した水槽

(イ) 灌漑用水の利用

放牧利用する畑等に灌漑用水や水道がある場合，簡易ホースで配管し，コンテナ等の水受け槽にポールタップを取り付ける方法がある（コンテナは，牛がひっくり返すことがあるため高さが60cm程度のものを利用）。



図3 タンクと飲水器を利用
(山口県農林総合技術センター)

(ウ) 水源が確保できない場合

水を運搬し風呂桶等に貯める方法があるが，農業用タンクとポールタップを取り付けたコンテナを利用すれば，運搬回数を減らすことができる（車両等の進入が可能か要確認）



図4 タンクと飲水器
(山口畜産試験場)



図5 タンクと飲水器
(近畿中国四国研究センター)



図6 飲水器
(近畿中国四国研究センター)

エ 給塩

放牧牛は、ミネラル補給が不可欠なので、給水槽の近くに給塩台を設け固形塩を舐めさせる。

オ その他の施設

(ア) 捕獲施設

妊娠鑑定・健康検査実施時や放牧地の移動時に便利である。

a 追い込み柵

放牧地の一角に足場パイプを利用し柵を作る。中に給水施設等を設置しておくこと、牛の警戒心を減らし捕獲しやすくなる。



図7 追い込み柵

b 移動式スタンション

セルフロック式スタンションを軽トラックの荷台に搭載。放牧牛の退牧や移動の2～3日前に放牧地に設置し、荷台で給餌することで容易に捕獲可能。



図8 車載式連動スタンション
(農研機構畜産草地研究所)

(イ) 日陰施設

水田や畑を利用する場合、日陰のないことが多いため、夏季は暑熱対策のため日除けが必要。

※設計図は、「よくわかる移動放牧 Q&A」農研機構近畿中国四国農業研究センターHP が参考となる。



図9 日陰施設

2) 電気牧柵の設置

ア 必要資材（放牧地面積：10a（25m×40m）の場合）

- （ア）電牧資材：電牧器及び支柱，アース，電牧線（約 300m：2 段張），ゲートハンドル（2 本）
- （イ）支柱資材：簡易支柱（30 本：5m 間隔），木柱（5 本：四隅，ゲートに設置），碍子（10 個）
- （ウ）その他：杭打ち器，木柱穴開器，ペンチ，巻き尺，コンパス，検電器，注意看板



【ソーラー式電牧器】



【電牧線】



【簡易支柱】



【碍子】



【ゲートハンドル】



【危険表示板】



【木柱・アース・電牧器】



【木柱・碍子】

※碍子に電牧線を巻付け



【木柱の代替】

※立木に碍子設置

図 10 必要資材

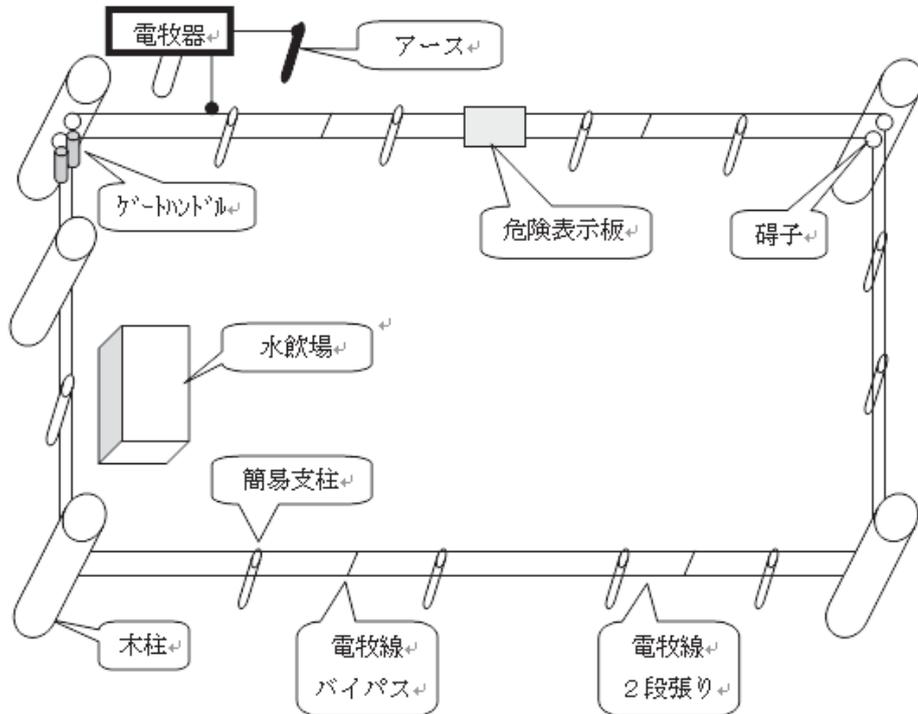


図 11 放牧地のイメージ

イ 設置手順

(ア) 牧区の設計と電牧線を張る場所の刈り払い、電牧線の下草が伸びると漏電の原因となるので、電牧線を中心に約 1 m 幅で刈払う。

(イ) 支柱の設置

簡易支柱を約 5 m の間隔で設置する。段差がある場合は、段差と電牧線の間からの脱柵を防止するため、斜面に沿って支柱を設置する (図 10)。角部分以外は簡易支柱で十分だが、角部分は電牧線の張力が集中するため強度のある木柱などを利用する。木柱には碍子を設置し、弛み防止のため電牧線を巻きつける。

電気柵の設置手順

- ①電牧線設置予定場所の刈払い
- ②四隅、ゲートに木柱を地面に打ち込む
- ③木柱の内側に電牧線の高さに碍子をねじ込む
(2 個/本)
- ④簡易支柱を 5m 間隔で設置
- ⑤電牧線を簡易支柱のフック・木柱の碍子に通す
- ⑥上下の電牧線にバイパスを数カ所設置
- ⑦危険表示板を数カ所設置
- ⑧ゲートハンドル設置
- ⑨電牧器用支柱を杭打ち器で打ち込む
※ソーラー式電牧器の場合、南側を向くように
- ⑩電牧器を電牧器用支柱の上部に設置
- ⑪アースを地面に打ち込む
- ⑫電牧器、電牧線及びアースに配線
- ⑬電圧チェッカーで電圧を測定
※3,000V 以上必要

図 12 電気柵の設置手順

(ウ) 電牧線，注意喚起用の看板の設置

a 電牧線

2段張りで十分（親子放牧や放牧未経験牛を放牧する場合は3段張り）。

- ・ 2段張り：地表から1段目60cm，2段目90cm
- ・ 3段張り：地表から1段目40cm，2段目70cm，3段目100cm

※地表近くに設置すると，下草の管理が困難。

※上下の電牧線の電圧が同等になるようにバイパスを数カ所設置。

※出入口にはゲートハンドルを利用すると便利。

b 危険表示板（注意喚起用の看板）

必ず設置すること（注意喚起義務があります）。

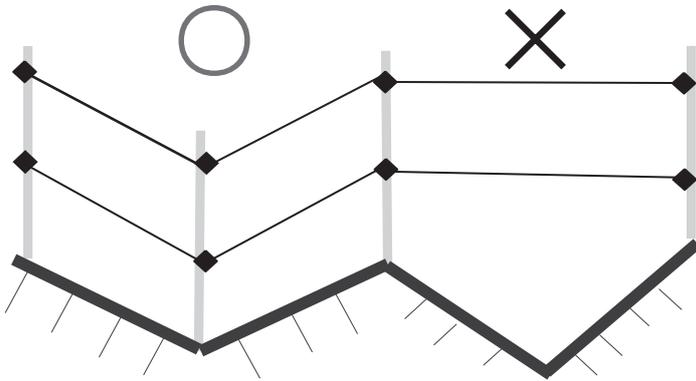


図13 段差がある場合（斜面に沿って設置）



図14 電牧線の下草を採食する牛

(エ) 電牧器，アースの設置

電牧器及びアースを放牧地の外側に設置する。

(オ) 電圧の確認

ウ 電気牧柵の設置上の注意

(ア) 法面がある放牧地

法面に設置するときは，牧柵は法面上縁から1m程度離し，牛の通り道を確保する。

（法面上縁に設置すると，法面の草を採食するときに法面を崩す）。



図15 法面の保護

((独)近畿中国四国研究センター)



図16 法面の崩壊

((独)近畿中国四国研究センター)

(イ) 放牧地の角の張り方

放牧地の角は鈍角にすることで、牛は追い詰められることなく、電牧線に沿って回り込めるので、脱柵事故の発生を抑制できる。（角を鋭角にした場合、牛は追い詰められ、脱柵することがある）

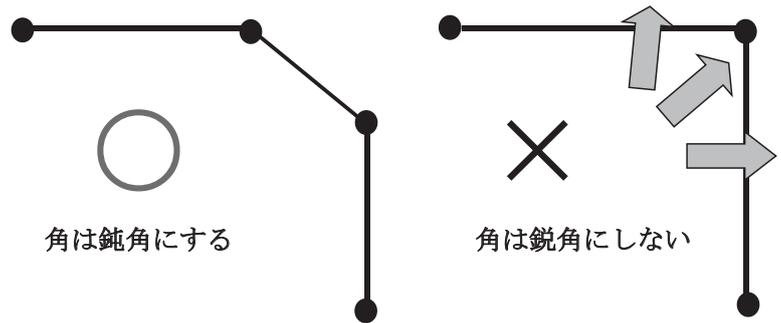


図 17 放牧地の角の張り方

(ウ) 放牧地の有効活用（例）

放牧面積が広い場合には、中区切りと簡易ゲートを入れることで有効利用できる。赤線の部分に簡易ゲートを設けることで①、②を分割利用する。

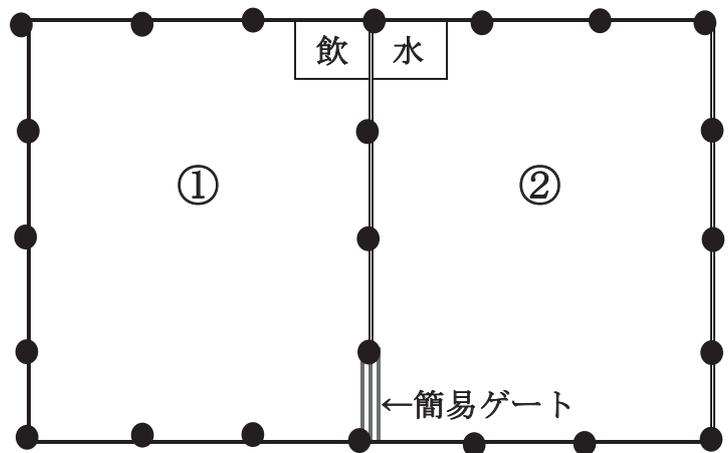


図 18 放牧地の有効活用

エ 放牧牛の準備

(ア) 放牧に適した牛

妊娠牛（妊娠鑑定後～分娩予定 2 ヶ月前）を利用するのが安全・省力的。

(イ) 放牧頭数

放牧地が狭い場合は 2 頭が基本。1 頭では牛が不安になり、3 頭以上の場合には序列が形成され脱柵の恐れがある（放牧未経験牛の場合は、放牧経験牛と一緒に放牧）。

(ウ) 放牧馴致

舎飼いから放牧地での生草のみの飼養に切り替わると、第 1 胃内の pH や微生物叢が変化する。さらに、舎飼いとは異なり、気象・地形・施設などの環境変化による影響を受けるため、そのストレスの緩和が必要。具体的な内容は、「1 放牧利用の基本、5) 放牧牛の管理」を参照。

(エ) 電気牧柵への馴致

脱柵防止のため、電牧線に触れるとショックを受けることを放牧前に学習させる。牛が電牧線へ自然に触れさせると良い（無理やり触れさせると、牛は人間不信になり捕獲困難になる）。

(オ) 放牧日数

耕作放棄地の草種は様々であり、一概に放牧可能日数を示すのは困難であるが、「1 放牧技術の基本、4) 放牧利用計画」を参照。

表3 耕作放棄地の草種別栄養価（日本標準飼料成分表 2009年版）

草種	区分	現物中			
		乾物量	消化養分総量	消化粗蛋白質	粗蛋白質
		DM	TDN	DCP	CP
スキ	出穂前	26.4	14.7	2.0	3.5
	出穂期	32.7	17.5	1.3	2.6
クス		35.0	17.8	3.7	5.8
セイカアワダチソウ		18.9	10.2	1.4	2.2
ヨモギ		20.7	15.3	3.2	4.0
イタリアンライグラス					
	1番草出穂前	16.3	11.8	2.3	3.0
	1番草出穂期	15.3	10.6	1.6	2.1
	1番草開花期	21.7	12.9	1.0	1.8
オーチャートグラス					
	1番草出穂前	17.6	12.1	2.3	3.1
	1番草出穂期	19.5	12.4	1.5	2.3
	1番草開花期	26.3	15.1	1.2	2.4
	1番草結実期	27.2	12.3	1.2	2.3

※耕作放棄地で数年間放牧すると野草は衰退するが、牧草播種により永続的利用可能。

オ 放牧中の管理

放牧牛の疾病・事故・脱柵の防止のため、個体観察及び放牧施設の点検を十分に行う。

※特に放牧開始直後は、牛が落ち着くまで注意深く観察。

(ア) 放牧中の日常的な巡回

a 放牧頭数及び健康状態の確認

1日1回程度、採食量、反芻、糞の状態、草・水の残量等を観察。

※1週間たっても野草の食べ方を覚えない牛は退牧して、体力を回復させ再度放牧

b 異常牛の発見

「群れから離れ、旺盛な採食行動を示さない」、 「栄養状態が悪く被毛・鼻鏡・目などの外貌に活力がない」、 「歩様の異常」、 「歩行速度が遅い」など注意深く観察する。

c 放牧草地

電牧線の下草や、周囲の枯草等が電牧線に触れると漏電するため、電牧線に沿って見回る。

(イ) 退牧

草がまばらになったら、草の残量と牛の状態により退牧時期を決める。

追い込み柵等捕獲施設が設置できない場合は、退牧1週間前から毎日エサを手渡しで与えて、人に馴らせると捕獲が容易になる。

(ウ) 土壌への糞の影響

耕作放棄地の草だけを採食していれば、糞臭はほとんどない。

(放牧後の土壌中の硝酸態窒素、大腸菌等は特に問題なし)

3) 衛生対策

ア 放牧前

(ア) 放牧予定牛の健康状態を確認。

(イ) 春～秋に放牧する場合は、アカバネ病ワクチンなどの予防接種（接種は獣医師に要相談）

※アカバネ病：吸血昆虫（カ、ヌカカ等）が媒介し異常産を引き起こす。

イ 入牧時

ピロプラズマ病予防（ダニが媒介するため殺ダニ（プアオン剤）の投与）。

ウ 放牧中

殺ダニ剤を定期的（3週間に1回程度）に投与。

飛翔昆虫（ハエ・アブなど）への対策には、耳標型殺虫剤の装着で一定の効果あり。

エ 退牧時

病原体やダニ等を牛舎に持ち帰らないよう注意。

3 耕作放棄地の草地化による牧養力向上

耕作放棄地放牧で利用する野草等は再生力が弱く、継続利用すると牧養力が低下する。そこで牧草などを播種して草地化を図る技術があり、草地化の方法には蹄耕法、耕起造成法などがある。

1) 蹄耕法（放牧をしながら牧草を導入する方法）

牧草の播種前に牛を強度に放牧し野草などの現植生を抑圧し、播種床を造成する方法。

ア 前植生の除去

放牧を行いながら、生えている草（前植生）を放牧牛に十分に採食させ、残草の刈り払いを行う。

イ 牧草播種

播種時期は、寒地型牧草は秋（8月～9月）、暖地型牧草は初夏（5月～6月）が適期である。播種量は、通常の草地造成の2～3割増しとする（播種後に降水があると発芽率良い）。

ウ 放牧牛による鎮圧

播種後1週間程度放牧を行い種子と土壌を接触させる鎮圧効果と、種子の発芽・生長の妨げとなる雑草を採食させ除去効果が期待できる。この際、草量が十分ではないので補助飼料の給与が必要。

エ 施肥管理

施肥量は「飼料作物栽培基準」等に基づき決定。

2) 耕起造成法

固結した土壌をプラウなどですき起こし、反転する方法。

ア 前植生の除去

放牧終了後、除草剤散布により前植生を枯殺。

イ 耕起・碎土・整地

ウ 土壌改良資材散布・施肥・播種

施肥と播種は同時に行う（圃場を縦横に均一散布）。

エ 鎮圧

安定した発芽、定着を図るため、播種後に鎮圧。

オ 除草剤散布時の注意事項

（ア）特定毒物に指定されたものは、非農耕地用は使用しない。

（イ）農薬取締法による登録製品（牧野、草地）を使用。

（ウ）農薬残留に関する安全使用基準の定められる作物が散布地周辺にあるときは、農薬を選択。空中散布等の面から、当該安全使用基準に遵守。

3) センチピードグラスによる草地化

草地化牧草として、低投入持続型のシバ型草種であるセンチピードグラスが利用されている。

ア 長所

（ア）他の草種も含めて草高が10cm程度に維持できる放牧強度にすれば、定置放牧が可能。

（イ）生産量の季節変動が少なく、放牧牛に利用される葉部の成分変動も少ない。

（ウ）施肥不要。

- (エ) 傾斜草地でも、ほふく茎や地下茎により土壌保持力に優れる。
- (オ) 少量播種 (0.5 kg/10a) でも3年後には草地化できる。(播種量が多い方がより早く草地化)。

イ 短所

- (ア) 初期生育が遅い。
- (イ) 種子代が比較的高価。
- (ウ) 耐湿性が弱いため、湿田のような極端に湿った条件では定着しない。

ウ 草地造成方法

- (ア) 播種は放牧を行いながら6月頃に行う。
- (イ) 播種前に強めに放牧を行うか、掃除刈りを行い裸地が見られるような状態にすると定着が良い。
- (ウ) 雑草等の生育を押さえ定着を促すため、播種後も放牧は継続。
- (エ) 施肥不要(施肥により6割程度増産できるが、雑草が容易に侵入するため、管理が必要)。

エ 利用期間・放牧強度

- (ア) 繁殖牛2頭に要する放牧面積は1ha程度である。
- (イ) 夏季を中心として半年程度利用できる。

※放牧強度 CD (Cow Day/ha) : 放牧の強さを示す値

$$CD = \frac{\text{放牧頭数} \times \text{年間の放牧日数の合計}}{1 \text{ 牧区の面積 (ha)}}$$

4) 湿地での放牧利用技術

耐湿性草種として、リードカナリーグラスとレッドトップが利用できる。

ア 長所

- (ア) 耐湿性に優れ、水田跡でも良好に生育。
- (イ) ほふく茎がよく発達し放牧牛の踏圧に強く、水田放牧地でも高い永続性を示す。

イ 短所

- (ア) 初期生育が遅い。
- (イ) リードカナリーグラスの維持には一定期間の休牧が必要で輪換放牧に向いている。休牧は生育状況により異なる(休牧期間は、春～夏：約16日間，秋：約33日間)。

ウ 草地造成方法

- (ア) 播種適期：8月下旬～9月中旬，播種量：3kg/10a。
- (イ) 耕起造成：除草剤で播種前に自生している植物を枯殺。
- (ウ) 蹄耕法：播種前に強放牧し，前植生をできるだけ減らす。
- ※初期生育に優れたペレニアルライグラスを混播(1kg/10a)し，初期生産量増加，雑草侵入抑制。

エ 利用期間・放牧強度

春から秋に利用でき，放牧強度は最大600CD/ha程度。伸長停止(平均気温8℃)したら放牧終了。

5) 水田を利用した放牧技術

立毛放牧は，飼料用稲を刈らずに牛に食べさせる立毛(たちげ)技術で，省力的で採食ロスが少ない。電気牧柵の活用により，採食ロスは飼料稲生産量の10%以下に抑えられ，1ha当たり10頭で100日以上放牧が可能(1,000CD)で，飼料稲の収穫利用コストを5分の1に低減できる。

ア 実施場所

湿田でない水田が望ましい。

イ 飼料用稲の管理

中乾しを強くし、放牧時の泥濘化、稲株の汚染を防止。

ウ 放牧計画

放牧利用時期は9～11月（栽培面積・生産量・時期・頭数を考慮して計画）。

エ 利用方法

ストリップ放牧方式で牛に採食させると無駄なく利用できる。1日程度の採食量に必要な面積を電牧線（高さ70cm）で区切り採食させる。食べきったら電牧線を移動し必要面積を区切って採食させる。これを繰り返すことで、踏み倒し等のロスを減らし有効利用できる。

※ストリップ放牧：輪換放牧の一種。放牧地を可動式牧柵で1日程度の短期間に必要な面積を帯（ストリップ）状の牧区に区切り、高い放牧密度で放牧利用する。

飼料用稲のタンパク質及び粗の消化性低下を防ぐため、完熟期前に採食させる。妊娠末期の繁殖牛を放牧する際には、大豆粕やヘイキューブなど蛋白成分の高い飼料を補給する。

オ 留意点

肝蛭虫の汚染地域では糞の検査を行い、寄生が確認された場合は駆虫する。



図 19 水田での放牧の様子



図 20 飼料用稲の立毛利用（ストリップ放牧）

4 周年放牧技術

簡便な電気牧柵の普及により、小規模な耕作放棄地等を利用した放牧が可能となった。しかし、放牧利用は春から秋にとどまり、冬季は牛舎で飼養するのが一般的である。そこで、放牧期間を冬季まで簡易に延長する3つの技術を開発した。これらの技術を組み合わせることで低コスト化・省力化が図れる。

1) 寒地型牧草追播による放牧利用

放牧利用後の放牧地で、秋季に寒地型牧草を追播し、冬季に放牧利用する。

- ア 追播草種 ライムギ
- イ 播種量 8kg/10a
- ウ 施肥量 尿素 N6kg/10a
- エ 播種時期 10月中旬
- オ 利用時期 1月中旬から4月下旬まで1番草～3番草を利用
- カ 牧養力 40CD/10a



図 21 ライムギ追播による放牧

2) 水田の放牧利用

稲刈り後、施肥・イタリアンライグラス追播を行い、再生したひこばえ（再生稲）を併用し、晩秋～春先に放牧利用する。

- ア 草種 イタリアンライグラス、ひこばえ
- イ 播種量 2.5kg/10a
- ウ 施肥量 尿素 N9.2kg/10a
- エ 播種時期 9月中旬（稲刈り後）
- オ 利用時期 11月下旬から3月上旬
- カ 牧養力 20CD/10a



図 22 ひこばえ放牧

3) 秋季備蓄草地の放牧利用

採草地の3番草刈り取り後、施肥を行い備蓄開始し、晩秋～冬季に放牧利用する。

- ア 施肥量 尿素 N15kg/10a
- イ 施肥時期 9月中旬（3番草刈り後）
- ウ 備蓄機関 9月中旬～11月中旬
- エ 利用時期 11月中旬から1月中旬
- オ 牧養力 30CD/10a

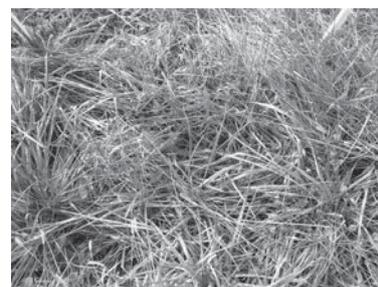


図 23 備蓄草(フォッグェージ)

【経費削減効果】

県北地域でライムギ追播と秋期備蓄草地、県南・県西地域で水田放牧と秋期備蓄草地を組合せて冬季放牧した場合の試算を行い、従来の冬季舎飼いと比較し県北地域で約29%、県南・県西地域約28%の経費節減効果が見込める。

VI 水田転作栽培技術

1 水田転作における栽培上の留意点

1) 栽培利用上の留意事項

水田は土壌水分が高く、湿害による生育不良や機械収穫調製が困難になることがある。水田に飼料作物を導入するためには、排水の容易な土壌基盤と集団化され機械作業ができる環境条件が必要である。また、水田土壌は畑土壌と異なるので作付け前に土壌診断を実施して適切な土壌改良、施肥設計をする必要がある。

(1) 排水対策

水田では、透水性が不良で地下水位も高いところが多く、土壌水分は高い。湿害による生育障害や機械作業が困難になることがあり、排水対策が必要である。圃場排水には雨水や地表停滞水を排除するための表面排水、地区外からの流水を防止する横侵入排水、地下水位を下げる地下排水などがある。基盤整備計画によって排水施設を整備し、これとともに圃場の集団化を進めることが効率的な飼料生産になる。これらの計画による末端排水路や本暗渠の整備された圃場でも十分な効果を発現させるために表面排水、額縁排水等の営農排水対策を併用することが必要である。

圃場周りの明渠だけでも効果はあるが、本暗渠とともに各種補助暗渠を設置すると効果は高い。もみがら暗渠と弾丸暗渠を併用して設置し、トウモロコシ生産において高収量を上げている事例がある。また、透水性を悪くしている水田の耕盤をプラウ深耕やサブソイラーによって破砕する。暗渠施工がすぐに無理な場合でも、地表の停滞水の排水効果を高めるため、明渠だけは必ず実施すべきである。

(2) 栽培条件

土壌管理については、土壌診断に基づき適正な酸度に矯正する。火山灰土壌では有効態リン酸が不足することがあるのでヨウリンなどの土壌改良材を増肥する。

重粘土の転換畑は碎土性が悪く土塊が大きいため覆土が不均一になり、作物の発芽定着不良をおこしやすい。このため耕起は土壌が乾いてから低速でロータリ回転数を上げて、できるだけ細かくする等の対策が必要である。また、土地条件が許せば耕盤破砕のできるプラウによる深耕を行うことが望ましい。

2) 導入草種の選定

気象、土壌、利用目的によって作物の種類や品種を選ぶ必要がある。特に夏期は地下水位が高く、過湿になりやすいので注意が必要である。排水程度と主な適草種は表1に、耐湿性など環境適応性は表2に示してある。

表1 排水程度と適草種

排水程度	適草種
良好	飼料用トウモロコシ, 麦類
普通	ギニアグラス, イタリアンライグラス, 混播牧草
やや不良	栽培ヒエ, リードカナリーグラス
不良	飼料用稲

水田を利用した飼料作物栽培 (吉村) より

表2 各草種の生育特性, 環境適応性

作物名	初期生育	再生	耐湿性	耐旱性	耐寒性	低温伸長性	耐病性	耐虫性	耐倒伏性	収量性	嗜好性
トウモロコシ	◎	×	×	×		◎	△	△	○	○	○
ソルガム	○	○	×	○		△	○	×	○	△	△
スーダングラス	△	◎	△	○		△	×	○	△	◎	△
栽培ヒエ	○	△	◎	×		○	○	△	○	◎	△
シコクビエ	△	○	○	×		△	○	×	○	○	△
ローズグラス	×	◎	○	○		×	○	○	○	○	△
カラードギニアグラス	×	◎	○	○		×	○	○	○	○	△
ギニアグラス	×	◎	×	○		×	○	○	○	○	△
イタリアンライグラス	◎	○	○	△	△	○	△		×	○	◎
エンバク	◎	×	△	△	△	○	△		○	○	○
大麦	◎	×	×	○	○	△	△		○	△	○
ライムギ	◎	×	×	△	◎	△	△		×	○	△
ライコムギ	◎	×	×	△	◎	△	△		◎	○	△

収量性：◎極めて多収，○多収，△やや低収，×低収

その他の特性：◎極めて良（強），○良（強），△やや不良（弱），×不良（弱）

自給飼料の生産をしましょうⅡ（魚住）より

圃場の排水性が良好ならば栄養収量の高いトウモロコシの栽培が可能であるが、やや過湿ならソルガムおよびスーダングラス、不良な圃場では栽培ヒエが適当である。

排水が困難であるか、水田のまま飼料生産を行うことが望ましいときは飼料イネとする。飼料イネは専用品種、専用機械の開発が行われ、新しい栽培・収穫技術が確立されているので栽培面積が増加している。

3) 主要な飼料作物について

(1) トウモロコシ

最も栄養収量が高く、嗜好性に優れ、サイレージ調製も容易であるが、耐湿性は弱い。品種については極早生から晩生、二期作対応まで多くの品種が市販されており、作付体系に応じた品種が選択できる。転作田での栽培例も多いが、耐湿性に優れる品種はまだ育成されていない。排水の良好な圃場が適しているが、排水が十分でない水田で栽培するときには溝などを掘って湿害を軽減する必要がある。

また、国産濃厚飼料生産への取組として、子実用トウモロコシの生産が開始されている。水田や畑における輪作体系に子実用トウモロコシを取り入れることにより、排水性の改善、緑肥による地力改善、連作障害の回避が可能である。飼料米等に比べ、単位面積当たりの労働力が少なく、労働生産性が高い。普及するためには、品種の選定や栽培技術の確立、

生産コストの低減や専用収穫期等の施設整備，安定した供給体制の構築が必要である。

(2) ソルガム類

子実型から茎葉型，スーダングラスなど多様なタイプの品種がある。トウモロコシより高温条件に適し一般に多収である。茎葉型やスーダングラスは再生がよく，ロールベールに調製できる。トウモロコシより湿害には強いとされるが大差はなく，やはり過湿への対策が必要である。

(3) 栽培ヒエ

耐湿性が強いので，排水不良地でも湿害が少なく飼料の生産が可能である。飼料用として育成された品種が市販されている。これらは収量が高く，難脱粒性なので雑草化の心配は比較的少ない。

(4) イタリアンライグラス

耐湿性は強く，多収で品質，嗜好性も良く，サイレージおよび乾草ロールベールに調製できるので冬作では最も広く使われている。一般には春から初夏にかけて1回～3回収穫する。極早生品種から晩生，極長期利用まで多くの品種が市販されている。倒伏時の収穫時のロスや蒸れを減らすために，耐倒伏性が強い品種が育成され市販されている。

(5) 麦類

ライムギ，エンバク，ライコムギ，大麦が冬作として広く使われている。いずれも耐湿性は弱いので排水の良好な圃場が適している。耐寒性が強く，イタリアンライグラスより遅く播種することができる。播種期が11月以降になるときはライムギを利用した方がよい。

(6) 寒地型牧草

イネ科のオーチャードグラス，トールフェスク，ペレニアルライグラス，マメ科のアカクローバ，シロクローバが一般的に使われており，これらを混播して採草，放牧に利用する。いずれも耐湿性は中程度である。

排水不良地では耐湿性の強いリードカナリーグラスが適している。強固な根系を作るために軟弱な地盤でも機械作業が可能である。出穂期以降は嗜好性が低下するので1番草は出穂始めに刈り取る。リードカナリーグラスはアルカロイド含量が高く嗜好性が劣るとされているが，最近ではアルカロイドの低い品種（ベンチャー，パラトン）が市販されている。

(7) 飼料用稲

元来から水田で作付される作物のため，水田への作付けには非常に適しており，排水性が悪く他の飼料作物が作付できないような場所へも作付が可能である。

ただし，食用米と作付時期をずらすことが多いため，集団で水管理をするような圃場では，水管理体系が飼料用稲と合わずに，収量が伸びない・実が入らないことなどの問題もある。

近年ではより収量性の高い専用品種も販売されているため、目的（ホールクroppサイ
レージまたは飼料用米）に応じて使い分けると良い。

VII 調査・測定法及び成分分析

1 調査方法（設置、倒伏、折損、病害虫判定基準）

1) 牧草及びエンバク

(1) 試験方法

① 区面積と区制

原則として1区面積6㎡程度の4反復乱塊法配置とする。試験区の形状・大きさは供試圃場の状況と使用機械等によって決めてよいが、周辺効果を除くため1試験区の周辺は散播の場合は最低30cm程度、条播の場合は1畦相当以上を除外区とする。

② 播種期

具体的な播種月日は各地の指導基準により、播種適期に遅れないようにする。

③ 播種法

寒冷地型多年生イネ科牧草	単播で散播または条播(畦間30cm程度の密条播が望ましい)とする。
イタリアンライグラス	同上
暖地型一年生イネ科牧草	原則として単播。散播、密条播(30cm)または条播(60cm程度)とする。
暖地型多年生イネ科牧草	原則として単播で散播する。
アカクローバ	原則として単播で、畦間30~50cmの条播とする。
シロクローバ	各地に適したイネ科牧草との混播による散播とする。なお、比較として当該イネ科牧草単播の区も設ける。
アルファルファ	原則として単播で畦間30~50cmの条播とする。根粒菌の接種を行う。
エンバク(青刈・サイレージ用)	条播(条間30~60cm)または散播する。

④ 播種量 (g/a)

寒冷地型多年生イネ科牧草	原則として150~200とする。
イタリアンライグラス	2倍体品種・系統の場合、条播150、散播250。 4倍体品種・系統の場合、条播250、散播400。
暖地型一年生イネ科牧草	発芽率50%を基準として、70~100とする。
暖地型多年生イネ科牧草	バヒアグラスは2倍体品種の場合は200、4倍体品種の場合は300とする。ギニアグラス、ローズグラスは発芽率50%を基準として70~100とする。
アカクローバ	100とする。
シロクローバ	シロクローバは30、イネ科牧草はオーチャードグラスを供試するときには150、イネ科牧草としてオーチャードグラス以外を供試するときには各地の指導基準等による。
アルファルファ	150とする。
エンバク(青刈・サイレージ用)	標準耕種法によるが、a当たり0.6~0.8kgを目安とする。

⑤施肥量と施肥法

耕種基準によるが、おおよその基準は次のとおりとする。

寒冷地型多年生イネ科牧草	寒地 1.5～2.0 kg/a(播種年元肥はNで 0.4 kg/a を基準とする) 中間値 2.0～2.5 kg/a(" 0.8 ") 暖地 2.5～3.0 kg/a(" 1.0 ")																											
イタリアンライグラス	N 基肥 0.8～1.2 kg/a、追肥(各刈取ごと) 0.5～0.8 kg/a P ₂ O ₅ 基肥 1.5～3.0 kg/a、追肥なし K ₂ O 基肥 1.0～1.8 kg/a、追肥(各刈取ごと) 0.5～2.0 kg/a																											
暖地型一年生イネ科牧草	N、K ₂ O 基肥 0.8～1.2 kg/a、追肥(各刈取ごと) 0.5～0.8 kg/a P ₂ O ₅ 基肥 1.5～3.0 kg/a、追肥なし ただし、石灰・堆肥は各地の土地条件等に応じて施用する。																											
暖地型多年生イネ科牧草	利用1年目 N、K ₂ O 基肥 1.0 kg/a、刈取ごと 0.5 kg/a(最終刈時は除く) P ₂ O ₅ 基肥 1.0 kg/a 利用2年目以降 N、K ₂ O 春肥及び刈取ごと 0.5 kg/a(最終刈時は除く) P ₂ O ₅ 春肥 1.0 kg/a																											
アカクローバ	年間合計施肥量 N 0.4、P ₂ O ₅ 1.0、K ₂ O 2.0 kg/a。 ただし、播種当年はこのほか土壌改良材としてようりん 3.0 kg/a を施用する。																											
シロクローバ	おおよその年間N施肥量は 0.5～1.0 kg/a(播種年基肥はその 1/2～1/3) とする。																											
アルファルファ	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">地帯別</th> <th colspan="3">播種年 (kg/a)</th> <th colspan="3">2年目以降 (kg/a)</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>P₂O₅</th> <th>K₂O</th> <th>N</th> <th>P₂O₅</th> <th>K₂O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>春播地帯</td> <td>0.4</td> <td>1.5～2.0</td> <td>0.6～1.0</td> <td>0.5</td> <td>0.8～1.5</td> <td>1.5～2.0</td> </tr> <tr> <td>秋播地帯</td> <td>0.5</td> <td>2.0～3.0</td> <td>1.0～1.2</td> <td>0.8～1.5</td> <td>2.0～3.0</td> <td>2.5～3.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>なお、堆肥 200～500 kg/a、石灰 20～30 kg/a を播種前に全面施用する。また、ホウ素欠の発生しやすい土壌ではa当たり 10g 程度のホウ素施用の必要があり、BMようりん(0.5%ホウ素含有)の使用が便利である。</p>	地帯別	播種年 (kg/a)			2年目以降 (kg/a)			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	春播地帯	0.4	1.5～2.0	0.6～1.0	0.5	0.8～1.5	1.5～2.0	秋播地帯	0.5	2.0～3.0	1.0～1.2	0.8～1.5	2.0～3.0	2.5～3.0
地帯別	播種年 (kg/a)			2年目以降 (kg/a)																								
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O																						
春播地帯	0.4	1.5～2.0	0.6～1.0	0.5	0.8～1.5	1.5～2.0																						
秋播地帯	0.5	2.0～3.0	1.0～1.2	0.8～1.5	2.0～3.0	2.5～3.0																						
エンバク(青刈・サイレージ用)	標準耕種法によるが、施肥成分量及び施肥法を明示すること。																											

⑥刈取回数

各地の指導基準や慣行による。

⑦圃場管理

各地の指導基準や慣行によるが、病虫害防除・除草については、調査に大きく支障をきたす場合には適宜の処置を取り、病虫害及び倒伏が甚だしいときは早めに刈り取る。

(2) 調査項目と調査方法

項 目	調 査 基 準	調 査 法	表 示 法
①発芽良否	極不良 1、極良 9 とする評点法。	観 察	1～9
②定着時草勢	刈取秤量した値を想定し、極不良を 1、極良を 9 とする評点法。	観 察	1～9
③萌芽期	区全体にわたって萌芽の認められた日。	観 察	月 日
④早春の草勢	刈取秤量した値を想定し、極不良を 1、極良を 9 とする評点法。	観 察	1～9
⑤越冬性	早春の冬損株や葉枯程度などの多少による。極不良 1、極良を 9 とする評点法。	観 察	1～9
⑥病虫害程度	被害程度と被害面積に応じて無または極微を 1、甚を 9 とする評点法。	観 察	1～9
⑦出穂始	1 m ² 当たり 3 本前後が出穂に達した月日。	観 察	月 日
⑧出穂程度	各刈取り時の穂数の多少による。無を 1、極多を 9 とする評点法。	評 点	1～9
⑨倒伏程度	倒伏が認められたとき。無または微を 1、甚を 9 とする評点法。	観 察	1～9
⑩草 丈	刈取り時に 1 区 10 か所を測定。	測 定	cm
⑪生草収量	各刈取時に測定。秤量面積は 1 区 2.5 m ² 以上。有効数字は 3 桁。	秤量・ 算出	kg/a
⑫乾 物 率	各刈取時に生草 300～500 g を 70℃、48 時間通風乾燥し、乾燥機より搬出直後に秤量算出する。秤量は g 単位。	秤量・ 算出	0.1%
⑬乾物収量	(生草収量×乾物率) / 100	算 出	0.1 kg /a
⑭再生草勢	刈取後 7～10 日ごろ。(極不良 1～極良 9)	観 察	1～9
⑮越夏性	越夏直後の刈取後 10 日ごろにおける再生草勢。極不良を 1、極良を 9 とする評点法。	観 察	1～9
⑯秋の被度	最終刈後の基底被度。条播の場合は、畦が 10 cm 以上裸地となった部分を概略積算(%)し、100 から差し引く。	概 算	0 ～ 100%
⑰秋の草勢	最終刈取後の生育量。刈取秤量した値を想定し、極不良を 1、極良を 9 とする評点法。	観 察	1～9
⑱雑草程度	刈取り時に雑草の程度を雑草生重比率を想定して評価する。	観 察	%
⑲春の被度(アカローバ)	萌芽終了時に 10 cm 以上裸地となった部分を区全体について概略積算し 100% から差し引く。	概 算	%
⑳着花茎出現程度(アカローバ)	評点(極小 1～極多 9)。各刈取り時。	観 察	1～9
㉑刈取り時のステージ (アカローバ、アルファルファ)	未着蕾～開花期に区分。各刈取り時。 未着蕾：10 茎未満 / 区着蕾 着蕾始：10 茎 / 区着蕾 着蕾期：1/2 区着蕾 開花始：10 茎 / 区開花 開花期：1/2 区開花	観 察	
㉒早春の被度(混播シロクロバ)	萌芽期のシロクロバの冠部被度。	観 察	%
㉓イネ科草丈(混播シロクロバ)	各刈取時 1 区 10 ヶ所を測定。	測 定	cm

㉔クローバ率(混播シロクローバ)	春、梅雨期後、越夏後、乾物率のサンプルを草種別に秤量(生草重)算出。	測定・算出	%
㉕クローバ被度(混播シロクローバ)	各刈取り後7～14日後の冠部被度で評価する。	観 察	%
㉖欠株率(アルファルファ)	畦が10 cm以上裸地となった部分を区全体について概略積算し、計算する。利用1年目の1番刈時及び各年の最終刈後に調査。主な欠株理由も記す。	概 算	%
㉗ 初期生育(エンバク青刈り・サイレージ用)	極不良1、極良9とする評点法。	観 察	1～9
㉘ 刈取り時出穂程度(エンバク青刈り・サイレージ用)	出穂無しを1、極多を9とする評点法。	観 察	1～9
㉙ 刈取り時の穂の熟度(エンバク青刈り・サイレージ用)	粒の熟度を未乳熟、乳熟期、糊熟期、完熟期等に区分、表記。	観 察	
㉚穂重割合(エンバク青刈り・サイレージ用)	乾物率のサンプルを乾草前に穂とその他に分けて乾燥することにより算出する。	秤量・算出	%
㉛その他	必要と認められる事項		

2) トウモロコシ

(1) 試験方法

- ①1区面積・反復数・試験区の配置：原則として1区面積は10㎡以上、畦数は4畦以上とし、両端2畦は収量調査の対象から除き、試験区の配置は3反復乱塊法とする。
- ②施肥量及び施肥法：標準耕種法による。
- ③播種期：標準耕種法による。
- ④播種法及び播種量：点播とし覆土の厚さは標準耕種法による。1株当たりの播種粒数は2とする。
- ⑤栽植密度：標準耕種法による。
- ⑥種子の予措：必要に応じて殺菌剤を種子粉衣する。
- ⑦間引き及び補植：発芽後間引きおよび補植を行い1株1本立ちとする。
- ⑧収穫時期及び収穫法：収穫時期は各品種の黄熟期を目安とし、刈取高さは地際より約5cmとする。
- ⑨その他の栽培管理：標準耕種法による。病虫害の農薬による防除、除草剤による除草などは必要に応じて行う。

(2) 調査項目及び調査基準

区分；Aは必ず調査し、Bは必要と思われる場合調査する。

【生育調査】

調査項目	調査基準	調査法	表示法	最小桁		区分	備 考
				調査	平均		
①発 芽 期	播種種子の50%が出芽した日	観察	月日	1	1	B	

②発芽の良否	極良を9、中を5、極不良を1とする評点法	観察	1~9	1	0.1	B	発芽率 80%以下の試験区が見られた場合に調査する。9(91%以上)~1(20%以下)とし、10%きざみで評点する。
③初期成育	極良を9、中を5、極不良を1とする評点法	観察	1~9	1	0.1	A	調査時期は未展開葉を含めて6~10葉期とする。
④雄穂開花期 (開花期)	全個体のほぼ50%の個体の雄穂が開花した日	観察	月日	1	1	A	
⑤絹糸抽出期 (抽糸期)	全個体のほぼ50%の個体の絹糸が抽出した日	観察	月日	1	1	A	
⑥稈長	地際から雄穂穂首までの長さ	測定	cm	1	1	A	成育中庸な5個体以上について測定。
⑦着雌穂高	地際から最上位雌穂着生節までの長さ	測定	cm	1	1	A	成育中庸な5個体以上について測定。
⑧倒伏	倒伏個体の全個体に対する割合	係数算出	%	0.1	0.1	A	収穫時期は原則として収穫直前とする。 倒伏個体とは、主稈の地際から最上位雌穂着生節まで引いた直線の角度が垂直から30度以上傾いた個体をいう。
⑨折損	折損個体の全個体に対する割合	係数算出	%	0.1	0.1	A	収穫時期は原則として収穫直前とする。 折損個体とは、主稈の最上位雌穂着生節の直上位節間以下の折損個体で虫害によらないものをいう。倒伏と折損が同じ個体に見られる場合は、折損個体に数え、倒伏個体には数えない。
⑩病害	発生が観察された病害について以下の種類別の基準に従って調査する。					A	調査時期は原則として収穫直前とする
ごま葉枯病 すす紋病 さび病 南方さび病 北方斑点病 その他	被害程度と被害面積に応じて無を1、甚を9とする評点法	観察	1~9	1	0.1		

黒穂病 すじ萎縮病 モザイク病 根腐病	罹病個体の全個体に対する割合	係数 算出	%	1	0.1		黒穂病については罹病個体の割合とともに、その中の雌穂罹病個体数も数え、雌穂黒穂病の全個体に対する割合も算出する。
紋枯病	罹病個体の全個体に対する割合	係数 算出	%	1	0.1		発病程度が著しく、罹病個体割合では差異が判定できない場合には、1区10個体以上について病斑高を測定し、病斑高/稈長により病斑高率を算出する。
⑪虫害	雌穂着生節以下の稈での虫害(アワノメイガ、イネヨトウなど)による折損個体の全個体に対する割合	係数 算出	%	1	0.1	A	害虫の種類を付記する。
⑫その他の障害	病害の項に準ずる	観察	1~9	1	1	B	干害、湿害など

注：発芽期、雄穂開花期、絹糸抽出期以外は、いずれも調査日を付記する。

【収穫調査】

調査項目	調査基準	調査法	表示法	最小桁		区分	備考
				調査	平均		
⑬収穫時の熟度	刈取収穫時の熟度を下記のように区分する。 未乳熟期 乳熟期 糊熟期 黄熟期 完熟期	観察				A	未乳熟期：ほぼ全個体について大半の穀粒が水状物を圧出する。 乳熟期：ほぼ全個体について75%の穀粒が乳状物を圧出する。 糊熟期：ほぼ全個体について75%の穀粒が糊状物を圧出する。 黄熟期：ほぼ全個体について75%の穀粒が糊状物を圧出しえないほど硬化。 完熟期：ほぼ全個体について大半の穀粒が硬化。

⑭生茎葉重	a 当たりの生茎葉（包葉、穂柄を含む）の重量	秤量算出	kg/a	1	1	A	<p>いずれの調査項目も全試験区について調査する。</p> <p>周辺効果の認められない中央部を対象に、欠株とその前後の個体および補植個体を除き、無雌穂個体、倒伏・折損個体を含めて連続する 18 個体以上を刈り取るのが望ましい。</p> <p>生総重を秤量した後、茎葉と雌穂とに分ける。雌穂は無効雌穂（正常子実の着粒が各系統の標準的な雌穂長の 1/3 以下のもの）と有効雌穂に分ける。生雌穂重は子実の着粒が全く認められない完全不稔雌穂を除いて秤量し、生茎葉重は生総重－生雌穂重によって算出する。</p>
⑮生雌穂重	a 当たりの生雌穂（穂軸を含み包葉と穂柄は含まない）の重量	秤量算出	kg/a	1	1	A	
⑯生総重	a 当たりの地上部の生総重量	算出	kg/a	1	1	A	<p>は無効雌穂（正常子実の着粒が各系統の標準的な雌穂長の 1/3 以下のもの）と有効雌穂に分ける。生雌穂重は子実の着粒が全く認められない完全不稔雌穂を除いて秤量し、生茎葉重は生総重－生雌穂重によって算出する。</p>
⑰有効雌穂割合	a 当たりの地上部の生総重量	計数算出	%	1	0.1	A	
⑱乾物茎葉重	a 当たりの乾物茎葉の重量	秤量算出	kg/a	0.1	0.1	A	各試験区 5 個体以上の生体茎葉を細断し、十分均一化した後約 1 kg の試料 1 点を秤取し、熱風乾燥後秤量して（茎葉）乾物率を求め、生茎葉重×乾物率で算出する。
⑲乾物雌穂重	a 当たりの乾物雌穂の重量	秤量算出	kg/a	0.1	0.1	A	収穫した生体雌穂全部を熱風乾燥後秤量して乾物率を求め、生体雌穂重×乾物率で算出する。
⑳乾物総重	a 当たりの地上部乾物の総重量	算出	kg/a	0.1	0.1	A	乾物茎葉重＋乾物雌穂重
㉑その他	必要と認めた事項					B	

注 1) 乾物率算出のための熱風乾燥では、試料を乾燥しやすい状態にまとめた上、70～80℃の熱風で恒量となるまで乾燥し、搬出後直ちに秤量する。

注 2) 乾物茎葉重および乾物雌穂重の測定は、品種内の個体間差異に伴う標本誤差（特に不稔個体の割合が高い場合）および細断材料からのサンプリング誤差が大きいので、できるだけ各種の誤差を小さくするように工夫することが望ましい。

3) ソルガム

(1) 試験方法

- ① 区面積・反復数・試験区の配置：1 区面積は 8 m²以上とする。供試系統のタイプ別（1～2 回利用または多回利用）に原則として 3 反復乱塊法により試験区を配置する。
- ② 施肥量および施肥法：標準耕種法による。
- ③ 播種期：標準耕種法またはその地域の標準的播種期による。
- ④ 播種法および播種量：条播の場合は、a 当たり 100～200 g を条間 60～80 cm に条播する。播幅は約 10 cm とする。点播の場合は、条間 60～80 cm、株間 10 cm に 1 株 3 粒程度点播し、発芽後間引きし、1 株 1 本立とする。
- ⑤ 種子の予措：必要に応じて殺菌剤・殺虫剤の粉衣を行う。
- ⑥ 収穫時期および収穫法：利用形態ごとに収穫時期を定める。多回刈り利用の場合は標準品種の出穂始めを、年 1～2 回刈りでは標準品種の乳熟～糊熟期を目安とする。刈り取り高さは地際より約 10 cm とする。
- ⑦ その他の栽培管理：標準耕種法による。病虫害の農薬による防除、除草剤による除草、登熟期の防鳥ネットの使用などは必要に応じて行う。

(2) 調査項目および調査基準

調査項目は、1～2 回利用（主に兼用～ソルゴー型）と、多回利用（スーダングラス、スーダン型）に大きく分けて設定する。

区分 A は必ず調査し、B は必要と思われる場合調査する。

【生育調査（1～2 回利用・多回利用共通）】

調査項目	調査基準	調査法	表示法	最小桁		区分	備考
				調査	平均		
①発芽期	播種種子の 50% が出芽した日	観察	月日	1	1	A	必要があれば播種前後の圃場の状態並びに気象を付記する。
②発芽の良否	極良を 9、中を 5、極不良を 1 とする評点法	観察	1~9	1	0.1	A	9(91%以上)～1(20%以下)とし、10%きざみで評点する。
③初期成育	極良を 9、中を 5、極不良を 1 とする評点法	観察	1~9	1	0.1	A	調査時期は播種後 30 日～40 日とする。
④収穫時ステージ	刈取収穫時のステージを下記のように区分する。 止葉抽出前 止葉期 出穂始 出穂期 開花期 未乳熟期 乳熟期	観察				A	止葉抽出前：ほぼ全茎の止葉が抽出していない。 止葉期：ほぼ 50% の茎の止葉が抽出。 出穂始：1 区当たり 3~5 本の茎が出穂。 出穂期：ほぼ 50% の茎が出穂。 開花期：ほぼ 50% の穂が

	糊熟期 完熟期 乳熟期、糊熟期については、 それぞれに初期、中期、後期 を付する。						開花。 未乳熟期：ほぼ全個体につ いて大半の穀粒が水状物 を圧出する日。 乳熟期：ほぼ全個体につ いて 75%の穀粒が乳状物 を圧出する日。 糊熟期：ほぼ全個体につ いて 75%の穀粒が糊状物 を圧出する日。 完熟期：ほぼ全個体につ いて大半の穀粒が硬化した 日。
⑤ 稈 径	地際より約 10 cm の位置にあ る節間の中央部の直径。	測定	mm	1	1	A	試験区内の生育中庸な 5 個 体の最長茎の稈径（左記） を測定する。 調査時期は収穫直前とする。
(簡便法)	刈取った節間より 1 つ上位 の節間で切断されていない 完全な最下位の節間の中央 部の直径。	〃	〃	〃	〃	〃	収穫物より生育中庸のもの の 5 茎を選び、稈径（左記） を測定する。この場合、簡 便法によると付記する。
⑥ 茎 数	m ² 当たりの茎数	測定 算出	本 / m ²	1	1	A	予め定めた調査箇所（1 m 畦長）1ヶ所の全茎数（草 丈約 120 cm 以上）を調査す る。調査時期は収穫直前と する。
(簡便法)	m ² 当たりの茎数	〃	〃	〃	〃	〃	収穫物全体の草丈約 120 cm 以上の茎数を調査する。こ の場合、簡便法によると付 記する。
⑦ 倒 伏	被害程度と被害面積に応じ て、被害割合を観察により % 単位で表す。	観察	%	1	1	A	調査時期および種類（挫折、 湾曲、横臥）を併記する。 調査は収穫期に達した時期 に行う。倒伏個体とは、垂 直より 30 度以上傾いた個 体をいう。
⑧ 病 害	被害程度と被害面積に応じ て無を 1、甚を 9 とする評点 法。	観察	1~9	1	0.1	A	種類別に分けて調査する。 調査時期を付記する。
⑨ 虫 害	同上	観察	1~9	1	0.1	A	同上
⑩ その他障害	同上	観察	1~9	1	0.1	A	同上

【生育調査（1～2回利用のみの項目）】

調査項目	調査基準	調査法	表示法	最小桁		区分	備考
				調査	平均		
⑪出穂期	全茎のほぼ50%が出穂した日	観察	月日	1	1	A	高位分けつを除く全穂を対象とする。出穂とは穂先が出た日、芒は含まない
⑫稈長	地際から穂首節までの長さ	測定	cm	1	1	A	成育中庸な5株について各株の主稈を対象にする。
⑬穂長	穂首節から穂の先端までの長さ（茎を含まない）	測定	cm	1	1	A	同上
⑭鳥害	被害程度無を1、甚を9とする評点法	観察	1~9	1	0.1	A	調査時期は収穫期とする。防鳥網を使用したときは記入しない。

【生育調査（多回利用のみの項目）】

調査項目	調査基準	調査法	表示法	最小桁		区分	備考
				調査	平均		
⑪再生長の良否	極良を9、中を5、極不良を1とする評点法	観察	1~9	1	0.1	A	調査時期は刈取り後7～10日とする。
⑫草丈	地際より最頂端までの長さ	測定	cm	1	1	A	試験区内の成育中庸な5ヶ所を測定する。調査時期は収穫直前とする。
(簡便法)	刈取部より最頂端までの長さ	〃	〃	〃	〃	〃	収穫物より生育中庸のもの5茎を選び測定する。この場合簡便法によると付記する。

【収穫調査（1～2回利用）】

調査項目	調査基準	調査法	表示法	最小桁		区分	備考
				調査	平均		
⑮生茎葉重	a 当たりの生茎葉重の重量	秤量算出	kg/a	1	1	A	周辺効果の認められない試験区全体を刈り取り、茎葉と穂に分け直ちに秤量し、それぞれをaあたりに換算する。
⑯生穂重	a 当たりの生穂の重量。穂首部より切り、穂軸を含める。	秤量算出	kg/a	1	1	A	生茎葉重+生穂重
⑰生総重	a 当たりの地上部の生総重量	算出	kg/a	1	1	A	

⑱乾物茎葉重	a 当たりの乾物茎葉の重量	秤量 算出	kg/a	0.1	0.1	A	生育中庸な5個体の茎葉を長さ2～3cmに細断し、均一化した後、1kgの試料1点を秤取し、熱風乾燥した後直ちに秤量して乾物率を求め、生茎葉重×乾物率で算出する。
⑲乾物雌重	a 当たりの乾物穂の重量	秤量 算出	kg/a	0.1	0.1	A	中庸な5穂以上を上と同じ操作により算出する。
⑳乾物総重	a 当たりの地上部乾物の総重量	算出	kg/a	0.1	0.1	A	乾物茎葉重+乾物穂重
㉑乾物穂重割合	乾物穂重の乾物総重に対する割合	算出	%	0.1	0.1	A	乾物穂重÷乾物総重×100
㉒その他	必要と認めた事項					B	

【収穫調査（多回利用）】

調査項目	調査基準	調査法	表示法	最小桁		区分	備考
				調査	平均		
⑬生草収量	a 当たりの生草の重量	秤量 算出	kg/a	1	1	A	刈取番草ごとに調査する。周辺効果の認められない試験区全体を刈り取り、直ちに秤量し、a 当たりに換算して示す。
⑭乾物率	無作為に採取した生草各区3～4kgを長さ2～3cmに細断し均一化した後、約1kgの試料1点を秤取し、熱風乾燥した後秤量して%を求める。	秤量 算出	%	0.1	0.1	A	
⑮乾物収量	a 当たりの乾物の重量	算出	kg/a	0.1	0.1	A	生草収量×乾物率で算出
⑯その他	必要と認めた事項					B	

注) 乾物率算出のための熱風乾燥では、細断した試料を乾燥しやすい状態にまとめ、70～80℃の熱風で恒量となるまで乾燥し、搬出後直ちに秤量する。

2 刈取時の生育ステージ

イネ科牧草類	出穂前期 出穂期 開花期 結実期	生育初期から出穂前まで 40～50%の茎が出穂した日 40～50%の茎が開花した日 穂首部が黄化した日
トウモロコシ	未乳熟期 乳熟期 糊熟期 黄熟期 完熟期	ほぼ全個体について大半の穀粒が水状物を圧出する日 ほぼ全個体について75%の穀粒が乳状物を圧出する日 ほぼ全個体について75%の穀粒が糊状物を圧出する日 ほぼ全個体について75%の穀粒が糊状物を圧出しえないほど硬化した日 ほぼ全個体について大半の穀粒が硬化した日
ソルガム	止葉抽出前 止葉期 出穂期 開花期 未乳熟期 乳熟期 糊熟期 完熟期	ほぼ全葉の止葉が抽出していない ほぼ50%の茎の止葉が抽出 40～50%出穂した日 40～50%開花した日 ほぼ全個体について75%の穀粒が水状物を圧出する日 ほぼ全個体について75%の穀粒が乳状物を圧出する日 ほぼ全個体について75%の穀粒が糊状物を圧出する日 ほぼ全個体について75%の穀粒が糊状物を圧出しえないほど硬化した日
ムギ類	穂ばらみ期 出穂期 開花期 乳熟期 糊熟期 黄熟期	50%以上穂ばらみした日 全茎数の40～50%出穂した日 40～50%開花した日 ほぼ全個体について75%の穀粒が乳状物を圧出する日 ほぼ全個体について75%の穀粒が糊状物を圧出する日 全穂数の大部分の穂首が黄化した日
マメ科	生育期 着蕾期 開花期 登熟期 成熟期	生育初期から着蕾前まで 着蕾始めから開花前まで 40～50%開花した日 開花後成熟期まで 子実が硬化した状態

参考：飼料作物系統適応性検定試験・特性検定試験・地域適応性等検定試験実施要領（農林水産技術会議事務局・畜産草地研究所・家畜改良センター）

3 測定方法（硝酸態窒素・糖度）

1) 硝酸態窒素含量

(1) 測定方法

- ①測定試料を棒ビン（200ml 容）にはかりとり（試料の種類等にもよるが、通常生試料であれば 10g、乾燥・粉碎試料であれば 1g）、蒸留水（以下「水」とする）100ml を加える。
- ②ふたをして軽く振り、生試料であれば一晩冷蔵庫で保管、粉碎試料であれば 10 分程度そのまま放置する。
- ③再び容器を振った後、ろ過する。
- ④ろ液を RQ フレックスで測定する。

(2) 測定時の留意事項

- ①ここに示した方法は代表的なものであり、必ずしもこれに従う必要はない（例：生試料の場合必ずしもろ過しなくとも測定可能。試料と水の量の比率も適宜実施してよい等）。
- ②RQ 測定値が 100 を大きく超えた場合には、希釈後、再測定する。
- ③試料浸漬液及びろ液は、常温で長時間放置しないことが望ましい（微生物が繁殖し、硝酸態窒素含量に影響を及ぼすおそれがある）。冬季（低温条件下）であればさほど気にする必要はないが、夏季は特に注意する。
- ④生試料（サイレージ）の場合、ろ液は pH 測定にも使用できる。

(3) 測定値の換算方法例

【生試料 10 g（水分 68%）を水 100ml で振とう後、ろ液を RQ フレックスで測定した結果が 50 の場合】硝酸態窒素（NO₃-N）濃度は、 $50 \times 0.226 = 11.3 \text{ ppm}$ （ $\approx \text{mg/l}$ 、注 2）。100ml のろ液中に $11.3 \times 100 / 1000 = 1.13 \text{ mg}$ の NO₃-N が含まれる。生試料 10 g（水分 68%）は、乾物換算で $10 \times (1 - 0.68) = 3.2 \text{ g}$ に相当するので、NO₃-N 含量（乾物中%）は $(1.13 \text{ mg} \times 100) / (3.2 \times 1000) = \underline{0.0353\%}$ となる。

「0.226」は $14.0067 \text{ (N 原子量)} / (14.0067 \text{ (N 原子量)} + 15.9994 \text{ (O 原子量)} \times 3)$ から算出される。

注 1) ここに述べた計算法は「飼料中の硝酸態がすべて、加えた 100ml の水に移行した」との前提である。ただ、この場合、この中には水は 100ml よりも多く存在している。RQ フレックス自体が簡易な分析法で誤差を含んでいるので、必ずしも考慮する必要はない。

注 2) ppm (part per million) は厳密には mg/kg のことであるが、濃度の低い水溶液の場合は、mg/l と同等と考えて差し支えない。

注 3) より正確な値を求めたい場合には、生試料ではなく粉碎物を用いた方がよい。より多くの飼料を試料としたことになること及び注 1 の事項をほとんど考慮しなくてよい。

2) 糖度

(1) トウモロコシの測定方法

黄熟期に着雌穂部の前後を切断、着雌穂部のところで折ってねじり（または着雌穂部を 1cm 程度切断後ニンニク絞り器等で絞る）、出てきた汁液を糖度計で測定する。

(2) ソルガムの測定方法

茎基部を 30~40cm 切断後、トウモロコシと同様に測定する。

【分析依頼申込様式(一般依頼用)】

茨城県畜産センター長 殿

自給飼料分析依頼申込書

年 月 日

(ふりがな)
依頼者氏名 _____

住 所 _____

TEL _____

所属組合 _____

1 粗飼料名および特性

(イ) サイレージ 乾草 その他 (_____)

(ロ) トウモロコシ ソルガム イタリアン オーチャード エン麦
ライ麦 大 麦 混 播
その他 (_____) 品 種 (_____)

(ハ) 混播の場合はその種目及び割合を記入して下さい。

_____ % _____ % _____ %
_____ % _____ % _____ %

(ニ) 1 番草 2 番草 3 番草 4 番草

(ホ) 収穫時の生育ステージ (上記飼料)

(牧草類)

_____ 出穂前 出穂期 開花期 結実期

(上記以外)

_____ 出穂期 開花期 乳熟期 糊熟期 黄熟期
完熟期

2 播 種 日 年 月 日

3 刈 取 日 年 月 日

【利用申込様式（開放実験室用）】

平成 年 月 日

茨城県畜産センター長殿

氏 名

分析センター利用申込書

下記の通り分析センターを利用させていただきたく申請します。

1. 利用期間 平成 年 月 日 から 平成 年 月 日

2. 分析点数 点

3. 利用者氏名

4. 利用目的

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のようになる。

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、ケトーシス、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、ケトーシス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】

- 「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）
- 「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には無いが、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