

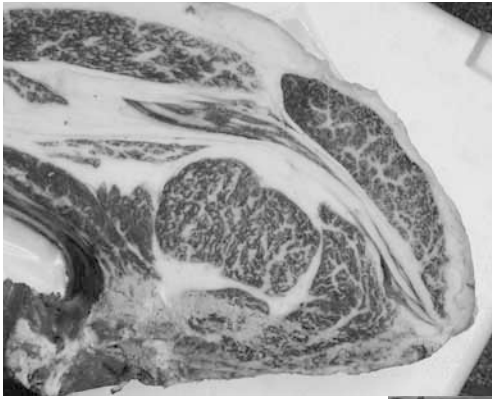
# イネで牛を育てる

## —飼料イネによる国産牛生産—

---



## (表紙写真説明)



▲ 稲発酵粗飼料で肥育した黒毛牛の肉



▲ 稲発酵粗飼料を食べる牛



◀ 水田の農道に積まれた飼料イネのロールベールサイレージ



▲ 食用イネ多収品種「ふくひびき」(左)と飼料イネ専用品種「夢あおば」(右)



▲ 飼料イネ専用収穫機(フレールタイプ)による飼料イネの収穫

# 目 次

1. 牛の餌と飼料イネ	1
(1) 日本の牛が食べている餌の現状	1
1) 家畜はどんな飼料（餌）を食べているのか	1
<コラム① 反芻（はんすう）家畜>	2
2) 畜産物、飼料及び食料の自給率の推移と目標	2
(2) 飼料イネ生産を推進する背景	3
2. 飼料イネを栽培・給与している現場から	3
(1) 手を結ぶ畜産農家と稲作農家	3
(2) 飼料イネを給与した畜産物のブランド化を目指して	4
<コラム②：口蹄疫（こうていえき）>	5
3. 我が国における飼料イネ研究の取り組み	5
(1) 期待される飼料イネ専用品種	5
1) 品種改良の目標	6
2) これまでに育成された飼料イネ専用品種と育成中の系統	6
<コラム③：TDN（可消化養分総量）>	7
(2) 良質な飼料イネ生産技術	8
1) 省力・低コスト栽培技術	8
2) 飼料イネの収穫適期	8
3) 機械収穫技術	8
(3) 飼料イネのサイレージ調製技術と飼料価値	9
1) 良質なサイレージ調製技術	9
2) 飼料イネの飼料価値	10
(4) 牛への飼料イネ給与技術	10
1) 美味しい牛肉をつくる	10
2) 美味しい牛乳をつくる	11
(5) 農家にとっての飼料イネの経済性と魅力	12
1) 稲作農家の事例	12
<コラム④：資源循環型畜産>	12
2) 畜産農家の事例	13
4. 飼料イネ研究の新たな展開	13
(1) 飼料イネの消化性向上と新しい品種育成	13
<コラム⑤：水田の有効活用<水田に牛を放つ>	14
(2) 国産飼料による美味しい牛肉生産	15
<コラム⑥：牛肉の美味しさ>	15

## 1. 牛の餌と飼料イネ

### (1) 日本の牛が食べている餌の現状

#### 1) 家畜はどんな飼料（餌）を食べているのか

牛乳・乳製品、肉類、鶏卵などの畜産物は、主に牛、豚、鶏などの家畜により生産されています。家畜が食べている餌（以下、「飼料」という。）の種類や特徴は様々ですが、養分含量の割合により、濃厚飼料と粗飼料に大別されます。



圧べんトウモロコシ

大麦



大豆粕

フスマ

写真1 濃厚飼料に含まれる飼料用穀物と副産物

濃厚飼料（写真1）は、一般に容積に比べて繊維の含まれる量が少なく消化できる養分含量が多く、牛、豚、鶏の飼料となります。代表的なものは、トウモロコシ、グレインソルガム（コーリヤン）、麦類などの飼料用穀物のほか、フスマや米ヌカ、ビートパルプ、大豆粕など、小麦の製粉や米の精米、テンサイ（甜菜、さとうだいこん）の製糖、大豆の採油などの製造過程で生じる副産物があります。

粗飼料は、一般に容積に比べて繊維の含まれる量が多く、牛の飼料となります。代表的な粗飼料としては、牧草やホールクロップ用（穀実、茎葉の全てを利用）のトウモロコシなどがあります（写真2）。これらの粗飼料は、畑や水田転換畑で栽培されていますが、近年、水田で栽培できる飼料イネが注目されています。

粗飼料の利用法は、牧草地に牛を放牧しての給与や生草の刈り取り給与のほか、収穫後に乾燥させた



チモシー

トウモロコシ

写真2 代表的な飼料作物

乾草や、水分の多い状態で密封貯蔵して発酵させたサイレージとしての給与があります。我が国では、乾草やサイレージとしての利用が主流となっています。サイレージとしての貯蔵法としては、サイロ利用や近年増加しているビニールフィルムでくるむ方法（ロールペールサイレージ：写真3）が多くなっています。良好に発酵したサイレージは牛の嗜好性が高く、良質な乳肉生産に重要です。



写真3 水田の農道に積まれた飼料イネのロールペールサイレージ

このロールペールの中で、飼料イネは発酵し、稲発酵粗飼料となる。



## 反芻（はんすう）家畜

日本にいる反芻家畜には、牛のほか、羊や山羊がいます。反芻家畜は、草食動物で人には消化できない繊維をエネルギーとして利用できます。それは反芻家畜に4つある胃のうち、食道に直接つながっている反芻胃（第一胃と第二胃の総称）の機能によります。反芻胃の容量は、成牛で体重の約三分の一（約200リットル）にもなり、食べた飼料と水を一時貯蔵し、多数・多様な嫌気性（酸素を嫌う）微生物が飼料中の繊維を反芻家畜が利用できるように分解しています。また反芻とは、一度、反芻胃にためた飼料を口に戻して咀嚼し再嚥下することで、反芻胃内の微生物による繊維の消化を助けています。牛の反芻時間は1日6～10時間で、顎運動は40,000回以上と試算されています。なお、人の胃と同じ機能をもつのは第四胃です。

### 2) 畜産物、飼料及び食料の自給率の推移と目標

我が国の昭和40年度以降の畜産物自給率(飼料自給率を加味しない重量ベース)は、鶏卵を除いて、年々低下しています(図1)。

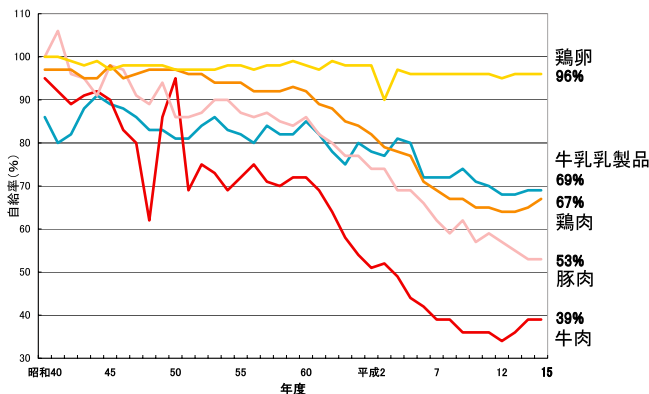


図1 畜産物自給率(重量ベース)の推移

飼料自給率は加味されていない。  
牛肉の自給率低下が顕著である。

平成15年度の畜産物自給率では、鶏卵は、96%でしたが、牛乳・乳製品と豚肉は、それぞれ69%、53%まで低下し、特に、牛肉は、39%まで大きく低下しました。その結果、畜産物全体の自給率は67%まで低下しました。

また、家畜に給与する飼料の自給率もこの間に55%から23%まで低下しました。そのため、飼料自給率を加味した畜産物全体の平成15年度自給率(カロリーベース)は16%しかなく、いかに我が国の畜産が輸入飼料に依存しているかが伺えます。

このような状況を反映して、我が国の食料自給率(カロリーベース)は40%と先進国中で最低となって

います(表1)。

表1 主要先進国の食料自給率(カロリーベース:平成14年)

国名	自給率(%)	国名	自給率(%)
オーストラリア	230	スウェーデン	87
フランス	130	英国	74
カナダ	120	イタリア	71
アメリカ	119	オランダ	67
ドイツ	91	スイス	54
スペイン	90	日本	40

我が国の食料自給率は40%と主要先進国中最低である。

一方、畜産業からは、糞尿が排せつされ、その量は、平成14年には年9,032万トンにも達しました。この排せつ物には、窒素など肥料成分が含まれており、その有効利用が期待される反面、未完熟堆肥の施肥等による農耕地の過剰還元や地下水の硝酸性窒素汚染などの問題も起きています。そのため、海外からの肥料成分持ち込みとなる輸入飼料を減らし、国内の未利用地を活用した飼料生産の増大により、資源循環型畜産を推進することが重要となっています。

このような背景から、平成17年3月に閣議決定された「食料・農業・農村基本計画」では、食料自給率を現状の40%から平成27年度には45%に、飼料自給率を24%から35%に引き上げることが目標とされました。これを受け、農林水産省農林水産技術会議で同年3月に決定された「農林水産研究基本計画」の重点目標には、「自給飼料を基盤とした家畜生産システムの開発」が位置づけられました。さらに、同年5月には岩永農林水産副大臣(当時)を議長に、行政や

関連団体などからなる「飼料自給率向上戦略会議」が組織され、全国の関係者の強力な連携の下、飼料自給率向上に向けた様々な取り組みをすすめることとなりました。

## (2) 飼料イネ生産を推進する背景

我が国の農業は、水田・稲作を中心に発展し、昭和40年代の初めに米の完全自給を達成して、昭和44年には水稲の作付面積は317万haに達しましたが、平成15年は166万haまで減少しました（図2）。

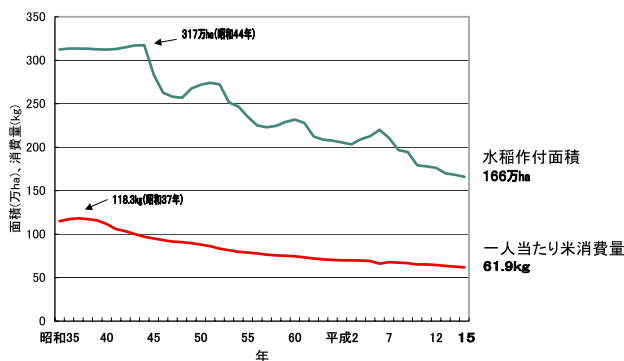


図2 水稲の作付面積と1人当たりの米の消費量の推移

水稲の作付面積は昭和44年、1人当たりの米消費量は昭和37年をピークにそれぞれ減少している。

この間に、米の消費は落ち込み、一人当たりの米の消費量は昭和37年度の118kgから、平成15年度の62kgまで半減しました。

このような背景から、現在では100万ha以上の水田で、稲以外の作物の作付けが必要な状況となっています。また農家の高齢化などに伴い、生産上不利な中山間地を中心に、耕作放棄地も増加しています。水田は、単に米の生産の場というだけでなく、急峻な地形が多い我が国においては、治水の役割を果たしています。洪水防止機能として年間3.5兆円、河川流域安定機能として年間1.5兆円との評価もあります（平成13年日本学術会議）。

したがって、水田を荒らさずに維持していくことは、貴重な財産を未来に残していくことになります。飼料自給率を向上させるために、水田転作作物として、牧草やトウモロコシなどの飼料作物の生産がこれまで奨励されてきましたが、湿害が生じやすい多湿転換畑では、収量が低く不安定であることが問題です。そこで、水田に最も適する作物である稲を栽

培し、米を家畜に与えることが以前から提案されていましたが、生産コストや飼料用米と食用米の混入の問題等の懸念もあり、十分に拡がりませんでした。ところが、近年、米だけではなく、イネの茎葉も全て収穫してサイレージ発酵させた稲発酵粗飼料（稲ホールクロップサイレージ）を牛に与えることが提案され、研究開発・普及が行われ、着実な成果をあげています。また、水田機能が維持され、かつ、飼料自給率の向上にも貢献する飼料イネ生産は、「飼料自給率向上戦略会議」の中でも重要な柱の一つと位置づけられています。

そこで、本レポートでは、現在までの飼料イネを中心に、イネで牛を育てるという視点で研究開発の現状と今後について報告いたします。

## 2. 飼料イネを栽培・給与している現場から

飼料イネの生産は、平成11年以降着実に作付けが増加しており、平成15年には作付面積は5,000haを超えました（表2）。

表2 飼料イネの作付面積の推移

	昭和60	平成7	平成11	平成12	平成13	平成14	平成15	平成16
作付面積 (ha)	309	23	73	502	2,378	3,593	5,214	4,375

平成12年まで1千ha以下であったが、平成13年から作付面積が拡大した。

これまで、飼料イネを生産する水田を所有している稲作農家と、給与する家畜（牛）を所有している畜産農家との間には、必ずしも接点は多くありませんでしたが、現在、両農家経営の連携による飼料や家畜生産が増えています。また、飼料イネを生産・給与することで地域内における資源循環を行い、かつ、自給飼料多給による安全で高付加価値な畜産物生産を消費者にアピールすることにより、畜産物のブランド化を図ろうという動きも見受けられます。

### (1) 手を結ぶ畜産農家と稲作農家

飼料イネの生産には、近年増加している飼料生産を請け負う受託組織（コントラクター）が重要になっています。畜産農家は、1戸当たりの飼養頭数の増加のため、家畜の飼養管理に忙しく、飼料生産まで十分に手がまわらない状況になりつつあります。

そのため、コントラクターによる飼料生産が地域における自給飼料生産を担いつつあります。コントラクターの組織数は、平成15年度には全国で317を数え、3年間に約2倍に増加しています。

具体的な事例としては、千葉県北東部に位置するH町の活動があります。H町は潟湖を干拓して造成した強湿田が多く、一部を除いて水稲以外の作付けが困難なところでした。そのため、水田の生産調整の一環として、平成11年から豚に対するエサ米の栽培に取り組んでいましたが、価格面では稲作農家、畜産農家ともにメリットは少なく、その生産は伸び悩んでいました。しかし、輸入稲ワラが原因と推測される平成12年の宮崎県での口蹄疫（こうていえき：コラム②参照）の発生を契機として、H町でも国産稲ワラ等の積極的使用の要望が強まりました。こうした状況下で、自給飼料増産の一環として湿田でも栽培できる飼料作物として、稲発酵粗飼料の生産の取り組みが始まりました。稲作農家4名で構成する農事組合法人が、専用収穫機1台、予乾方式による牽引式収穫機1台等、国・県の支援により機械装備を整えて本格的なコントラクターとなり、飼料イネの収穫及びサイレージ調製作業を請け負っています（図3）。

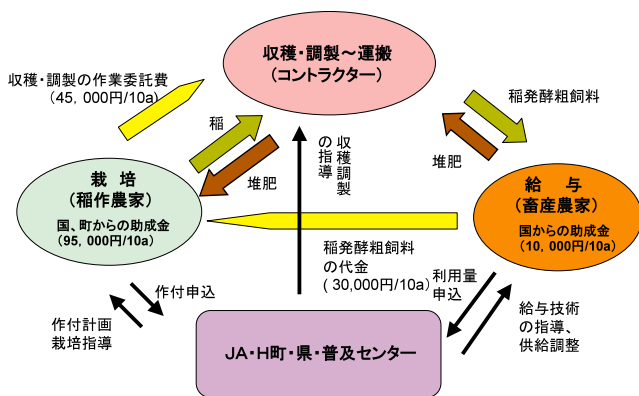


図3 受託組織（コントラクター）による飼料イネの収穫、稲発酵粗飼料の調製及び普及体制（千葉県H町）

稲発酵粗飼料：飼料イネの穂と茎葉を同時に刈り取り、サイレージ発酵させた粗飼料

また、稲発酵粗飼料の畜産農家までの運搬も主にコントラクターが行っています。さらに、稲発酵粗飼料だけでなく、麦ワラや稲ワラの収集、供給及び堆肥の運搬や圃場への還元についても実施体制が一部整えられつつあり、平成15年度の収穫請負面積は、

稲発酵粗飼料で50ha以上、稲ワラ収集で30ha、麦ワラ収集で25haとなっています。この耕種農家、畜産農家及びコントラクターとの連携は、町の水田農業推進協議会（事務局：町役場産業課）において行われ、取引価格は、各種助成金や収穫・調製作業委託料等を考慮して決定されています。

このような飼料イネを仲立ちとする稲作農家と畜産農家の連携は、北海道から九州地方まで全国的に増加しています。それまで粗放的で利用率の低かった転作水田が積極的な管理により粗飼料生産の場として活用され始めています。

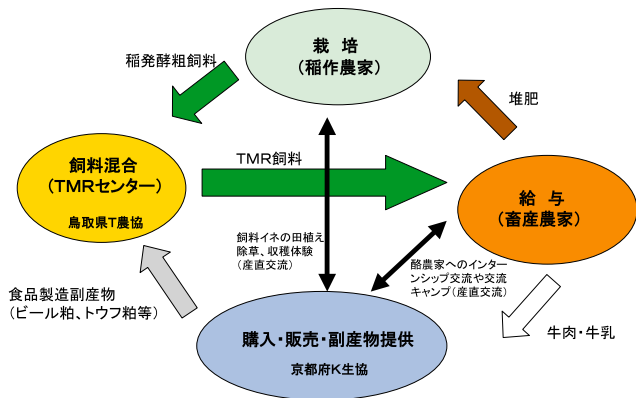
## (2) 飼料イネを給与した畜産物のブランド化を目指して

飼料イネの生産活動は、地域における水田の利用率向上と牛の粗飼料確保に貢献するのみならず、安全で高付加価値な畜産物の消費者への提供にも波及していくことが期待されています。

具体的な事例として、鳥取県T農協と京都府K生協との間で行われている牛肉の産直販売があります。両組織は、昭和55年以来20年間行われてきた産直について、21世紀の産直や持続可能な農畜産業のあり方という視点から平成12年に再検討しました。その結果として、家畜排せつ物処理法（平成11年7月制定）に対応した家畜糞尿処理、自給粗飼料と食品製造副産物を中心とした飼料給与と牛の肥育期間短縮による無駄な濃厚飼料の削減、牛へのストレスが少なく健康的な飼養管理を行うことが、21世紀の産直牛には重要であるとの認識に達しました。その実践として、山陰地方特有の気象条件では一般の飼料作物の生産が不安定なことから、牛糞堆肥を還元した水田で飼料イネを生産し稲発酵粗飼料を調製しています。また、ホルスタイン種去勢牛には、稲発酵粗飼料と安全性が確認されている生協プライベート商品由来の食品製造副産物である醤油粕、米ぬか、オカラ、ビール粕等の自給飼料をすべて混合して発酵させた飼料を給与しています。こうして生産されたブランド牛肉への消費者（生協組合員）の評価はまずまずです。また、この活動は、単に牛肉の生産・販売だけではなく、鳥取牛サポーター等による飼料イネの田植え、除草、収穫作業への参加など、消費者との交流にも取り組んでいます（図4）。

このブランド牛肉は、1か月10頭限定の店舗販売が中心ですが、産直交流などの取り組みにより消費者





飼料イネを活用したブランド牛肉の産直販売



飼料イネを混合した発酵飼料を給与される牛

写真4 ブランド牛肉の店舗販売

図4 飼料イネを利用した牛肉のブランド化の取組

鳥取県T農協と京都府K生協の連携による。

TMR飼料：濃厚飼料と粗飼料の混合飼料

に着実に根付いている印象を受けます（写真4）。

このような飼料イネを用いた畜産物のブランド化を試みる事例は、岩手の「しわ牛」生産など各地で取り組まれるようになっており、今後とも、飼料イネを利用した特徴ある畜産物生産の拡大が期待されます。

### 3. 我が国における飼料イネ研究の取り組み

#### (1) 期待される飼料イネ専用品種

飼料イネは、籾だけではなく、茎や葉も一緒に収穫し、収穫直後に密閉して乳酸発酵させ、稲発酵粗飼料として利用します。コシヒカリなどの食用品種では、米飯の食味や玄米品質を重視した品種改良が重ねられたため、茎葉も含めた乾物生産性は必ずしも高くなく、飼料用には有利ではありません。飼料用には、籾収量が高いだけでなく、茎葉も良く茂りながらも倒伏しにくいなど、飼料イネとして有利な特性を備えた専用品種が必要です。

## コラム②

### 口蹄疫（こうていえき）

口蹄疫はウイルス性の急性熱性伝染病で、牛、豚等の偶蹄類の動物に感染し、口の周囲、舌、蹄間に水疱を形成する病気です。成獣での致死率は数%ですが、発病により発育や運動及び泌乳などの障害を招き、家畜の生産性が著しく低下し、大きな経済的被害が発生します。それに加えて、ウイルスの伝染性が極めて強いことから、国際的に最も重要な家畜伝染病のひとつです。そのため、我が国は口蹄疫の清浄性の確認がされていない国からの偶蹄類の動物、その肉等の輸入を禁止し、侵入防止を図ってきました。しかし、平成12年3月、宮崎県及び北海道において92年ぶりの国内発生が確認されました。発生の原因は、同年6月に開催されたOIE（国際獣疫事務局）主催の「東アジア地域における口蹄疫に関する会議」で、稲わら等の輸入粗飼料である可能性が否定できないとされました。そこで、農林水産省では家畜伝染病予防法を改正し、稲わら等も口蹄疫発生国からの輸入禁止の対象として、侵入防止に万全を図っています。口蹄疫は、世界的に見るとアジア、南米、アフリカで継続的に発生が確認されているほか、平成17年にロシア、中国で発生が確認されており、平成17年5月現在、清浄性を確保しているのは、日本、韓国、オセアニア、北米大陸、イギリス、フランス、ドイツ、イタリアなど57の国と地域です。

<http://www.niah.affrc.go.jp/disease/FMD/country.jpg>



## 1) 品種改良の目標

飼料イネの品種改良では、茎葉を含めた植物体全体の乾物生産性と可消化養分総量（TDN：コラム③参照）収量が重要です。食用品種では、地上部乾物重量がトウモロコシなどと比較して低く、飼料用としては不十分です。現在までに開発した専用品種（表3）は、食用品種に比べて、5～20%程度TDN収量が高くなっていますが、平成22年までに、10a当たりのTDN収量が、北海道～東北で9～10t、関東～九州で11tを目標として育成を進めています。

高いTDN収量を実現するためには、地上部乾物重を大きくすることが重要ですが、一方で、籾は、

その構造が頑丈なために、牛による消化性が比較的低いことが問題視され、その対応策が求められています。また、泥が付着した状態では稲発酵粗飼料の発酵品質が著しく低下するため、食用品種以上に倒れにくい性質も必要です。さらに、省力・低コストで栽培できる品種が必要であり、育苗なしで水田に直接播種できる直播栽培適性が高く、病害抵抗性が高く、防除コストの少ない品種が必要です。

## 2) これまでに育成された飼料イネ専用品種と育成中の系統

飼料イネの品種改良は、(独)農業・生物系特定産業技術研究機構（以下、「農研機構」という。）や公

表3 これまでに育成された主な飼料イネ専用品種と育成中の系統

品種名(育成年)	主な対象地域	稈長(cm)	全重(kg/a)	育成機関(育成地)	特徴
はまさり(昭和61年)	関東以西の平坦地	97	187	埼玉県農林総合研究センター(埼玉県熊谷市)	日本晴より2週間晩生。葉や籾は無毛。
ホシアオバ(平成14年)	東北南部以南	90	172	(独)農研機構近畿中国四国農業研究センター(広島県福山市)	日本晴並みかやや早生の太粒。乾田直播に適する。
クサホナミ(平成14年)	関東以西	93	214	(独)農研機構作物研究所(茨城県つくば市)	日本晴より約8日晩生。葉や籾は無毛。
クサノホシ(平成14年)	関東以西の平坦地	93	188	(独)農研機構近畿中国四国農業研究センター(広島県福山市)	日本晴より2週間晩生。乾田直播でも多収。
クサユタカ(平成15年)	東北南部以南	87	171	(独)農研機構中央農業総合研究センター北陸研究センター(新潟県上越市)	コシヒカリより1、2日早生で極大粒。耐冷性が弱い。
モーれつ(平成15年)	関東以西の平坦地	128	180	麒麟麦酒株式会社	稈長が極めて長いが耐倒伏性極強。長粒種。
夢あおば(平成16年)	東北中南部以南	86	152	(独)農研機構中央農業総合研究センター北陸研究センター(新潟県上越市)	北陸でクサユタカより4～7日早生。湛水直播に適する。
ニシアオバ(平成16年)	暖地、温暖地	105	197	(独)農研機構九州沖縄農業研究センター(福岡県筑後市)	ヒノヒカリより5日程度晩生の長稈品種。大粒。
べこあおば(平成17年)	東北中部以南	70	177	(独)農研機構東北農業研究センター(秋田県大仙市)	東北中部でクサユタカより2日程度早生。大粒。
リーフスター(平成17年)	関東以西の平坦地	109	214	(独)農研機構作物研究所、東京農工大学(茨城県つくば市)	はまさり並の極晩生。長稈で茎葉部の割合が高い。
北海飼 301号(未定)	北海道	85	138	(独)農研機構北海道農業研究センター(札幌市)	きらら 397より3日程度晩生。

稈長、全重、特徴は育成地のデータ。ただし、「モーれつ」は九州沖縄農業研究センターのデータ。

(独)農研機構：(独)農業・生物系特定産業技術研究機構

飼料イネ専用品種の種子は(社)日本草地畜産種子協会から購入できます(価格：500円/kg+送料)。取り扱っている品種などについては同協会へお問い合わせください。

(社)日本草地畜産種子協会

〒104-0031 東京都中央区京橋1丁目19番8号大野ビル

電話：03-3562-7032 FAX：03-3562-1651

ホームページ：<http://souchi.lin.go.jp/>

## TDN（可消化養分総量）

家畜は飼料を食べ、三大栄養素として炭水化物、タンパク質、脂肪を消化吸収します。また、家畜が消化吸収した各栄養素は、体内で1 g当たりそれぞれ4 kcal、4 kcal、9 kcalのエネルギー（エネルギー比として、1：1：2.25）を生み出します。そこで、家畜が消化吸収する飼料中の養分含量を示す単位として、TDN（可消化養分総量）が考案され、以下の様に計算されています。

- ・ TDN含量(%) = 可消化炭水化物含量(%) + 可消化粗タンパク質含量(%) + 可消化粗脂肪含量(%) × 2.25
- ・ TDN収量 (kg) = 乾物収量 × TDN含量 (%)

立農業試験場、民間企業が実施しています。平成17年までに、東北北部と北海道を除く全国で利用可能な飼料イネ専用品種を育成しています（図5）。

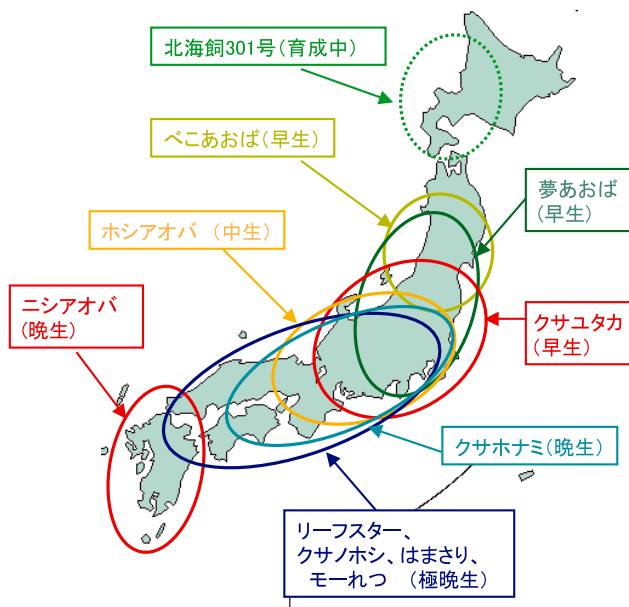


図5 各地域で栽培できる飼料イネ専用品種

これまでに育成された飼料イネ専用品種の中で「べこあおば」と「夢あおば」が最も早生で、東北中部以南が栽培適地です（表3）。次に早い早生品種として、「クサユタカ」、「ホシアオバ」があり、東北南部以南のコシヒカリや日本晴が栽培可能な地域が適地になります。晩生の「クサホナミ」は、日本晴より8日程度晩生で、関東以西が適地です。さらに晩生の「クサノホシ」、「はまさり」、「モーれつ」、「リーフスター」は関東以西の平坦地が適地になります。また、ヒノヒカリより5日程度晩生の「ニシアオバ」は九州の普通期栽培に適します。

各地域に適した品種の選択には、標高などの自然

条件や、主力の食用品種との作業の競合を避けるための植付、収穫時期の制約などの条件を考慮する必要があります。総合的な営農体系に飼料イネ栽培を組み込むための研究が、農研機構の各地域農業研究センターや公立試験場で行われています。

現在、北海道農業研究センターにおいて、北海道向け飼料イネ専用品種を育成しています。これらの成果が出そろふことにより、全国の稲作地帯で利用可能な品種が揃います（図5）。しかし、比較的晩生の品種が多いため、食用の水稲生産や他の作目との作期の競合を避けるためには作期のバリエーションを広げる必要があります。

「夢あおば」をはじめとした飼料イネ専用品種は、主食用の品種や従来の実取り用の多収品種に比べても草丈が高く、葉も大きい特徴がありますが（写真5）、籾の消化性が比較的低いことによる養分ロスを低減する必要があり、今後は、さらに茎葉部により多くの養分を蓄積するタイプの品種を育成する予定です。



写真5 食用イネ多収品種と飼料イネ専用品種の草姿の比較

飼料イネ「夢あおば」の方が、草丈が高く、茎葉が大きい。

## (2) 良質な飼料イネ生産技術

### 1) 省力・低コスト栽培技術

飼料イネ栽培では、稲作農家の助成金を除いた収入は、食用米に比べてかなり低くなる場合が一般的です。そのため飼料イネ生産では、生産コストの削減が食用米生産以上に必要です。また、畜産農家が稲発酵粗飼料を継続して利用するためには、飼料成分や発酵品質が安定した稲発酵粗飼料を必要時に確実に供給される必要があります。稲発酵粗飼料生産では、籾だけでなく植物体全体が生産物として水田から持ち出されるため、稲ワラのすき込みができず地力低下を招きます。そのため、水田土壌の肥沃度を保ち、飼料イネを持続的に生産するためには、畜産農家からの堆肥の水田への還元が重要となります。これは、地域における耕種と畜産の連携による資源循環型社会の構築につながるものです。また、低コスト栽培のためには、直播栽培技術や耐病性品種の利用などの省力化技術を積極的に導入する必要があります。水稲の直播栽培技術は、耕起、碎土した畑状態の水田に播種した後にイネの芽が出てから水を入れる「乾田直播」と、通常の移植栽培同様に耕起、代かきした水田に播種する「湛水直播」に大きく分けられ、近年は、湛水直播が増加しています。

直播栽培技術は、基本的には食用水稲の場合と同様、十分な出芽、苗立ち数の確保が重要なポイントです。そのためには、圃場の均平の確保、健全な種子の使用や消毒の徹底、播種後の適切な水管理の徹底が必要です。また、飼料イネ専用品種は、食用品種と比べて一般に大粒であることから、通常品種と同じ重量の種子を播種した場合には粒数が不足し、十分な苗立ち本数を確保できない場合があるため、播種量を増量するなどの注意が必要です。

稲品種のいもち病抵抗性には、ある病原菌の菌株にはほとんど感染しないが、別の菌株に対しては罹病してしまう真性抵抗性と、多くの菌株に対してある程度の抵抗性を示す圃場抵抗性とがあり、現在の飼料イネ専用品種には、真性抵抗性を持つものが多いため、作付け初年目には、目だった被害が少ない場合もありますが、2年目以降は罹病性のいもち病菌が出現する可能性があります。したがって、防除に関しては、各地域の普及指導機関と連絡を取る必要があります。また、飼料イネ専用品種の耐病虫性の向上や、複数の品種を一緒に植え付けることによっ

て、防除回数を減らすための研究が進んでいます。

現在、直播栽培を中心とした低コスト栽培技術と、堆肥投入条件での管理技術などの研究が農林水産省農林水産技術会議事務局の委託プロジェクト「新鮮でおいしい「ブランド・ニッポン」農産物提供のための総合研究」や各地域での飼料イネ生産利用体系の確立を目的とした農研機構のプロジェクトで進められています。

### 2) 飼料イネの収穫適期

飼料イネの乾物収量は、出穂後、玄米の充実に伴って増大し、成熟期に最大となります。しかし、完熟した籾は、堅牢な籾がら（穎）が固いガラス質の胚乳からなる玄米を包んでいる構造のために、稲発酵粗飼料として利用すると牛による消化性が低下します。また、成熟した穂の穂軸や枝梗（穂を構成する茎）はもろく、籾がバラバラになりやすく、籾が反すうされにくくなると考えられています。さらに、成熟に従って茎葉部もリグニンが沈着するなど、消化性が低下します。

以上のように、乾物収量は遅いほど有利だが消化性は成熟期よりやや早い方がよく、収量と消化性のバランスをとった収穫適期は、成熟期に達する前の「黄熟期」とされています。黄熟期は、出穂後の登熟積算温度が約850℃の時期とされ、穂は黄化しているが、茎葉部は黄化し始めているもののまだ緑色を残している時期に当たります。また、この時期はイネ全体の含水率が60～65%に低下し、予乾することができない専用収穫機での収穫に適した水分状態になります。

### 3) 機械収穫技術

飼料イネの収穫は、大きく分けて、飼料イネ専用の収穫機（自走式ロールベラー）を用いる方法と、従来の牧草用収穫機械を利用する方法の2つに分けられます。前者は主に、収穫までを稲作農家が行う場合に用いられ、後者は収穫を畜産農家が担当する場合に用いられることが多いですが、専用収穫機を複数所有する農業公社など大規模コントラクターが収穫作業を請け負うような事例もあります。

#### ① 専用収穫機

現在市販されている飼料イネ専用収穫機には、イネ収穫用のコンバインにロールベラーの梱包部をドッキングさせた方式と、フレール式の刈り取り部とロールベラーの梱包部とを組み合わせた方式



(写真6) の2種類があります。



写真6 飼料イネ専用収穫機（フレールタイプ）による飼料イネの収穫

フレール式の刈り取り部を組み合わせた方式。

どちらの方式も水田に生えている状態のイネを直接刈り取ってロールベールに加工するため、ダイレクトカット方式と呼ばれます。これらの専用収穫機は、クローラータイプの走行部を持つため、通常の水田用コンバイン収穫機と同様に、多少、水はけの悪い水田でも作業が可能です。これらの収穫機は、梱包部がいっぱいになった段階で、農道まで走ってロールベールを排出することも可能ですが、水田の規模が大きい場合にはクローラ型運搬機で圃場外へ搬出します。ラッピングは自走式または通常の牧草用のベールラップで行います。ダイレクトカット方式では、予乾（圃場で刈り取り後に水分を減らすために天日乾燥すること）ができないため、イネの水分含量が65%以下になる黄熟期が良質サイレージを調製するための収穫適期になります。また、多くの場合、機械のオペレーターが食用米と同一になるため、作業競合が発生しないような品種や作期の選択が必要になります。

## ② 牧草用収穫機械の利用

畜産農家が既に所有しているモア、ロールベラー、ベールラップなどの牧草用収穫機械を利用した収穫作業（写真7）では、新たな機械投資が不要となります。

また、作業速度が速いため、大規模圃場での収穫に向いています。しかし、その走行部がタイヤであるため、十分な地耐力を確保できる、排水の良い水田での利用に限られます。また、その効率性をフルに発揮させるためには、大型機械のオペレーター5人程度の組作業になるため、作業人員の確保が不可欠となります。一方、この作業体系には、予乾を組み



写真7 牧草用収穫機械による飼料イネの収穫

込むことが可能なため、収穫適期が広く、柔軟な作付け体系を組むことが可能です。

## (3) 飼料イネのサイレージ調製技術と飼料価値

### 1) 良質なサイレージ調製技術

飼料イネは、茎が強い中空構造のために、ラッピング後のロール内に保持される空気の量が多く、良質なサイレージ発酵に必要な嫌気条件の保持が難しいと考えられます。また、飼料イネは、サイレージ発酵時に乳酸菌の重要な栄養源となる可溶性糖類の含量がトウモロコシに比べて著しく低く、植物体に自然に着生している乳酸菌数も少ないなど、サイレージ発酵に不利な特性も持っています。

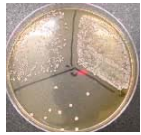
そこで、少ない可溶性糖類を有効に利用し良質サイレージを安定生産するために、飼料イネ専用の添加用乳酸菌「畜草1号」が開発され、市販（畜産草地研究所で開発、(株)雪印種苗 <http://www.snowseed.co.jp/>で販売）されています。

畜草1号を添加したサイレージ（写真8）では、密封後の乳酸発酵が促進されるために、サイレージ中の乳酸含量が増加し、pHも十分に低下し、酪酸生成菌や大腸菌の増殖が抑制されています。また、タンパク質の分解産物である揮発性塩基態窒素（VBN、主にアンモニア態窒素）の全窒素（TN）に対する割合も低くなっています。酪酸含量の高いサイレージは、牛のケトージス発症の原因となり、多量のVBNは、採食量の減少等をもたらすため、「畜草1号」の添加により稲発酵粗飼料の品質は向上しています。これまでに、秋収穫した飼料イネを次年度の夏まで貯蔵する技術は確立しています。

## 「畜草1号」を添加した稲発酵粗飼料



化学分析の結果  
pH 3.8  
乳酸 1.4%  
酢酸 0.4%  
酪酸 0%  
VBN/TN 3.0%  
フリーク評点97 (優)  
Vスコア100 (良)



乳酸菌が多く、10万倍希釈(下1/3)してもコロニー(白い点)が形成された。大腸菌のコロニーはほとんど見られなかった。



「畜草1号」(乳酸菌)

### 写真8 乳酸菌添加剤「畜草1号」と高品質な稲発酵粗飼料

飼料イネ収穫時に「畜草1号」を添加することにより、高品質で安定したサイレージを生産できる。

今後は、より長期に貯蔵できるサイレージ調製技術や、開封後の変敗防止のために乳酸菌等を利用する技術開発を進める必要があります。

### 2) 飼料イネの飼料価値

稲発酵粗飼料の成分含量は、収穫適期とされる黄熟期刈取りで、粗タンパク質7%、粗脂肪3%、中性デタージェント繊維 (NDF) 48%、酸性デタージェント繊維 (ADF) 31%、可溶性無窒素物 (NFE) 51%、灰分13%が平均的な値です。代表的な輸入チモシー乾草と比べると繊維が少なく、NFEと灰分がやや多い特性を持っています。熟期が進むにつれて、粗タンパク質、NDF及びADFの含量が減少し、NFE含量が増加するのは、イネの糊へのデンプンの蓄積量が増加するためです。また、稲発酵粗飼料の栄養価の指標となるTDN含量は、様々な品種の黄熟期刈取りにおける消化試験の実測値で55%程度であり、輸入チモシー乾草と同程度と評価されています。また、粗飼料の特徴である物理性(繊維の粗剛性)は乾物1kg摂取当たりの咀嚼(そしゃく)時間(採食時間+反芻(はんすう)時間)で表され、稲発酵粗飼料では糊熟期で68分、黄熟期で56分であり、イネ科牧草乾草の62分とほぼ同程度の物理性をもっています。

### (4) 牛への飼料イネ給与技術

#### 1) 美味しい牛肉をつくる

稲発酵粗飼料を肉用牛に給与する場合、繁殖牛、育成牛あるいは肥育牛によって給与方法は変わります。

す。繁殖牛へ給与する場合は、稲発酵粗飼料は嗜好性が優れていることから、おいに利用可能と思われます。ただし、粗タンパク質含量が低いので、大豆粕やイタリアンライグラス乾草と組み合わせて給与した方が繁殖成績が良くなります(表4)。

表4 稲発酵粗飼料による繁殖機能及び子牛生産性の比較

	妊娠期間(日)	生時体重(日)	分娩から発情まで(日)	分娩から受胎まで(日)	授精回数(回)
稲発酵粗飼料+大豆粕	288.5	33.1	57.5	68.3	1.5
稲発酵粗飼料+イタリアン乾草	289.5	33.9	52.0	57.3	1.3
稲発酵粗飼料	286.5	26.4	77.8	114.5	2.3

稲発酵粗飼料+大豆粕：稲発酵粗飼料に大豆粕を補給(大豆粕は日本飼養標準に準ずる)して給与

稲発酵粗飼料+イタリアン乾草：TDN要求量の40%は稲発酵粗飼料、60%はイタリアンライグラス乾草を給与

稲発酵粗飼料：稲発酵粗飼料のみ給与

((独)農研機構九州沖縄農業研究センター草地管理利用研究室：2005)

交雑種(ホルスタイン種雌牛と黒毛和種雄牛)育成牛に、生後4ヶ月齢から108日間、稲発酵粗飼料を給与したところ、この間の飼料摂取量及び成長には、輸入チモシー乾草給与と差がありません(図6)。

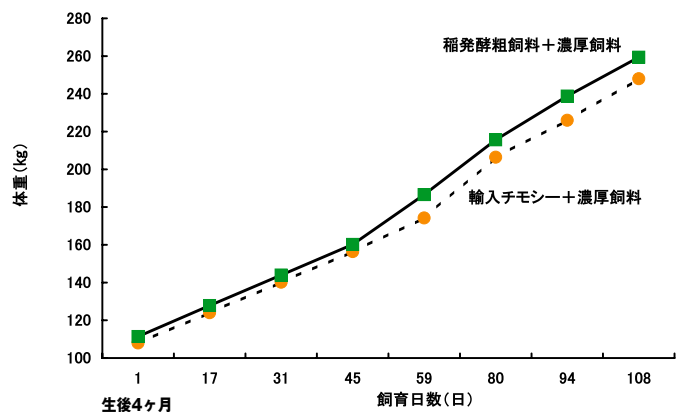


図6 稲発酵粗飼料と輸入チモシーを給与した交雑育成牛の発育の比較

稲発酵粗飼料+濃厚飼料：稲発酵粗飼料1.12kg+濃厚飼料3.82kg

輸入チモシー+濃厚飼料：輸入チモシー1.17kg+濃厚飼料3.81kg

(1日当たり乾物摂取量)

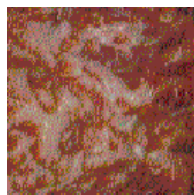
このことから、稲発酵粗飼料は、粗タンパク質不足に注意して他の飼料と組み合わせて給与すれば、育成用粗飼料として十分に利用できます。

肥育牛(最後に肉を肥大させ太らせる段階の牛)へ給与する場合、稲発酵粗飼料がビタミンEを稲ワ

ラや牧草の乾草より多く含んでいることが大きな特徴となります。稲発酵粗飼料の給与によりビタミンEを十分に摂取した牛の肉では、肉色の退化及び脂質の酸化の抑制といった品質の向上が現れます（写真9）。



稲発酵粗飼料給与の牛肉



通常の飼料給与の牛肉

### 写真9 稲発酵粗飼料と一般的な飼料で生産した牛肉の肉色の退化の比較

牛肉（ロース）を蛍光灯下4℃で6日間経過した状態。

肥育牛では、脂肪交雑（いわゆる”さし”）の入った牛肉をつくるために、ビタミンA摂取量を制御する肥育方法が広く試みられています。肥育牛にβ-カロテン（ビタミンAに変化する前の物質）を稲ワラ以上に多く含む稲発酵粗飼料を全肥育期間（9～28ヵ月齢）給与すると、肥育前期（9～15ヵ月齢）のみ給与した場合よりも脂肪交雑、肉の色沢などが劣り、肉質が低下します。また、肥育後期のビタミンAについては、特に制限しないことが推奨されています（2000年版日本飼養標準・肉用牛）。これらのことから、ビタミンAを制御して肥育を行いたい場合には、稲発酵粗飼料の給与を肥育中期には控えた方が良いと考えられます。また、稲発酵粗飼料のβ-カロテン含量は収穫・調製法により大きく変動しますが、その含量を把握して給与量を調節することにより、全肥育期間での利用の可能性があり、現在、多方面から検討されています。

### 2) 美味しい牛乳をつくる

酪農における稲発酵粗飼料の利用については、これまで育成牛や乾乳牛（乳を生産していない成牛）への給与は普通に行われているものの、泌乳牛への給与は限定的でした。しかし、最近、泌乳牛への給与技術の開発と実証が行われています。

泌乳牛に飼料を給与する場合には、栄養を適正に給与するとともに、飼料の物理性を確保することが重要です。日本飼養標準・乳牛（1999年版）では、乳脂肪率を3.5%以上に維持するためには、摂取乾物1kg当たり咀嚼時間が31分以上になる飼料を給与す

ることを推奨しています。稲発酵粗飼料をTMR飼料（濃厚飼料と粗飼料を混合した飼料）の原料とする場合には、稲発酵粗飼料を乾物割合で26%混合すると咀嚼時間は36～38分となります。

泌乳牛の乳量は、分娩後の泌乳初期に増加し、最高乳量に達した後、泌乳中後期には減少していくため、分娩後日数により給与しなければならない養分量は変化します。そのため、乳牛に給与する飼料メニューも変えていく必要があります。また、泌乳牛の産乳能力は年々向上しており、栄養価の高い飼料の給与が必要になっています。泌乳牛への長期給与試験の結果では、給与飼料の乾物で30%まで稲発酵粗飼料を給与しても、平均日乳量40kg以上、乳脂肪率3.8%を維持でき、泌乳牛に対する飼料価値は輸入チモシー乾草と同程度であることが認められています（表5）。

表5 稲発酵粗飼料と輸入チモシーの長期給与における乳生産性の比較

粗飼料の種類	乾物摂取量 (kg)	乳量 (kg)	乳脂肪率 (%)	無脂固形分率 (%)
稲発酵粗飼料	23.9	44.2	3.77	8.73
輸入チモシー乾草	24.7	45.4	3.79	8.84

稲発酵粗飼料給与による乳生産性は輸入チモシー乾草と同程度である。

しかし、泌乳時期との関係では、泌乳初期に当たる分娩10週程度までは、TMR飼料中の稲発酵粗飼料の乾物給与割合が25%と比べ、30%では日乳量が低下することが明らかになっています（図7）。

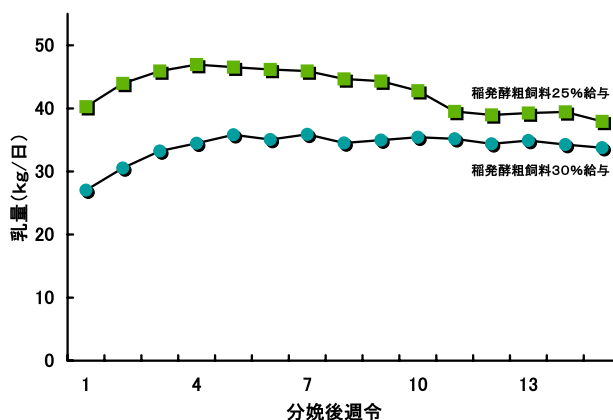


図7 稲発酵粗飼料の給与割合と乳量の比較

TMR飼料中の稲発酵粗飼料割合（乾物）による乳量を比較すると、稲発酵粗飼料は25%程度の給与が望ましい。



したがって、日乳量が40～50kgに達する泌乳初期の泌乳牛に対する稲発酵粗飼料の給与量は、TMR飼料の乾物で25%までを上限の目安とすることとなります。

現在も肉用牛及び泌乳牛への給与試験の継続と検証、生産現場における実証が行われており、稲発酵粗飼料の特性に関する新たな知見の追加や給与指針等の改訂が期待されます。

### (5) 農家にとっての飼料イネの経済性と魅力

飼料イネの作付けの歴史はまだ浅く、助成金などの社会的条件も地域によりまちまちです。資源循環型畜産（コラム④参照）をめざして耕畜連携の重要性が指摘されていますが、耕種農家と畜産農家の飼料イネに対する利害が一致しない場合も見受けられます。そこで、飼料イネの地域への導入条件を明らかにする目的で、地域ごとに耕種と畜産農家の双方にアンケート調査が実施されました（農研機構中央農業総合研究センター）。

ここでは、その結果をもとに、飼料イネ利用の経済性と魅力について、稲作農家側と畜産農家側に分けて紹介します。

#### 1) 稲作農家の事例

飼料イネ生産農家の経済性は、新潟県内のA農家（基幹農業従事者3名、経営耕地20ha）とB組合（水稲面積37ha、転作面積21ha）において調査が行われています（表6）。A農家では、飼料イネ専用品種「クサユタカ」を湛水直播と移植で作付けしています。栽培管理は、病虫害防除を原則として実施しないほかは、食用水稲とほぼ同様です。収穫は、近隣の酪農家が牧草用機械を使用して行い、ロールの運搬は、

表6 A農家とB組合の作物別生産費と収益性の比較

項目	A農家				B組合			
	水稲	大麦	移植飼料イネ	直播飼料イネ	水稲	大麦	大豆	直播飼料イネ
作付規模(ha)	14.0	3.0	4.3	2.0	36.6	10.6	7.7	3.0
変動費	19,456	14,267	10,383	11,346	24,050	15,320	21,328	16,125
土地改良及び水利費	1,670	1,113	1,113	1,113	11,130	7,420	11,130	7,420
賃借料及び料金	4,662	12,004	-	-	12,233	6,298	4,226	6,885
建物農機具減価償却費	16,301	9,887	11,996	9,855	21,651	19,390	19,119	6,801
建物農機具修繕費	6,520	3,955	4,798	3,942	8,660	7,756	7,648	2,720
労働費	16,104	5,415	11,077	4,130	16,506	6,683	13,614	10,643
その他費用	2,247	1,024	1,953	1,953	2,247	1,024	857	1,953
生産費（副産物価額除）	66,961	47,665	41,320	32,339	96,477	63,891	77,921	52,548
全算入生産費	95,573	67,302	61,022	51,661	125,581	84,222	107,674	69,735
10a当たり収量(kg)	510	178	636	529	466	240	161	627
kg当たり販売単価(円)	296	103	14	17	296	103	231	32
10a当たり粗収益(円)	150,960	18,334	9,000	9,000	137,936	24,720	37,191	20,000
10a当たり労働時間	10.4	3.4	7.2	2.7	10.7	4.3	8.8	6.9
10a当たり所得(円)	76,104	-39,916	-37,243	-35,209	57,965	-32,488	-27,117	-21,904
10a当たり助成金	-	4,000	32,000	32,000	-	71,000	71,000	84,000
10a当たり所得(助成金算入)	-	-35,916	-5,243	-3,209	-	38,512	43,883	62,096

配分を受ける畜産農家が行います。

B組合では、飼料イネ専用品種「クサユタカ」を湛水直播し、その他は、A農家と同様です。収穫は、飼料イネ専用機で行い、生産組合員が酪農家まで運搬します。このようなA農家及びB組合における飼料イネの10a当たりの所得は、助成金を繰り入れない場合、全てマイナスであり、経営の継続には助成金が必要になっています。また、食用水稲と飼料イネの収益性の差は、8～11万円と非常に大きくなっています。しかし、転作作物である大麦や大豆の収益性と、助成金なしの条件で比較した場合では、わずかながら飼料イネの方が所得が大きく、飼料イネは、大麦、大豆と同水準の収益性をもつ転作作物として考えられます。稲作農家は、助成金とは別の魅力も飼料イネに感じています。埼玉県と千葉県の3箇所飼料イネを導入している稲作農家に、導入の理由を調査した結果では、「栽培管理になれている」、「既存の機械が利用でき、新たな機械投資が不要」という

## コラム④

### 資源循環型畜産

現在、我が国では安い化学肥料や輸入飼料に押されて、家畜糞尿や食品の残り粕、私たちの食べ残しの多くの部分は、処理にお金をかけて廃棄する「産業廃棄物」になっています。しかし、家畜糞尿は古くから田や畑に戻され作物の貴重な肥料でした。また、食品残さも家畜の貴重な飼料でした。環境問題や地球規模での資源の有限性が問われている現在、土と家畜と人間の間で成り立っていたこうした大きな繋がり（資源循環）を、現在の科学技術によってもう一度再構築するための取り組みが、地域社会や食品産業界などとの協力の下、農業の現場で進められています。

回答が多く、食用米生産の技術や経験、機械、施設が利用できることが、他の転作作物には無い魅力となっています。一方、「耕作放棄地の防止」をあげた農家数には地域により差があり、関東平野部の稲作農家の耕作放棄地に対する見方には色々あるようです。しかし、中国四国地方の中山間地の調査では、耕作放棄地の存在は、地域の景観を損ねるだけでなく、有害鳥獣の隠れ場所になるなど、農業生産に悪影響を与えています。そのような地域では、飼料イネの作付けや水田放牧（コラム⑤参照）によって、耕作放棄地の解消に取り組んでいる集落もあります。また、埼玉県と千葉県調査では、「主要な機械作業の委託が可能である」ことを導入の理由にあげた農家が比較的多い地域もあります。高齢化などにより、耕作維持が難しい地域などでは、飼料イネの委託栽培により、耕作維持できる可能性を持っています。しかし、助成水準の高い地域では、作付けの動機として「助成金」をあげる農家が多い一方、どの地域でも「畜産農家からの堆肥還元を期待」をあげた稲作農家はまったくなく、耕畜連携による循環型農業を構築していく上での問題点も浮き彫りになっています。

したがって、稲作農家に飼料イネ生産を定着させるためには、助成金の継続のほか、今後、少しでも助成金に頼らない普及と定着のため、①10a当たり収量の向上、②生産コストの大幅削減、③地域に適した飼料イネ生産技術の確立が重要となります。

## 2) 畜産農家の事例

飼料イネを利用している畜産農家のある茨城県の2市町において、稲発酵粗飼料を利用する理由を尋ねた結果では、酪農家と肉牛農家とでは利用の理由に大きな違いがあります。酪農家では、両地域とも「助成金受給・安価な飼料」の回答が多いのに対して、肉牛農家では「家畜の発育・産肉性向上」の回答が最も多く、肉牛農家では稲発酵粗飼料の飼料成分を評価しています。一方、酪農家では、M町では「家畜排せつ物の利用促進」をあげた農家が多い反面、M市ではその割合は小さいものでした。その理由としては、M市の酪農家は飼料生産を行っており家畜排せつ物を圃場に還元しているのに対して、M町では自給飼料生産を行う酪農家が少なく、家畜排せつ物処理に問題を抱えていたためです。

一方、畜産農家への助成金（平成16年度：10a当た

り10,000円）が廃止された場合に、畜産農家が支払える稲発酵粗飼料の購入上限価格（留保価格）について、茨城県の2市町、千葉県及び長野県の各1箇所において調査が行われました（図8）。

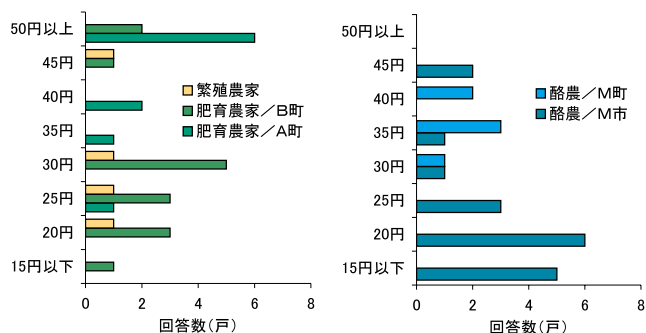


図8 肉牛農家と酪農家の稲発酵粗飼料購入の上限価格の比較

乾物換算1kg当たりの庭先搬入評価額

畜産農家への助成金が廃止された場合に畜産農家が支払い可能と考える稲発酵粗飼料購入上限価格。

その結果、肉牛農家では、酪農家と比べて購入上限価格が高くなっていますが、これは、飼料イネを利用する動機が、酪農家では「助成金受給・安価な飼料」であったのに対し、肉牛農家では「家畜の発育・産肉性向上」を評価していたことに関係していると考えられます。特に、3ヵ月齢頃の育成初期から、良質な購入乾草の代わりに、稲発酵粗飼料を給与している肥育農家では、流通乾草と同等（40円／乾物1kg）以上の購入上限価格を示しています。畜産農家による稲発酵粗飼料の購入上限価格は、現状ではほとんどの場合に流通乾草以下ですが、その幅が広いことから、稲発酵粗飼料の、①高品質調製技術、②牛の発育、産肉、産乳に対する効果、③家畜の疾病減少に対する効果、④畜産物の高付加価値化技術などがより明確になることが、畜産農家に稲発酵粗飼料の利用を定着させるために重要となります。

## 4. 飼料イネ研究の新たな展開

### (1) 飼料イネの消化性向上と新しい品種育成

飼料イネの子実（玄米）は、硬いから（粉がら）に覆われていることから、未消化のまま排せつされることも多く、これを低減して栄養価を高めることが望まれています。そのために、収穫時あるいは収穫後の処理技術の開発と茎葉部に養分を蓄積する新

しいタイプの品種育成の2つの方法で解決を目指しています。

収穫後の処理によって、粗の消化性を向上させる方法として、化学的処理（アルカリ処理など）や飼料構成の工夫（消化速度の遅い乾草の併給や粗飼料給与比率を高めるなど）が試みられていますが、最も効果の高い方法として、圧砕処理が検討されています。現在市販されているロールバールカッターやTMRミキサーでは、粗が切断あるいは破碎される割合が、数%から15%程度と少ないため、専用の破碎装置を開発中です（三重県）。専用破碎装置では、70%程度の破碎が可能ですが、今後は、この装置の

さらなる改良により、処理時間の短縮とコスト低減を行うことが求められています。

一方、飼料イネ専用品種の育成においては、これまでの専用品種と同等以上の収量を確保しながらも、粗数を従来の7割程度に減らした品種育成が行われています。このような品種は、従来、粗に蓄積されていた養分が葉や茎に蓄積されることから「茎葉部養分蓄積型飼料イネ専用品種」と言われます。

現在、飼料イネ専用品種については、DNAマーカーなどのイネゲノム研究の成果を利用しつつ研究が推進されています。さらに、このような品種を利用して、低コストでより多収を可能とする栽培管理

## コラム⑤

### 水田の有効活用 <水田に牛を放つ>

食用イネを栽培しない水田の新たな活用法として、最近、各地域で牛の水田への放牧が始まっており、耕種農家がこれまで放置していた転作田や排水の悪い水田が家畜生産の場になりつつあります。

放牧されている牛は、主に肉用牛の繁殖用雌牛です。繁殖農家は、牛舎内で数頭の雌牛を飼っていることが多く、後継者がいない場合には餌の用意や糞尿の始末は大変な労働負担です。そのため、高齢化により牛飼いをやめる農家もでていますが、水田放牧はこうした労働の省力化・軽労化にもつながります。

牛を放牧するための新しい技術としては、太陽電池を利用した簡易な電気牧柵があります。牧柵は、牛を囲んで逃げないようにする施設ですが、これまでは木の柵や有棘鉄線（バラ線）が中心でしたが、新しい電気牧柵では設置や移動が簡易になりました。

農家に放牧経験が無い場合に、柵を逃げて近くの作物を荒らさないか、糞の臭いはないかなどの心配が多々あります。しかし、放牧を始めると、不耕作地がきれいになり景観が良くなる、イノシシなどの被害が少なくなる、牛を通じて地域の人たちとの交流が進む、などの思わぬ効果もできます。こうなると、1年中放牧をしたくなりますが、そのためには、暑さに弱い牧草を秋から春に利用して、夏の間は栽培ヒエなど暑さに強い作物を栽培するなどの工夫が必要です。



水田跡への牛の放牧



技術を開発し、実証試験による経営評価を行い、効率的な飼料イネ生産技術体系を確立することが重要な課題となっています。

## (2) 国産飼料による美味しい牛肉生産

従来の日本人の嗜好では、脂肪交雑の良い「霜降り」牛肉が好まれています。最近の調査では、健康志向の高まりから、若い世代を中心に、脂肪交雑の少ない「赤肉」、軟らかさを好む消費者が増加しています。このような、新たな消費ニーズに対応するために、飼料イネなどの国産飼料を給与した美味しい牛肉（赤肉）生産を行う技術開発が必要となっています（コラム⑥参照）。

これまでの研究から、牛肉の軟らかさは、脂肪交雑と深く関係するものの、筋肉を構成するタンパク

質構成などにも左右されることがわかってきました。そこで、牛肉を構成している筋構造タンパク質、水溶性タンパク質、筋合成タンパク質と筋分解タンパク質の種類や硬さ及び関連する酵素などを解析し、「軟らかくなる牛肉の特性」を明らかにし、軟らかい牛肉（赤肉）を生産するための飼養技術と熟成技術との関連を明らかにすることが必要となります。また、脂質膜センサーなどの新たな分析技術を利用して、牛肉の旨味が十分ある赤肉生産技術の開発も必要です。これらの研究開発により、飼料イネを給与した付加価値の高い「軟らかくて美味しい牛肉（赤肉）」を生産する技術体系を確立し、畜産農家が飼料イネを利用するインセンティブを高めることが、飼料イネの普及、定着にとって重要です。

（執筆担当：栗原光規、佐藤 尚、荻原 均）

## コラム⑥

### 牛肉の美味しさ

牛肉の美味しさは、「やわらかさ」、「多汁性」、「味・香り（風味）」などの要因に影響されます。一方、我が国における肉質評価は、目視による脂肪交雑（BMS：1～12）、肉色（BCS：1～7）、脂肪色（BFS：1～7）、肉の締まり・きめ（1～5）の程度で判定されています。

これまでの評価では、脂肪交雑の高い肉ほど美味しさの要因の特性も良く、美味しさは脂肪の質と量に最も深く関係すると考えられてきました。

しかし、消費者の嗜好は多様化しており、最近の調査では脂肪交雑を指向する消費者群とは別に、肉消費量の多い20代を中心に、近年の健康志向を反映し、「赤身肉を好む安全・新鮮指向群」が現れています。

今後は、「脂肪交雑牛肉」のみではなく、将来の需要増が期待される「新鮮な赤身牛肉」で、かつ、美味しさの要因が高く評価されるような牛肉生産技術の開発が必要になります。

## 本レポートの作成にご協力いただいた方々（敬称略）

北海道渡島北部地区農業改良普及センター 佐々木 章介

（独）農業・生物系特定産業技術研究機構（以下「（独）農研機構」という。）

中央農業総合研究センター経営計画部 耕種経営研究室長 関野 幸二

中央農業総合研究センター経営計画部 畜産経営研究室長 千田 雅之

中央農業総合研究センター

北陸研究センター北陸総合研究部 農業経営研究室長 土田 志郎

作物研究所稲研究部 多用途稲育種研究室長 加藤 浩

畜産草地研究所品質開発部 畜産物品質評価研究室長 三津本 充

畜産草地研究所家畜生産管理部 上席研究官 吉田 宣夫

畜産草地研究所家畜生産管理部 資源循環チーム長 山田 明央

畜産草地研究所家畜生産管理部 乳牛飼養研究室長 塩谷 繁

畜産草地研究所家畜生産管理部 産肉技術研究室長 中西 直人

畜産草地研究所放牧管理部長 高橋 繁男

動物衛生研究所企画調整部 研究交流科長 小野寺 聖

東北農業研究センター総合研究部 総合研究第1チーム長 渡邊 寛明

## 写真・図・表の出典（敬称略）

表紙左上写真：（独）農研機構北海道農業研究センター総合研究部 総合研究第3チーム長 篠田 満

写真1：（独）農研機構畜産草地研究所 反すう家畜代謝研究室長 永西 修

写真2（チモシー）：（独）農研機構畜産草地研究所 牧草育種法研究室 内山 和宏

写真2（トウモロコシ）：（独）農研機構北海道農業研究センター トウモロコシ育種研究室長 濃沼 圭一

写真3：（独）農研機構東北農業研究センター 総合研究第1チーム長 渡邊 寛明

写真4：（独）農研機構畜産草地研究所 上席研究官 吉田 宣夫

写真5：新しい飼料用イネ品種（2）－東北中南部、九州へ栽培適地の拡大－（（独）農研機構、農林水産省農林水産技術会議事務局）

写真6：北海道渡島北部地区農業改良普及センター 佐々木 章介

写真7：（独）農研機構東北農業研究センター 総合研究第1チーム長 渡邊 寛明

写真8：（独）農研機構畜産草地研究所 飼料調製研究室長 蔡 義民

写真9：（独）農研機構畜産草地研究所 産肉技術研究室長 中西 直人

コラム⑤写真：（独）農研機構畜産草地研究所 放牧管理部長 高橋 繁男

図1：平成15年度食料需給表

図2：水稻の作付面積＝平成15年産作物統計、米消費量＝平成15年度食料需給表

図3：千葉県畜産総合研究センター及び（独）農研機構中央農業総合研究センター 提供資料より改変

図4：鳥取県畜産農業協同組合美敷牧場 井本 節生氏 提供資料より改変

図5：新しい飼料用イネ品種（2）－東北中南部、九州へ栽培適地の拡大－（（独）農研機構、農林水産省農林水産技術会議事務局）より改変

図6：平成15年度飼料イネの研究・普及に関する情報交換会（新潟県農業総合研究所畜産研究センター酪農肉牛科、（独）農研機構畜産草地研究所）提供資料より改変

図7：新鮮でおいしい「ブランド・ニッポン」農産物提供のための総合研究（3系）平成16年度研究推進会議資料（広島県立畜産技術センター飼養技術部、農林水産省農林水産技術会議事務局、（独）農研機構畜産草地研究所、作物研究所）より改変

図8：農業経営通信第224号畜産農家におけるイネ発酵粗飼料の評価（（独）農研機構中央農業総合研究センター経営計画部 千田 雅之）より改変

表1：平成15年度食料需給表

表2：稲発酵粗飼料の取組について（生産局畜産部畜産振興課）

表3：（執筆担当者作成）

表4：平成17年度革新的農業技術習得研究高度先進技術研究「飼料イネWCSの収穫調製及び乳牛・肉用牛への給与技術の高度化」（農林水産省農林水産技術会議事務局、（独）農研機構畜産草地研究所、同作物研究所）より改変

表5：平成15年度飼料イネの研究・普及に関する情報交換会（群馬県畜産試験場飼料課、酪農肉牛課、（独）農研機構畜産草地研究所）提供資料より改変

表6：農業経営通信第224号北陸地域における飼料イネ生産の収益性の現状と課題（（独）農研機構中央農業総合研究センター経営計画部 土田 志郎）より改変

## 『農林水産研究開発レポート』既刊リスト

- No. 1 (2001.10) 麦の高品質化を目指して
- No. 2 (2002. 1) イネゲノム情報を読む
- No. 3 (2002. 5) 循環する資源としての家畜排せつ物
- No. 4 (2002. 9) 機能性食品の開発
- No. 5 (2002.12) バイオマスエネルギー利用技術の開発
- No. 6 (2003. 3) 新たな用途をめざした稲の研究開発
- No. 7 (2003. 5) 昆虫テクノロジー研究
- No. 8 (2003. 9) 地球温暖化の防止に関わる森林の機能
- No. 9 (2004. 2) 海洋生態系と水産資源－持続的水産資源管理の高度化を目指して－
- No.10 (2004.11) 食品の品質保証のための研究開発
- No.11 (2004.12) 食料・環境問題の解決を目指した国際農林水産業研究
- No.12 (2005. 3) 病害虫の総合的管理技術－化学農薬だけに依存しない病害虫防除－
- No.13 (2005. 7) 大豆の安定・多収を目指して
- No.14 (2005.11) 進化する施設栽培－大規模施設から植物工場まで－

### 本レポートについてのご意見・ご感想を募集します

今後のレポート作成の参考とさせていただくため、皆様からのご意見・ご感想をE-mail、FAX、郵便などによりうけたまわっておりますので、下記宛までお寄せ下さい。

宛先：〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1  
農林水産省 農林水産技術会議事務局 技術政策課 技術情報室調査  
(担当) 児玉、岩崎  
TEL 03-3501-9886  
FAX 03-3507-8794  
E-Mail：www@s.affrc.go.jp



## インターネットをご利用される方へ

- 1 本レポートは、次のURLでご覧いただけます。

<URL> <http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/report.htm>

- 2 前年度までに発行した本レポートのビデオ版「食と農の未来を拓く研究開発」は、次のURLでご覧いただけます。

<URL> <http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/other/MediaDB/mediadb.html>

なお、ビデオ版DVD「食と農の未来を拓く研究開発」は、公立図書館等でもご覧になれます。詳細については、最寄りの施設へお問い合わせ下さい。

- 3 この他、農林水産研究成果等に興味をお持ちの方は、以下のURLをご覧ください。

農林水産省農林水産技術会議

<URL> <http://www.s.affrc.go.jp/>

研究成果情報データベース

<URL> <http://www.s.affrc.go.jp/docs/seika.htm>

農学情報資源システム AGROPEDIA

<URL> [http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/menu\\_ja.html](http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/menu_ja.html)

農林水産研究成果ライブラリー

<URL> <http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/index.html>

プロジェクト研究成果シリーズ

<URL> <http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/seika.html>

農林水産研究開発レポート No.15

「イネで牛を育てる - 飼料イネによる国産牛生産 -」

2006年3月10日

監 修 農林水産省 農林水産技術会議

編集・発行 農林水産省 農林水産技術会議事務局

〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1

TEL 03-3502-8111 (代表)

FAX 03-3507-8794

印刷所 中島印刷株式会社

