

**稲 発 酵 粗 飼 料
生産・給与技術マニュアル
第6版**

平成26年12月

一般社団法人日本草地畜産種子協会
編集協力 農林水産省生産局

////////////////////////////////////
本マニュアルにおいて用語の使い方は次のとおりとする。

1. 子実及び茎葉を同時に収穫し、サイレージに調製した飼料（ホールクロップサイレージ：WCS）のうち稲によるものを「稲発酵粗飼料」と表記する。
なお、図表中においては簡略化し、「イネWCS」と表記する。
2. 「稲発酵粗飼料」に仕向ける「稲」を指すときは、「WCS用イネ」と表記する。
3. 稲発酵粗飼料及び飼料用米の総称を、「飼料用イネ」または「飼料イネ」と表記する。

////////////////////////////////////

は じ め に

先に策定された、新たな「食料・農業・農村基本計画」や「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」では飼料自給率の向上を図るため、平成32年度までに飼料自給率を38%に、粗飼料自給率を100%に引き上げるという目標が設定されている。

こうした目標を達成するため、官民が一体となった飼料増産運動を推進しているところであり、とりわけ、水田を利用した稲発酵粗飼料の作付け拡大及び利用の円滑化の推進を図ることは重要である。

稲発酵粗飼料については、平成11年頃より専用品種の改良、生産及び給与技術の研究が急速に進められ、これらの研究成果や技術情報を体系的に整理し、その生産・利用推進のための技術指針となる稲発酵粗飼料生産給与・技術マニュアルを平成13年1月に初めて取りまとめたところである。

稲発酵粗飼料の作付面積は、現場における実証試験や現地検討会とあいまって、各種の施策の充実により平成12年の502haから平成26年には31,157haまで拡大しており畜産農家、特に都府県の畜産農家の重要な粗飼料となっている。今後とも水田の有効活用及び飼料自給率向上を図るために稲発酵粗飼料の生産・利用の推進は重要な課題となっている。

稲発酵粗飼料の栽培技術は、食用稲のそれと大きく異なっており、また、その家畜への給与についても他の粗飼料と違った特性を有しており、これら特徴の十分な把握なしでは稲発酵粗飼料の振興は期待できない。

本マニュアルは、稲発酵粗飼料の作付けが拡大する中、平成24年3月に改訂したマニュアルにこれまで開発された堆肥等の利活用、漏生イネ対策、収穫・調製等の新技術及び新たに育成された専用品種を追加するとともに、推奨農薬の見直し等を反映させ改訂したものであり、平成14年、18年、20年及び24年につぐ5回目の改訂である。改訂に当たっては、現場での使いやすさにも留意して編集した。

今後、本マニュアルの活用によって、耕畜連携のもと稲発酵粗飼料の生産がより一層拡大され、水田の有効活用及び良質な粗飼料の供給による飼料自給率の向上を通じ、水田農業及び畜産の振興に貢献できれば幸いである。

一般社団法人 日本草地畜産種子協会
会 長 野 口 政 志

目 次

巻頭言

はじめに

I	稲発酵粗飼料の取り組みのポイント	1
1	耕畜連携のポイント	2
2	栽培管理のポイント	3
3	収穫・調製・流通のポイント	3
4	給与のポイント	4
II	稲発酵粗飼料の生産	5
1	品種	6
(1)	WC S用イネ品種に求められる特性	6
(2)	育成されたWC S用イネ品種の特性	6
(3)	地域別推奨品種	10
(4)	品種選択上のその他の留意点	19
(5)	種子の入手先・問い合わせ先	20
2	低コスト栽培	22
(1)	栽培管理	22
(2)	堆肥等活用	28
(3)	病虫害防除	35
(4)	雑草管理	49
(5)	漏生イネ対策	53
(6)	農薬使用	60
3	収穫・調製・輸送	68
(1)	機械作業	68
(2)	サイレージ調製	75
(3)	輸送と長期保管技術	83
(4)	広域流通	85
III	稲発酵粗飼料の給与	91
1	稲発酵粗飼料の飼料特性とTMR調製	92
(1)	発酵特性	92
(2)	発酵品質の評価法	93

(3) 化学成分と栄養価	94
(4) 化学成分、栄養価の推定	96
(5) 嗜好性	97
(6) 自由採食量	97
(7) 飼料の物理性	97
(8) 子実の消化性	98
(9) 粗タンパク質の第一胃内分解率	99
(10) その他(無機物、硝酸態窒素、 β -カロテン、ビタミンE)	100
(11) 「たちすずか」の飼料特性	101
(12) TMR調製	104
2 乳用牛への給与	108
(1) 育成牛への給与	109
(2) 乾乳牛への給与	110
(3) 泌乳牛への給与	112
① 分娩後～泌乳最盛期	112
② 泌乳中期～後期	119
(4) 「たちすずか」の給与	120
3 肉用牛への給与	124
(1) 育成牛への給与	124
(2) 繁殖牛への給与	126
(3) 肥育牛への給与	129
① 黒毛和種	129
② 交雑種(黒毛和種×ホルスタイン種)	135
③ 乳用種去勢牛	138
IV 地域の取り組み事例	141
1 北海道愛別町における稲発酵粗飼料の生産と肉用牛への給与 の取り組み	142
北海道上川郡愛別町：愛別町稲発酵粗飼料生産部会	
2 TMRセンターを核とした大規模繁殖経営における 稲WC Sの利用	148
鹿児島県肝属地域：鹿児島きもつき農業協同組合 TMRセンター	
3 TMRセンターを基軸とした耕畜連携 広島県酪農協による「たちすずか」「たちあやか」の利用	155
広島県全域：広島県酪農業協同組合	

V	参考資料	161
1	国内3場所におけるWC S用イネの多収実証栽培	162
2	飼料イネの立毛放牧技術とイネWC Sの冬季屋外利用技術、 および水田周年放牧体系	166
3	肝蛭症について	173
4	稲発酵粗飼料給与が畜産物の品質に及ぼす効果	175
5	稲発酵粗飼料の流通基準	178
VI	用語解説、Q & A等	185
1	用語解説	186
2	Q & A	189
3	「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル」編集委員	194
4	「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル」執筆者	195

I

稲発酵粗飼料の取り組みのポイント

I 稲発酵粗飼料の取り組みのポイント

稲発酵粗飼料の作付拡大及び流通の円滑化の推進は、飼料自給率向上とともに酪農・繁殖牛経営の生産コスト削減につながる取り組みとして重要な柱となっている。近年、WCS 用イネの専用品種の開発をはじめ、栽培、収穫・調製・輸送及び給与にわたる広範な技術開発が進められているが、これらの新技術を活用し、単収の向上や品質の改善、生産コストの低減に努めていくことも重要である。

また、WCS 用イネは耕種農家でも栽培が可能であるため、生産圃場の団地化や保有している農機具の有効利用、堆肥の活用等の観点からも、耕種部門と畜産部門が密接に連携することが地域での取り組みにおいて重要となる。これらの取り組みを一体的に行い、低コストでの稲発酵粗飼料の生産利用を進めるためには、耕畜連携及び適切な稲発酵粗飼料の生産と家畜への給与が大切であり、ホールクロップとしての収量及び品質向上のための栽培方法の選択と栽培管理、サイレージ調製・保管、流通及び家畜への適切な給与がポイントになる。

1 耕畜連携のポイント

(1) 圃場の団地化

WCS 用イネの栽培においては、収穫前の落水を始め水管理の時期が食用イネと異なるとともに、収穫・調製に重量の重い機械を効率的に稼働させる必要があること等から、用排水系等を考慮した団地化を行うこと。

(2) 機械等の有効活用

圃場条件や収穫時期等の労力の状況、地域内における既存機械の利用状況等を踏まえ、専用収穫機導入のみならず従来の牧草収穫機を含む収穫・調製作業に使用する機械、実施方法を検討し、効率的かつ低コストに稲発酵粗飼料の収穫・調製作業等を実施すること。

条件によっては、コントラクター等の組織活用を図ること。

(3) 堆肥の活用

WCS 用イネを生産したほ場からはイネの茎葉部も含めて収穫されることから、有機物を十分に供給することが必要となるため、稲作農家と畜産農家の間で連携を図りつつ、堆肥施用により収量確保と循環型農業の確立に努めること。

2 栽培管理のポイント

(1) 品種の選定等

WCS 用イネ専用品種の育成が進み、北海道から九州までの地域で専用品種の栽培が可能となった。画期的な高糖分茎葉型品種の導入など栽培地域の自然条件や対象品種の生育特性を十分考慮し、仕向け家畜に応じた適切な品種を選定するとともに他作物との間に作業競合が生じないような作期・作型を設定すること。

(2) 栽培

WCS 用イネ専用品種は、食用イネ品種に比べ穀粒が大きい場合が多いため、千粒重に応じて播種量を増やし、欠株の発生や苗立不足を防ぐこと。

また、食用イネ品種より茎葉・子実の生長、肥大能力が高く、その多収能力を生かすために多肥栽培とし、TDN 収量を上げるため早植えし、生育期間をできるだけ長くとること。

(3) 施肥

WCS 用イネは茎葉を含めた収穫が行われ、土壌養分が水田外へ持ち出されるため、有機物の供給を十分に行うよう努める。低コスト栽培にとっては化成肥料の施用を極力抑え、家畜ふん堆肥や尿液肥の施用に努めることが重要である。ただし、堆肥から受ける窒素の効果は、施用当年は少ないため、連年施用することが望まれる。

(4) 病虫害防除、雑草防除

病虫害抵抗性を持つ WCS 用イネ専用品種の作付け、予め発生を予測した対策が基本である。本マニュアルに記載されている農薬の適切な使用により防除することが望ましい。

漏生イネ対策は WCS 用イネ跡地に食用イネの栽培を行う場合に必要となる。脱粒の少ない WCS 用イネ品種選定、地域条件に応じた対策、薬剤散布などの対応を行う。

3 収穫・調製・流通のポイント

(1) 収穫

TDN 収量を上げるため、収穫を黄熟期に実施することを基本とし、仕向け家畜と導入する専用品種に応じて適宜早刈り、遅刈りを行う。さらに、早期落水を実施して機械による収穫作業を容易にできるようにすること。

(2) 調製

品質の良い稲発酵粗飼料を生産するためには、収穫時の天候を見極めて収穫・調製作業を正しく実施し、適切な水分含量や梱包密度、密封の確保等サイレージ調製の基本を徹底すること。場合によっては乳酸菌の添加等を行うことも重要である。仕向ける家畜に応じ適切な収穫時期を設定すること。

(3) 流通・保管

稲発酵粗飼料の流通を行う場合は、飼料の来歴を表示してトレーサビリティ確保につとめること。流通と保管時の品質低下を招くことのないよう丁寧な取り扱いとともに鳥獣害防止の対策をとること。

4 給与のポイント

(1) 乳牛への給与

乾乳牛に対しては、稲発酵粗飼料が他の自給飼料に比べ、カリウム含量が低いので、産後の代謝性疾患を防ぐ意味から適量を給与することが望ましい。また、泌乳中後期の乳牛では、分娩後に比べて十分量の飼料を摂取できるようになるため、泌乳前期に比べ給与量を多くすること。実用給与量の目安は、本マニュアルの第Ⅲ章第2項「乳用牛への給与」(p108～123)を参考にすること。

(2) 肉牛への給与

粗タンパク質含量が低いため、育成牛及び繁殖牛に多給する場合は、大豆粕等の補給が必要となる。肥育牛に対しては、嗜好性が良く、物理性も稲わらに近いことから肥育用粗飼料として給与する。また、良質の稲発酵粗飼料は稲わらよりビタミンEを多く含んでいるため牛肉の退色が抑制されるという効果が期待できるので、特性を生かした給与を実践する。実用給与量の目安は、本マニュアルの第Ⅲ章第3項「肉用牛への給与」(p124～p140)を参考にすること。

(3) 経営改善の評価

稲発酵粗飼料は輸入粗飼料に比べて安価であることから、乳牛および肉牛1頭当たりの生産費を算出し、経営改善効果を検証することが望ましい。

II

稲発酵粗飼料の生産

Ⅱ 稲発酵粗飼料の生産

1 品 種

日本全国で利用できるように、北海道から九州までの各地域での栽培に適した稲発酵粗飼料用品種（WCS 用イネ品種）として、「きたあおば」「べこごのみ」「夢あおば」「たちはやて」「たちすずか」「タチアオバ」等 27 品種が育成された。これらの WCS 用イネ品種は食用イネ品種と比べ稲株全体の乾物収量と可消化養分総量（TDN）収量が高く、多肥栽培でも倒伏しにくい特性を有する。WCS 用イネ品種には株全体に占める子実の割合が高い玄米多収型と茎葉の割合が高い茎葉多収型がある。寒地寒冷地では玄米多収型の品種が多いが、関東から近畿中国四国、九州の温暖地及び暖地では、長稈で籾の割合が少ない茎葉多収型品種も選択可能である。

（１）WCS 用イネ品種に求められる特性

WCS 用イネ品種と食用イネ品種では、求められる特性が異なる。WCS 用イネ品種の最も重要な特性は、収穫した地上部を牛に給与して、消化される部分の収量を示す可消化養分総量（TDN）収量が高いことである。育成地での坪刈り収量によると、食用イネ品種の風乾全重が 10a 当り最大で 1.95t、TDN 収量が 1.02t であるのに対して、開発された WCS 用イネ品種では、風乾全重が 10a 当り最大で 2.41t、TDN 収量が 1.27t まで向上している。また、WCS 用イネの栽培では高い TDN 収量を達成するために、多肥栽培が一般的であり、大量の窒素投入に耐える高度の耐倒伏性が重要である。WCS 用イネの栽培では食用イネ以上に低コスト生産が求められる。耐倒伏性の強化は、直播栽培による生産コストの低減でも重要な特性となる。また、農薬コストを削減するために、広範囲な耐病虫性の付与も食用イネ品種以上に重要である。

（２）育成された WCS 用イネ品種の特性

① 収量性

表 2－1 と表 2－2 はこれまでに育成された WCS 用イネ品種の特性を示す。表 2－1 の数値は、各品種の育成地での成績を並べたもので、カッコで示した比較品種以外とは厳密な比較はできないものの、品種の特徴は推測することができる。WCS 用イネ品種で最も重要な TDN 収量は、「たちすがた」「もちだわら」「リーフスター」「タチアオバ」でそれぞれ 1.20 t/10a、1.18t/10a、1.17 t/10a、1.27t/10a であり、WCS 用イネ品種の中で最も高い。このうち「もちだわら」以外は、稈長が 1 m 以上あり籾の割合は少ないが茎葉が多く株全体として多収となる茎葉多収型の品種である。これらの TDN 収量を食用イネ品種と比べると、「たちすがた」は「日本晴」に対して 18% 高く、「タチアオバ」は「ミナミヒカリ」に対して 27% 高い。その他の茎葉多収型としては、「たちはやて」「たちあやか」「たちすずか」「はまさり」「ミナミユタカ」「タチアオバ」がある。一般に茎葉多収型品種には稈長が長い品種が多いため、その利用にあたっては、ダイレクタカットで収穫する場合は長稈に対応した新型の WCS 用イネ収穫機が必要な場合があ

る。

表 2 - 1 WCS 用イネ品種の育成地での移植栽培による成績

品種名 (比較品種)	育成地所在地	出穂期 (月. 日)	成熟期 (月. 日)	黄熟期 (月. 日)	稈長 (cm)	黄熟期 乾物全重 (t/10a)	成熟期 風乾全重 (t/10a)	玄米重 (t/10a)	推定TDN 含量 (%) ^{*1}	推定TDN 収量 (t/10a)	推定TDN 収量 比率(%)
きたあおば (きらら397)	北海道 札幌市	8.01 8.01	9.27 9.20	9.12 9.07	79 69	1.42 1.22	1.76 1.45	0.83 0.65	60.9 59.3	0.89 0.73	122 100
たちじょうぶ (きらら397)	北海道 札幌市	8.09 8.02	10.10 9.21	9.24 9.08	77 67	1.53 1.23	2.11 1.53	0.76 0.56	59.0 59.4	0.91 0.73	124 100
みなゆたか (むつほまれ)	青森県 十和田市	8.06 8.06	9.26 9.23	— —	78 73	— —	1.70 1.63	0.66 0.60	— —	— —	— —
うしゆたか (むつほまれ)	青森県 黒石市	8.05 8.05	9.21 9.27	9.07 9.07	96 85	1.42 1.36	2.28 1.97	0.84 0.85	49.4 ^{*8} 49.4 ^{*8}	0.68 0.71	95 100
べこごのみ (アキヒカリ)	秋田県 大仙市	7.25 7.29	8.31 9.01	8.27 8.27	79 75	1.17 1.10	1.55 1.49	0.69 0.65	62.1 62.5	0.73 0.69	106 100
べこげんき (べこごのみ)	秋田県 大仙市	7.27 7.25	9.08 9.08	8.29 8.26	88 88	1.50 1.40	1.93 1.83	0.74 0.75	60.2 59.2	0.90 0.83	109 100
べこあおば ふくひびき	秋田県 大仙市	8.07 8.04	9.24 9.12	9.14 9.04	70 72	1.37 1.23	1.77 1.54	0.73 0.69	61.9 62.9	0.85 0.77	110 100
なつあおば (アキヒカリ)	新潟県 上越市	7.27 7.28	— —	8.23 8.28	96 84	1.59 1.35	— —	0.67 0.64	59.4 59.6	0.96 0.80	120 100
夢あおば ふくひびき	新潟県 上越市	7.29 7.27	9.10 9.07	8.27 8.27	86 78	1.52 1.44	1.73 1.61	0.72 0.74	61.2 61.6	0.93 0.89	105 100
ゆめさかり 夢あおば	新潟県 上越市	8.02 7.31	9.15 9.12	9.07 9.01	82 83	1.48 1.46	1.76 1.76	0.78 0.73	63.3 61.9	0.93 0.92	101 100
たちはやて (夢あおば)	茨城県 つくばみらい市	8.06 7.31	9.06 9.09	8.27 8.29	114 87	1.74 1.65	2.10 1.91	0.49 0.70	53.2 51.7	0.93 0.86	109 100
ホシアオバ ^{*3} クサホナミ	広島県 福山市	8.13 8.24	9.31 10.13	— —	101 96	1.52 1.50	1.91 1.86	0.71 0.61	58.6 58.3	0.91 0.88	103 100
たちすがた (日本晴)	茨城県 つくばみらい市	8.11 8.16	10.05 9.27	9.15 9.17	109 90	2.02 1.75	2.19 1.85	0.60 0.56	59.6 58.0	1.20 1.01	118 100
もちだわら おどろきもち	茨城県 つくばみらい市	8.11 8.08	10.05 9.26	9.14 9.06	90 77	1.99 1.72	2.25 1.96	0.89 0.77	57.6 57.4	1.18 1.01	117 100
北陸193号 ホシアオバ	新潟県 上越市	8.19 8.10	— —	9.23 9.11	84 87	1.71 1.44	— —	— —	65.0 65.0	1.12 0.98	115 100
モミロマン (日本晴)	茨城県 つくばみらい市	8.15 8.17	10.09 9.27	9.15 9.17	89 90	1.80 1.76	2.12 1.87	0.82 0.60	61.0 57.9	1.10 1.02	108 100
たちあやか ホシアオバ	広島県 福山市	8.18 8.15	— —	9.12 9.17	112 110	1.62 1.73	— —	0.10 ^{*2} 0.75 ^{*2}	56.1 57.0	0.89 0.99	90 100
クサホナミ ^{*4} はまさり	茨城県 つくばみらい市	8.24 8.30	10.08 10.07	— —	95 96	1.85 1.67	2.08 1.90	0.67 0.46	59.2 61.1	1.10 1.05	105 100
クサノホシ ^{*3} クサホナミ	広島県 福山市	8.28 8.24	10.18 10.13	— —	104 96	1.63 1.50	2.06 1.86	0.65 0.61	57.1 58.3	0.94 0.88	107 100
リーフスター はまさり	茨城県 つくばみらい市	8.31 8.31	10.16 10.08	10.05 9.30	109 96	1.92 1.73	2.14 1.92	0.42 0.51	61.0 60.7	1.17 1.05	111 100
たちすずか クサノホシ	広島県 福山市	9.02 8.29	10.12 11.03	10.04 10.05	121 110	1.87 1.78	— —	0.23 ^{*2} 0.72 ^{*2}	52.7 56.8	0.99 1.01	98 100
まきみずほ (日本晴)	福岡県 筑後市	8.04 8.07	9.26 9.17	9.08 9.05	103 83	1.75 1.39	— —	— —	56.6 58.2	0.99 0.86	115 100
モグモグあおば (ニシホマレ)	福岡県 筑後市	8.17 8.18	10.08 10.01	9.20 9.20	104 93	1.92 1.53	2.16 1.73	0.75 ^{*2} 0.60 ^{*2}	57.3 56.8	1.10 0.91	121 100
ミナミユタカ (ユメヒカリ)	宮城県 宮崎市	8.28 8.30	10.08 10.10	— —	101 71	1.29 ^{*5} 1.21 ^{*5}	1.47 1.38	0.31 0.40	— —	— —	— —
ルリアオバ タチアオバ	福岡県 筑後市	8.05 8.12	— —	— —	— —	2.28 ^{*6} 1.98 ^{*6}	— —	— —	46.5 ^{*7} 48.4 ^{*7}	1.06 ^{*6} 0.96 ^{*6}	110 100
タチアオバ (ミナミヒカリ)	福岡県 筑後市	8.29 8.25	10.19 10.09	10.03 9.23	106 86	2.13 1.69	2.41 1.95	0.66 0.56	59.5 59.5	1.27 1.00	127 100

ホシアオバ、クサホナミ、クサノホシ以外は新品種決定に関する参考成績書による。()内は食用の稲品種の比較品種。

*1: 畜産草地研究所の推定式による。*2: 籾重。*3: 育成地におけるH15-19の平均値。なおTDNの測定はH16-H19の平均値。

*4: 育成地におけるH11-12、H14-16、H18-19の平均値。なおTDNの測定はH14-16、H19の平均値。

なおTDNの測定はH14-16、H19の平均値。*5: 風乾での水分含量を12%とした成熟期の推定値。

*6: 2回刈りの合計。*7九州沖縄農業研究センターの推定式。

*8(地独) 青森県産業技術センター畜産研究所における化学分析値からの推定値。

表 2-2 WCS 用イネ品種の特性

品種名	耐倒伏性	穂発芽性	脱粒性	葉いもち		縞葉枯 病耐病性	障害型 耐冷性	玄米の形	玄米品質	玄米千粒重g	毛茸
				真性抵抗性	圃場抵抗性						
きたあおば	やや弱	不明	難	+	やや弱	不明	やや強	やや円	下上	21.7	有
たちじょうぶ	強	不明	難	<i>Pia,Pii</i>	やや強	不明	やや強	やや円	下上	21.8	有
みなゆたか	強	やや難	難	<i>Pii</i>	やや強	不明	極強	やや円	中上	22.1	有
うしゆたか	極強	難	難	<i>Pii,Pib</i>	不明	不明	中	やや円	中中	24.3	有
べこごのみ	強	易	難	<i>Pib,Pik</i>	強	罹病性	やや弱	中	下上	22.0	有
べこげんき	極強	やや易	難	<i>Pia,Pib</i>	不明	罹病性	中	やや円	中下	25.8	有
べこあおば	強	やや易	難	<i>Pita-2, (Pia)</i>	やや弱	罹病性	弱	やや細長	下上	30.6	有
なつあおば	強	やや易	難	<i>Pib</i>	強	抵抗性	弱	やや円	下上	23.9	有
夢あおば	極強	中	難	<i>Pita-2,Pib</i>	不明	抵抗性	やや弱	中	下上	26.5	有
ゆめさかり	強	やや易	難	<i>Pia</i>	やや強	罹病性	やや弱	やや円	下上	26.1	有
たちはやて	極強	やや難	難	不明	不明	抵抗性	不明	やや細長	中中	17.1	有
ホシアオバ	やや強	やや易	やや難	不明	不明	抵抗性	不明	やや細長	下上	29.4	有
たちすがた	強	難	難	<i>Pib</i>	不明	抵抗性	中	やや細長	中上	25.1	有
もちだわら	極強	難	やや難	不明	不明	抵抗性	不明	やや細長	中下	22.7	有
北陸193号	極強	やや難	やや難	<i>Pii,Pita,Pi20(t)</i>	不明	抵抗性	中	やや細長	中下	22.9	有
モミロマン	極強	やや易	難	<i>Pita,Pib,Pi20(t)</i>	不明	罹病性	中	やや細長	中下	24.1	有
たちあやか	極強	中	難	不明	不明	罹病性	不明	やや細長	中	20.6	有
クサホナミ	強	やや易	難	<i>Pia,Pii,Pik+α</i>	不明	抵抗性	不明	やや円	下上	21.7	無
クサノホシ	やや強	難	難	<i>Pita,Pib,Pi20(t)</i>	弱	抵抗性	不明	やや円	下上	24.3	有
リーフスター	強	やや易	難	<i>Pia</i>	中	罹病性	不明	やや細長	中中	20.3	無
はまさり	強	難	難	<i>Pia,Pish</i>	やや強	抵抗性	不明	やや細長	中中	18.4	無
たちすずか	極強	難	難	<i>Pita,Pib,Pi20(t)</i>	弱	罹病性	不明	やや円	中中	21.5	有
まきみずほ	やや強	やや易	難	不明	不明	抵抗性	中	やや円	下上	36.5	有
モグモグあおば	強	やや易	難	不明	不明	抵抗性	不明	やや円	下上	29.1	有
ミナミユタカ	強	易	難	不明	不明	抵抗性	不明	極長	中下	17.2	有
ルリアオバ	弱	不明	難	不明	不明	抵抗性	不明	やや細長	不明	不明	有
タチアオバ	極強	中	難	<i>Pia,Pii</i>	中	抵抗性	不明	中	下中	22.2	有
食用水稻(比較)											
日本晴	やや強	難	難	<i>Pia</i>	中	罹病性	極弱	中	上下	20.4	有
ニシホマレ	やや強	やや易	やや易	<i>Pia</i>	中	罹病性	不明	やや細長	上下	21.2	有
コシヒカリ	極弱	極難	難	+	弱	罹病性	強	中	中上	20.6	有

茎葉多収型に対して、玄米収量が高く、それによって高い風乾全重と TDN 収量を達成しているのが、「きたあおば」「べこごのみ」「べこあおば」「夢あおば」「もちだわら」「北陸 193 号」「モミロマン」などの玄米多収型品種である。「きたあおば」は玄米収量で 0.83t/10a、TDN 収量で 0.89t/10a で「きらら 397」より TDN 収量が 22% 高い。「モミロマン」は玄米重で 0.82t/10a で、TDN 収量は 1.10t/10a で「日本晴」より TDN 収量が 8% 高い。「ホシアオバ」「クサホナミ」「クサノホシ」「まきみずほ」「モグモグあおば」は、玄米収量も高く稈長が長い。これらは、茎葉と玄米の両方で高い TDN 収量を達成する中間型である。中間型と玄米多収型の WCS 用イネ品種は、玄米収量が多収で飼料用米品種としての適性も合わせ持つ(表 2-3)。

② 耐倒伏性及びその他の形質

茎葉多収型品種の「たちはやて」「たちすがた」「たちあやか」「リーフスター」「はまさり」「たちすずか」「ミナミユタカ」「タチアオバ」では、稈長が 90cm 以上あるが、玄米多収型の稈長はそれよりも低い。どちらの WCS 用イネ品種も稈が強く、食用イネ品種の「コシヒカリ」が耐倒伏性“極弱”なのに対して、耐倒伏性が“やや強”から“極強”の品種が多い(表 2-2)。例外的に、台風の少ない北海道向けの品種「きたあおば」と、2 回刈り用品種「ルリアオバ」は耐倒伏性が弱い。

脱粒性は、“やや難”か“難”であり食用イネ品種と大差はないが、刈り遅れると脱粒しやすくなる品種もあり、注意が必要である。

表 2 - 3 WCS 用イネ品種の概要

品種名	長所	短所	飼料米適性
きたあおば	乾物収量が高い 玄米収量が高い	いもち病抵抗性が不十分 耐冷性が不十分	高い
たちじょうぶ	乾物収量が高い 耐倒伏性が強く、いもち病抵抗性も強い	晩生で北海道での適地が限られる	高い
みなゆたか	玄米収量が高い 耐冷性が強い	白葉枯病に弱い 食用品種との識別性が低い	高い
うしゆたか	乾物収量が高い 耐倒伏性が強く、直播栽培に適する	耐冷性が“中”である	やや低い
ぺこごのみ	乾物収量が高い 熟期が早い	耐冷性が弱い	高い
ぺこげんき	乾物収量が高い 耐倒伏性が強く、直播栽培に適する	耐冷性が“中”である	やや低い
ぺこあおば	乾物収量が高い 耐倒伏性が強く、湛水直播栽培に適する 大粒で識別性がある	いもち病抵抗性が弱い 耐冷性が弱い	高い
なつあおば	乾物収量が高い 早生である	耐冷性が弱い	やや低い
夢あおば	乾物収量が高い 耐倒伏性が強く、湛水直播栽培に適する 大粒で識別性がある	耐冷性がやや弱い	高い
ゆめさかり	玄米収量が高い 大粒で識別性がある	耐冷性がやや弱い	高い
たちはやて	地上部乾物重とTDN収量が高い 耐倒伏性が強い 縞葉枯病に抵抗性がある	白葉枯病に弱い	低い
ホシアオバ	乾物収量が高い 縞葉枯病に抵抗性がある 大粒で識別性がある	ニカメイガに対する抵抗性が弱い	高い
たちすがた	乾物収量が高い 耐倒伏性が強い 縞葉枯病に抵抗性がある		やや低い
もちだわら	玄米収量が高い 乾物収量が高い	脱粒性がやや難である 種子休眠が強い セジロウンカに対する抵抗性が弱い	高い
北陸193号	玄米収量が高い 乾物収量が高い	脱粒性がやや難である 種子休眠が強い セジロウンカに対する抵抗性が弱い	高い
モミロマン	玄米収量が高い 耐倒伏性が強い	縞葉枯病に罹病性である 白葉枯病に弱い 4-HPPD型除草剤に感受性である	高い
たちあやか	茎葉収量が多収である。 黄熟期の糖含量が高い。 耐倒伏性が極強である。	籾の収量が低く種子生産の効率が低い 縞葉枯れ病に罹病性である。	低い
クサホナミ	乾物収量が高い 縞葉枯病に抵抗性がある	ニカメイガに対する抵抗性が弱い	高い
クサノホシ	乾物収量が高い 縞葉枯病に抵抗性がある	ニカメイガに対する抵抗性が弱い	やや高い
リーフスター	茎葉部分が大きく、乾物収量が高い 未消化籾の排泄量が少ない	直播での耐倒伏性が不十分である 縞葉枯病に罹病性である	低い
はまさり	茎葉部分が大きく、乾物収量が高い 耐倒伏性が強い やや長粒で識別性がある	紋枯病にやや弱い	低い
たちすずか	乾物収量が高い 糖含量が高い	籾の収量が低く種子生産効率が低い	低い
まきみずほ	晩植で乾物収量が高い 大粒で識別性がある	コブノメイガ、ニカメイガに弱い	やや高い
モグモグあおば	乾物収量が高い 大粒で識別性がある	コブノメイガ、ニカメイガに弱い	高い
ミナミユタカ	乾物収量が高い 耐倒伏性が強い 玄米が長粒で識別性がある	コブノメイガ、ニカメイガに弱い	低い
ルリアオバ	2回刈りの乾物収量が高い 難脱粒性である	極長稈で通常栽培では倒伏に弱い コブノメイガ、ニカメイガに弱い 4-HPPD型除草剤に感受性である	低い
タチアオバ	乾物収量が高い 耐倒伏性が強い	いもち病・白葉枯病にやや弱い コブノメイガ、ニカメイガに弱い	やや低い

* 上記の品種はすべてトビロウンカ感受性である。

いもち病に関して、不明の真性抵抗性遺伝子を持つ品種は、侵害菌が存在しない地域では通常は感染しないが、いもち病菌の新レースの出現による発病の可能性があるため、種子消毒をはじめ、いもち病の防除を励行する。

(3) 地域別推奨品種

図2-1はWCS用イネ品種の栽培適地を示す。図2-2はWCS用イネ品種の熟期区分を地域：寒地（北海道）、寒冷地北部（青森県、岩手県、秋田県）、寒冷地中部（宮城県、山形県、福島県）、寒冷地南部（北陸）、温暖地（関東、東山、東海、近畿、中国、四国）、暖地（九州）ごとに示す。表2-1～2-3は各品種を各地域の早晩性に基づいて早生から晩生の順に配列している。例えば、「ホシアオバ」は温暖地では中生で、寒冷地南部では晩生、暖地では早生になる。関東の極晩生品種である「リーフスター」「はまさり」は九州の普通期では晩生である。初めてWCS用イネを導入する場合は、数品種を小区画で試験栽培し、出穂性や収量性の地域適応性を確認することが必要である。ただし、北海道の品種は北海道に特化した出穂性を持つので、通常は寒冷地中部以南には適さない。

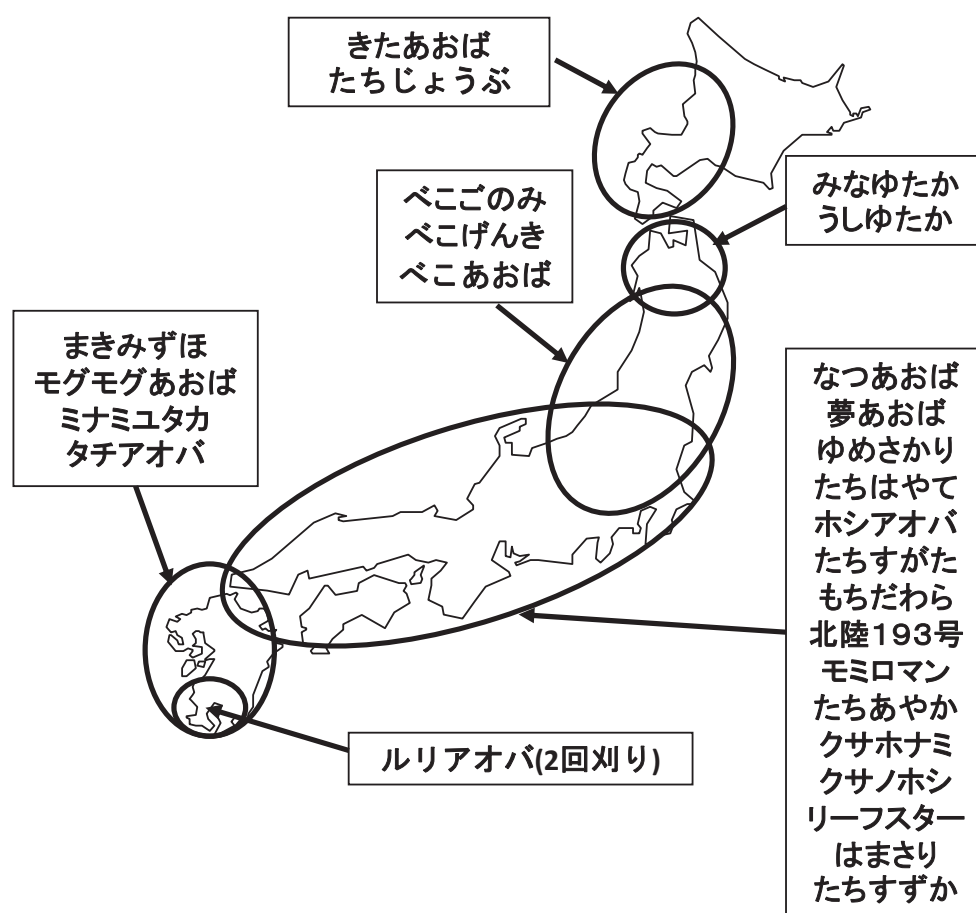


図2-1 WCS用イネ品種の栽培適地

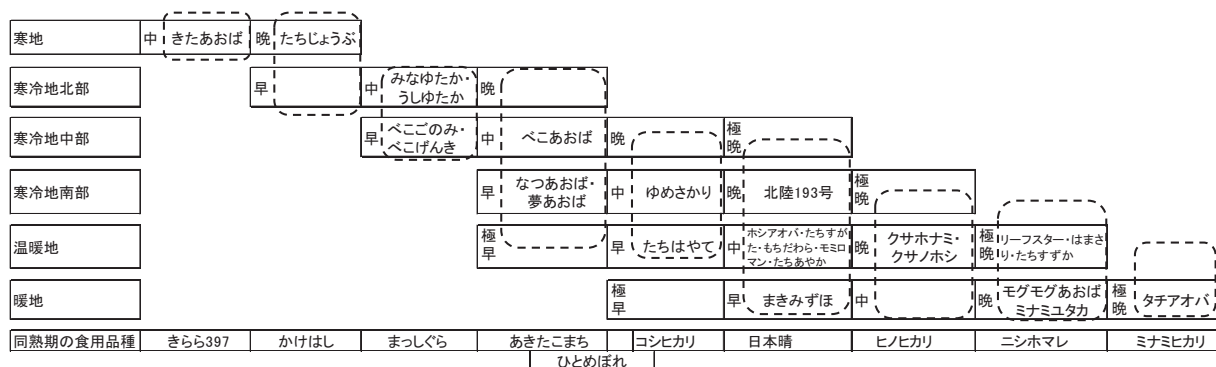


図 2-2 WCS 用イネ品種の熟期区分

① 北海道地域向け品種：「きたあおば」「たちじょうぶ」

これまでに北海道向け品種としては、中生の「きたあおば」と晩生の「たちじょうぶ」が育成されている。両品種とも子実と茎葉の両方が多収の WCS・飼料用米兼用品種である。

ア 「きたあおば」：子実を含めた全重多収の中生品種

出穂期は“中生の早”で「きらら 397」並であり、稲作限界地帯を除く北海道稲作地帯の広い範囲で栽培可能である。稈長は「きらら 397」より長く、「ななつぼし」と同程度からやや長い。穂長は「きらら 397」より長く、穂数は「きらら 397」より少ない。一穂粒数は「きらら 397」より大幅に多い。草型は“穂重型”である。黄熟期のホールクロップ TDN 収量は、多肥区では 0.89t/10a で、「きらら 397」より 22%高い。いもち病抵抗性は「きらら 397」より弱く、葉いもちが“やや弱”、穂いもちが“弱”であるため適切な防除を行う必要がある。障害型耐冷性は「きらら 397」と同ランクの“やや強”であるもののやや不十分であるため、冷害年には深水管理を行うことが望ましく、冷害の発生の多い地帯には適さない。耐倒伏性は“やや弱”なので、極多肥栽培や直播栽培では倒伏のおそれがあり注意が必要である。

イ 「たちじょうぶ」：倒伏に強く多肥栽培に向く晩生品種

北海道での出穂期は“晩生の晩”で、「きたあおば」「きらら 397」より 6～7 日遅い。黄熟期は「きたあおば」より 10 日程度遅い。東北地域北部では“早生”に属すると推定され、栽培可能であると考えられる。稈長は「きらら 397」より長く、「きたあおば」よりやや短い。穂長は「きらら 397」よりやや長く「きたあおば」並、穂数は「きらら 397」より少なく「きたあおば」並からやや少ない。一穂粒数は「きらら 397」より大幅に多く、「きたあおば」よりやや少ない。草型は“偏穂重型”である。黄熟期のホールクロップ TDN 収量は多肥区では 0.91t/10a で、「きらら 397」より 24%高く、「きたあおば」よりやや高い。いもち病抵抗性は「きらら 397」より強く、葉いもち、穂いもちともに“やや強”である。障害型耐冷性は“やや強～強”であり、晩生種であることもあって不稔の発生は少ない。耐倒伏性は強いため、極多肥栽培にも適し、直播栽培でも倒伏しにくい。直播栽培では移植栽培より出穂期が遅くなり、北海道では成熟期には達しない場合が多い。黄熟期収穫である WCS 用としての直播栽培は可能であるが、播種期が遅くなりすぎないように注意する必要がある。直播栽培の苗立率は食用品種と大差なく問題はない。

以上のように、「たちじょうぶ」は「きたあおば」よりいもち病抵抗性や耐倒伏性に

優れ、不稔の発生も少ないので栽培しやすい。WCS 用としては、北海道の稲作地帯のほぼ全域で栽培可能と考えられるが、晩生種であるため、播種期や移植期が遅くなりすぎないように注意する必要がある。

② 東北地域向け品種：「みなゆたか」「うしゆたか」「べこごのみ」「べこげんき」「べこあおば」

東北地域では、早生（「まっしぐら」熟期）の「みなゆたか」、「うしゆたか」、「べこごのみ」、「べこげんき」、中生（「ひとめぼれ」熟期）の「べこあおば」、「夢あおば」（③イを参照）まで熟期の異なる品種が揃っている。そのため各地域での栽培方法（移植栽培、直播栽培）や収穫等の作業の競合を考慮しながら、適した熟期の品種を選定する。

ア 「みなゆたか」：早生で耐冷性が強い

青森県で普及しており、青森県以外にも種子の供給が可能である。玄米多収品種であるが、食用の多収品種「むつほまれ」より成熟期の風乾全重が4%多いことからWCS用としても利用可能である。耐冷性が“極強”であるため、冷害年でも不稔の発生が少ない。いもち病の圃場抵抗性は“やや強”であり、食用イネ品種と同様の防除を行う必要がある。玄米品質は、「まっしぐら」と同程度で、食用イネ品種との識別性がないことに注意する

イ 「うしゆたか」：早生で直播栽培に適する。

青森県で普及しており、青森県以外にも種子の供給が可能である。耐倒伏性が強く、直播適性があり、湛水直播栽培では、「むつほまれ」より黄熟期乾物収量が8%高い。耐冷性が“中”であるため、冷害が発生しやすい地域では、低温時に幼穂を保護する深水管理を行うなど栽培管理に注意する。いもち病に関しては、真性抵抗性遺伝子 *Pib* を有すると推定されるため、親和性の菌系が出現するまではいもち病に罹病しないが、発生を確認した場合は適宜、薬剤防除を行う。玄米は、やや大粒で品質が劣るため、食用イネ品種と識別可能である。

ウ 「べこごのみ」：早生で早期の収穫が可能

東北中北部における早生品種で、直播栽培でも食用イネ品種の「あきたこまち」の収穫より先に黄熟期収穫が可能である。このため、食用品種との収穫作業の競合を回避できる。食用の多収品種「アキヒカリ」より黄熟期乾物収量が移植栽培で6%、直播栽培で9%高い。耐冷性が“やや弱”であるため、冷害が発生しやすい地域での栽培は避ける。いもち病に関しては、真性抵抗性遺伝子 *Pib*、*Pik* を有すると推定されるため、親和性の菌系が出現するまではいもち病に罹病しないが、発生を確認した場合は適宜、薬剤防除を行う。玄米は、食用イネ品種と同程度の大きさであるが、品質が明らかに劣るため、食用イネ品種と識別可能である。

エ 「べこげんき」：早生で、耐倒伏性が強く、乾物収量が高い

東北中北部における早生品種で、「べこごのみ」と同様に食用品種との収穫作業の競合を回避できる。「べこげんき」は「べこごのみ」より黄熟期乾物収量が移植栽培で7%、直播栽培で6%高い。耐倒伏性が強いので、直播栽培や多肥栽培に適する。耐冷性が“中”であるため、冷害が発生しやすい地域では、低温時に幼穂を保護する深水管理を行うなど栽培管理に注意する。いもち病に関しては、真性抵抗性遺伝子 *Pib* を有すると推定さ

れるため、親和性の菌系が出現するまではいもち病に罹病しないが、発生を確認した場合は適宜、薬剤防除を行う。玄米は、やや大粒で品質が劣るため、食用イネ品種と識別可能である。

オ 「べこあおば」：中生で、多肥栽培で乾物収量が極めて高い

黄熟期乾物収量が、「ふくひびき」より5%高い。耐倒伏性が強いいため、堆肥を投入した極多肥条件において、倒伏せず、黄熟期の乾物収量が極めて高くなる。玄米収量が高いため飼料用米の生産にも適する。耐冷性が“弱”であるため、冷害が発生しやすい地域での栽培は避ける。いもち病に関しては、真性抵抗性遺伝子 *Pita-2* を有すると推定されるため、親和性の菌系が出現するまではいもち病に罹病しないが、発生を確認した場合は適宜、薬剤防除を行う。玄米は、極めて大きく品質も劣るため、食用イネ品種と識別可能である。育苗に際しては、千粒重が大きいいため、育苗箱あたりの種子の重量を50%増やす。また、高温で登熟した際に、種子の発芽率が低下する事例が報告されていることから、播種前に発芽率を確認する必要がある。さらに、10℃以下の極端に低い水温で浸種すると発芽率が大きく低下することがあるため、12℃以上の浸種温度を確保する。

③ 北陸・関東地域～中国・四国地域向け品種：「なつあおば」「夢あおば」「ゆめさかり」「たちはやて」「ホシアオバ」「たちすがた」「もちだわら」「北陸193号」「モミロマン」「たちあやか」「クサホナミ」「クサノホシ」「リーフスター」「はまさり」「たちすずか」

WCS 用イネ品種の条件としては、北陸地域では主力品種である中生の「コシヒカリ」がほぼ作付けの8割近くを占めるため、「コシヒカリ」の収穫と収穫作業の競合が避けられる極早生、早生、および晩生の品種が求められる。新潟県は「コシヒカリ BL」と同じ外国稲由来のいもち病真性抵抗性遺伝子を有する品種の栽培を制限する方針を示しているため、「コシヒカリ BL3 号」(*Pita-2* を持つ)、「コシヒカリ BL10 号」(*Pib* を持つ)と同じいもち病真性抵抗性遺伝子を持つ「夢あおば」と「なつあおば」は、新潟県では栽培できない。

北陸・関東東海～近畿・中国・四国地域は、日本海・瀬戸内海・太平洋の沿岸部に広がる平野部、山地周辺の盆地や中山間地域など多様な気候風土を含んでいる。食用イネ品種も「あきたこまち」等の東北地域に適するものから「アケボノ」「山田錦」等の晩生種まで多様な品種が栽培されている。これは飼料用の品種選択にもあてはまり、地域における食用イネ品種の早晚性を参考にし、他の地域向けとして育成された品種も選択肢に加えて、栽培地域に適した品種を選択することが求められる（図2-2）。

ア 「なつあおば」：他品種との併用で作期分散を可能にする極早生品種

出穂期は「アキヒカリ」並みで、北陸地域では極早生に属する稲発酵粗飼料向き品種である。乾物収量が「アキヒカリ」に優る多収で、耐倒伏性が極めて強く、湛水直播栽培に適する。生育量を確保するために、食用品種よりも増肥する必要があるが、極端な多肥栽培では倒伏する可能性もあるため、地力に合わせた施肥を行う。いもち病真性抵抗性遺伝子は *Pib* と推定される。縞葉枯病抵抗性である。熟期の異なる WCS 用品種と併

用することで収穫作業の集中を避けて刈り遅れによるサイレージ品質の低下を防ぎ、WCS 用イネ収穫機械の効率的運用が可能になる。メイチュウの害を受けやすいので、適宜防除に努める。

イ「夢あおば」：収量性と耐倒伏性に優れる早生品種

出穂期は「ふくひびき」並みで、北陸地域では早生の晩に属する WCS 用イネ向き品種である。乾物収量が「ふくひびき」に優る多収で、耐倒伏性が極めて強く、湛水直播栽培に適する。生育量を確保するために、食用品種よりも増肥する必要があるが、極端な多肥栽培では倒伏する可能性もあるため、地力に合わせた施肥を行う。いもち病真性抵抗性遺伝子は *Pita-2*、*Pib* と推定される。穂発芽性は“中”、縞葉枯病抵抗性である。メイチュウの害を受けやすいので、適宜防除に努める。

ウ「ゆめさかり」：外国稲由来のいもち病真性抵抗性遺伝子を持たない早生品種

出穂期は「ひとめぼれ」よりやや遅い、北陸地域では早生の晩に属する。乾物収量は「夢あおば」とほぼ同等である。耐倒伏性は“やや強”、穂発芽性は“やや易”。いもち病真性抵抗性遺伝子は *Pia* と推定され、我が国の主要ないもち病菌のレースに侵害されるため、当品種から外国稲由来の真性抵抗性遺伝子を侵害する新たなレースが発生する恐れはない。いもち病耐病性は、葉いもち圃場抵抗性、穂いもち圃場抵抗性ともに“やや強”である。メイチュウの害を受けやすいので、適宜防除に努める。

エ「たちはやて」：茎葉型多収型の早生糯（もち）品種

育成地（茨城県つくばみらい市）では、出穂期は「コシヒカリ」より 2 日遅い早生のもち品種である。稲発酵粗飼料としての収穫適期である黄熟期は「コシヒカリ」の成熟期よりも約 2 週間早いため、「コシヒカリ」の前に収穫を終えることが可能である。117cm と極長稈で、茎葉部分が多い。地上部収量（絶乾全重）は、同熟期の飼料用品種である「夢あおば」より約 5 % 多収である。稈質が強いことから倒伏しにくく、直播栽培にも適する。牛が消化しにくい籾の割合が低く、消化されやすい茎葉の割合が高いため、品質の良い稲発酵粗飼料になる。茎葉の難消化性成分であるリグニンの含有率が通常の品種よりも低い。玄米の粒形は細長く、主食用米および食用のもち米と識別性がある。いもち病には不明の真性抵抗性を有するが、病原菌のレースの変化によって抵抗性が大きく変化する恐れがあり注意を要する。縞葉枯病に抵抗性である。

オ「ホシアオバ」：子実と茎葉の両方が多収の中生品種

子実と茎葉の両方が多収で飼料用米や米粉用にも適する兼用品種である。育成地（広島県福山市）では「日本晴」並の中生で、東北中南部以南の広い範囲に適する。早期栽培では出穂期がやや早く、晩植栽培では遅くなる傾向がある。耐倒伏性は比較的強いが稈長が長く、極端な多肥や密植、刈り遅れの条件では倒伏することがあるため注意が必要である。草型は“極穂重型”で、玄米千粒重 30g 程度の極大粒であり、食用イネ品種と容易に識別できる。穂発芽性は“やや易”、脱粒性は“やや難”。縞葉枯病に抵抗性を持つ。いもち病に対しては不明の真性抵抗性遺伝子を持つため侵害菌が存在しない地

域では通常は感染しないが、いもち病菌の新レースの出現による発病に注意する必要がある。

カ「たちすがた」：耐倒伏性に優れる茎葉型の中生品種

出穂期は「日本晴」より5日程度早く、関東地域では“中生の中”に属する。黄熟期は「日本晴」並で、成熟期は「日本晴」より8日ほど遅い。長稈でありながら強稈で倒伏しにくい特性を備え、かつ、稲発酵粗飼料に必要な全重が多収で、TDN収量で1.20t/10aを達成している。また、茎葉型であることから、未消化粗の排泄量が少ないと考えられ、実用上高い飼料適性を備えている。「たちすがた」は稈が太く、冠根が太いことが長稈でありながら倒伏しにくい特性の一因と考えられる。「たちすがた」の全重については、稈長が100cmを超える施肥条件で栽培を行うことによって、より多収性が発揮できると考えられる。

キ「もちだわら」：収量性の高いインド型糯（もち）品種

育成地（茨城県つくばみらい市）の出穂期は「日本晴」より3日早い“中生の早”で、成熟期では「日本晴」より9日遅い“晩生の早”であり、登熟期間が長い。関東以西の広い範囲に適する。玄米収量も高いが、TDN収量も高く1.18t/10であり、「おどろきもち」より17%高い。稈質が強く、耐倒伏性は“極強”で、直播栽培でも「タカナリ」と同程度の多収である。温暖地における晩植えでは、減収につながることもあるので注意する。脱粒は“やや難”で、刈遅れや天候により脱粒しやすいこともあるので注意する。また、種子の休眠性が強いいため苗立ちが悪い時があり、催芽前の浸漬を十分に行う。いもち病には不明の真性抵抗性を有するが、病原菌のレースの変化によって抵抗性が大きく変化する恐れがあり注意を要する。食用イネ品種と比較して、セジロウンカに対する抵抗性が弱いいため、注意が必要である。

ク「北陸 193 号」：高い収量性を誇るインド型品種

出穂期は「日本晴」よりやや遅い、北陸地域では晩生の晩に属するインド型粳（うるち）品種。耐倒伏性が極めて強く、草型は極穂重型である。乾物収量は「ホシアオバ」に優る多収である。生育量を確保するために、食用品種よりも増肥する必要があるが、極端な多肥栽培では倒伏する可能性もあるため、地力に合わせた施肥を行う。粗玄米重は「日本晴」より2割程増収し、2008年度における農家の最高実収量事例として1094kg/10a、平均実収量が781kg/10aの成績を示した。いもち病真性抵抗性遺伝子 *Pii*、*Pita*、*Pi20(t)* を持つと推定される。食用イネ品種と比較して、セジロウンカに対する抵抗性が弱いいため、注意が必要である。種子休眠が強く、秋の収穫から翌春の播種時までの保存期間中に休眠が打破されず発芽が劣る欠点がある。種子の水分含量を15%以下に調整後、50℃、乾燥条件で5～7日間の休眠打破処理より改善が図られる。わずかに脱粒する性質があり、刈り遅れると脱粒が顕著となる恐れがあるため適期刈り取りに努める。メイチュウの害を受けやすいので、適宜防除に努める。

ケ「モミロマン」：WCS・飼料用米兼用の中生品種

育成地（茨城県つくばみらい市）では出穂期は中生に属するが、登熟期間が長く成熟期では晩生に属する。稈長は「日本晴」並みで、穂数は少なく、草型は“極穂重型”である。耐倒伏性は極めて強く直播栽培にも適する。ただし、極端な多肥では倒伏することもあるので、施肥レベルには留意する。玄米収量も高いが、TDN 収量も 1.10t/10a と高く、「日本晴」より 8 % 高く、「タカナリ」よりも高い多収品種である。登熟期間が長いので、良好な生育を確保するための水管理と肥培管理が必要である。玄米の外観品質と米飯食味は著しく不良で、食用イネ品種と識別できる。「タカナリ」と同様の除草剤感受性を有するので、使用する除草剤には注意を要する。縞葉枯病には罹病性であるので、常発地での作付けは避ける。また白葉枯病に弱いので、常発地での作付けは避ける。いもち病真性抵抗性遺伝子 (*Pib*、*Pita*、*Pi20(t)*) を有すると推定されるが、いもち病菌の新レースの出現による発病の可能性があるので、いもち病の防除を励行する。

コ「たちあやか」：極短穂、茎葉収量多収の中生品種

籾の収量が従来品種より大幅に低く、茎葉が多収となる WCS 専用品種である。黄熟期における糖含量が高く、良好なサイレージ発酵が期待できる。育成地（広島県福山市）では、「日本晴」並の“中生”で、東北南部以南の広い範囲に適する。早期栽培では出穂期がやや早く、晩植栽培では遅くなる傾向がある。重心が低く、耐倒伏性は“極強”である。また、稈の挫折抵抗性も強い。穂発芽性は“中”、脱粒性は“難”である。縞葉枯病には罹病性であるため常発地での作付けは避ける。いもち病に対しては真性抵抗性を保有するため通常は発病しないが、変異菌の出現により発病する可能性があるため注意が必要である。

採種においては効率的な採種方法が開発されておらず、生産性が非常に低い。このため栽培面積・価格について事前に十分な検討が必要である。

サ「クサホナミ」：強稈で、茎葉と子実の両方が多収の晩生品種

育成地（茨城県つくばみらい市）では晩生に属する品種で、稈長は「日本晴」より長く、穂が大きい“極穂重型”の品種である。TDN 収量は 1.10t/10a と高く、「はまさり」より 5% 高い。耐倒伏性は強く、高い収量を得るためには多肥栽培する必要があるが、極端な多肥栽培では倒伏する場合もあるため、極端な多肥は避け、中干し等により倒伏防止に努める必要がある。登熟期間が長いので、良好な生育を確保するための水管理と肥培管理が必要である。いもち病に対しては真性抵抗性 *Pia*、*Pii*、*Pik* および不明因子を持つため侵害菌が存在しない地域では通常は感染しないが、いもち病菌の新レースの出現による発病に注意する必要がある。縞葉枯病には“抵抗性”であるがその程度は弱いので、保毒虫率の高い常発地では薬剤防除が必要である。

シ「クサノホシ」：茎葉と子実の両方が多収の晩生品種

子実と茎葉の両方が多収で飼料用米や米粉用にも適する兼用品種である。育成地では「アケボノ」並の晩生で、関東以西に適する。耐倒伏性は比較的強いが稈長が長く、極端な多肥や密植、刈り遅れの条件では挫折型倒伏をすることがあるため注意が必要であ

る。穂発芽性は“難”、脱粒性は“難”。縞葉枯病に抵抗性を持つ。いもち病に対しては真性抵抗性 *Pita-2*、*Pib* および *Pi20(t)* を持つため侵害菌が存在しない地域では通常は感染しないが、圃場抵抗性は弱いのでいもち病菌の新レースの出現による発病に注意する必要がある。

ス「リーフスター」：強稈で茎葉型の晩生品種

育成地における早植え栽培での出穂期は、「クサホナミ」より遅く、「はまさり」並の極晩生である。黄熟期は「はまさり」より5日、成熟期は8日遅い。稈長は1mを超える極長稈で、穂長は「はまさり」より長い。穂数は少なく、着粒密度は“中”で、飼料用としての草型は茎葉の割合が大きいためにより全重が多収となる“茎葉型”である。葉身ならびに籾には毛茸がなく無毛性で、食用イネ品種と識別性がある。子実の収量性は「はまさり」より劣るが、地上部全重は「はまさり」、「クサホナミ」より多収である。地上部の可消化養分総量（TDN）収量は「はまさり」、「クサホナミ」より高い。未消化籾の排泄量は「クサホナミ」の半分以下である。玄米の外観品質は「はまさり」並である。いもち病真性抵抗性遺伝子は *Pia* を保有すると推定される。長稈で地上部が重い籾重が小さく、また稈が粗剛で太く極強稈であるため、耐倒伏性は“強”である。湛水直播栽培では発芽苗立性は良いが、転び型倒伏が生じる場合がある。縞葉枯病に罹病性のため常発地での作付けは避ける。

セ「はまさり」：茎葉型の晩生品種

出穂期は「日本晴」より20日程度遅い極晩生である。稈長は高いが耐倒伏性は強い。縞葉枯病には抵抗性であり、麦後での栽培されることが多い。玄米の収量が少ないが、茎葉が多収な茎葉型品種である。葉身ならびに籾には毛茸がなく無毛性で、食用イネ品種と識別性がある。

ソ「たちすずか」：極短穂、茎葉収量多収の極晩生品種

籾の収量が従来の品種より大幅に低く、茎葉が多収となる WCS 専用品種。炭水化物を消化されやすい茎葉中に蓄積するためホールクロップでの可消化養分総量（TDN）が高く、広島県立総合技術研究所畜産技術センターによる給与試験では泌乳中期牛において乳量を向上させる傾向が確認された。また、中性デタージェント繊維の消化性も高い。また、発酵の際に乳酸菌のエネルギー源となる糖の含量が飛躍的に向上している。育成地では「アケボノ」よりやや晩生の極晩生で、関東以西に適する。また、移植時期を5月中旬から7月上旬の間で変えても8月末から9月上旬頃に出穂する。重心が低いいため耐倒伏性は「極強」である。また黄熟期を二ヶ月以上過ぎても高い耐倒伏性を維持するため刈り遅れに強い。穂発芽性は“難”、脱粒性は“難”。縞葉枯病には罹病性のため常発地での作付けは避ける。いもち病に対しては真性抵抗性遺伝子 *Pita-2*、*Pib* および *Pi20(t)* を持つため侵害菌が存在しない地域では通常は感染しないが、圃場抵抗性は弱いのでいもち病菌の新レースの出現による発病に注意する必要がある。

「たちすずか」は極短穂品種であるが、穂の大きさは栽培方法により大きく変動するため、栽培目的（飼料用、種子生産用）に合わせた選択が可能である。飼料用として栽

培する場合は、窒素施肥量を地域の食用米栽培暦の 1.5～2.0 倍とすること、早植えを行い生育期間を長くとること、出穂 30～60 日前の施肥を行うことで、籾収量を減らし、茎葉収量を上げることができる。

一方で、種子生産を行う場合は、6 月下旬の晩植栽培を行うこと、窒素施肥は幼穂形成期（出穂 24 日前）まで施用せず、これ以降に重点的に施用すること、疎植栽培を行うことで種子生産量を増やすことができる。

④ 九州地域向け品種：「まきみずほ」「モグモグあおば」「ミナミュタカ」「ルリアオバ」「タチアオバ」

ア 「まきみずほ」：幅広い作期に適する早生の WCS 用品種

「まきみずほ」は多作期で栽培可能な早生の WCS 用品種である。九州の麦跡作に相当する普通期栽培における「まきみずほ」の出穂期は、「ホシアオバ」と同じ”早生の晩”に属する。黄熟期は 9 月下旬であり、食用イネ品種「ヒノヒカリ」より早くサイレージが収穫できる。耐倒伏性は「ホシアオバ」並の”やや強”である。早植、普通期、晩植栽培のどの作型でも地上部乾物全重が「日本晴」より 20～30% 上回り、多作期で栽培可能である。「日本晴」と比較して、とくに作期が晩化したときの減収が少なく収量を確保しやすいため、二毛作体系で利用可能と考えられる。TDN 含量は「日本晴」「ホシアオバ」とほぼ同等で、早植栽培においては約 1 t/10a の TDN 収量が得られる。いもち病については、真性抵抗性遺伝子を複数もつと推定されるため、通常は発病しないが、発病を認めた場合には適切に防除する。縞葉枯病には抵抗性で、白葉枯病抵抗性は“やや弱”である。トビイロウンカ、コブノメイガ、ニカメイチュウには弱いため防除が必要である。子実が極大粒で食用イネ品種との識別が可能である。

イ 「モグモグあおば」：強稈で WCS と飼料米の両方に使える

「モグモグあおば」は強稈で地上部乾物全重と子実重がともに多収の WCS・飼料用米兼用品種である。出穂期が WCS 用品種「ニシアオバ」とほぼ同じ“中生の晩”に属する。稈は太く、稈質は“剛”で耐倒伏性は「ニシアオバ」より明らかに強い“強”である。地上部乾物全重は「ニシアオバ」と比較して、早植栽培では 16%、普通期栽培では 18% 多収である。TDN 含量は「ニシアオバ」と同等で、早植多肥栽培では 1.1 t/10a の TDN 収量が得られる。また、普通期栽培における粗玄米収量は 724kg/10a と多収であり、飼料用米としての利用も可能と考えられる。いもち病には複数の真性抵抗性遺伝子を持つと推定され、通常防除は不要であるが、いもち病菌の新レースの出現による罹病化には注意が必要である。縞葉枯病には“抵抗性”であるので、ヒメトビウンカの防除は不要である。トビイロウンカ、コブノメイガ、ニカメイチュウには弱いため防除が必要である。子実は極大粒で食用イネ品種との識別が可能である。耐倒伏性に特に優れることから肥沃な平坦部での栽培に適する。

ウ 「ミナミュタカ」：耐倒伏性に優れた茎葉型品種

宮崎県総合農業試験場で「モーれつ」の γ 線照射による突然変異育種で育成された。

出穂は、「ユメヒカリ」より2日早い晩生種である。稈長は100cmを超える長稈品種であるが、稈質が剛であり、耐倒伏性は“極強”である。玄米収量は低いが茎葉重が大きい茎葉多収型品種である。玄米の形状は細長く、玄米にはバスマティ米の特有の香りがある。トビイロウンカ、コブノメイガ、ニカメイチュウには弱いため防除が必要である。

エ「ルリアオバ」：2回刈り栽培により多収が得られる茎葉型WCS用品種

「ルリアオバ」は再生稲を利用した2回刈り栽培で多収が得られるWCS用品種である。「ルリアオバ」は台湾の陸稲もち品種「Taporuri」に γ 線を照射した後代から難脱粒性の個体を選抜し育成された。出穂期は1番草で「タチアオバ」より7日早く、2番草で9日遅く、いずれも「Taporuri」並である。耐倒伏性は「Taporuri」並の弱であり、1回刈りでは乳熟期以降に倒伏リスクが高くなる。穂揃期に1番草を収穫した刈株からの再生は「Taporuri」並に旺盛であり、1番草、2番草を合わせた総収量は2.28t/10aに達し、「Taporuri」並で「タチアオバ」を10%以上優る。「ルリアオバ」の栽培適地は、気温が高く生育期間の長い九州南部である。いもち病には複数の真性抵抗性遺伝子を持つと推定され、通常防除は不要であるが、いもち病菌の新レースの出現による罹病化には注意が必要である。縞葉枯病には“抵抗性”であるので、ヒメトビウンカの防除は不要である。トビイロウンカ、コブノメイガ、ニカメイチュウには弱いため防除が必要である。ベンゾビスクロン、テフリルトリオン、メソトリオンを含む除草剤に対して薬害を示すため、使用する除草剤には注意を要する。

オ「タチアオバ」：強稈・多収の晩生品種

「タチアオバ」は強稈で地上部乾物全重が多収のWCS用品種である。出穂期は「ミナミヒカリ」よりやや遅い“晩生の晩”に属する。「タチアオバ」の根は「ミナミヒカリ」と比較して明らかに太く、強稈で耐倒伏性は“極強”である。地上部乾物全重は早植栽培で2t/10aを上回る多収である。TDN含量は「ミナミヒカリ」と同等で、早植多肥栽培では1.27t/10aのTDN収量が得られる。耐倒伏性に特に優れることから肥沃な平坦部での栽培に適する。いもち病真性抵抗性遺伝子は*Pia*、*Pii*を保有すると推定される。葉いもち圃場抵抗性は“中”、穂いもち圃場抵抗性は“やや強”である。縞葉枯病には“抵抗性”、白葉枯病抵抗性は“やや弱”である。トビイロウンカ、コブノメイガ、ニカメイチュウには弱いため防除が必要である。

(4) 品種選択上のその他の留意点

① 水稻用除草剤感受性品種の栽培においては、p53の④水稻用除草剤に対して高い感受性を示すWCS用及び飼料用米品種の項目を参考にすること。

② WCS用イネ品種にはいもち病に対する真性抵抗性(*Pita-2*、*Pita*、*Pib*、*Pik*、*Pikm*は日本の優先菌に対して真性抵抗性になる場合が多く、*Pia*、*Pii*は通常は優先菌により真性抵抗性を発揮しない)を持つものが多く、圃場抵抗性が不明の場合が多い。真性抵抗性を持つ品種は、通常は発病が見られないが、いもち病菌のレースの変化によって抵抗性が大きく変化し、数年間のうちに、いもち病が発病するようになることがある。圃場で病斑を見

た場合や罹病化の情報があれば防除を徹底する。

③ 脱粒性は“難”の品種が収穫時の脱粒による収穫ロスが少なく優れている。脱粒性が“やや難”の品種については、種子のこぼれ粃を増やさないため、刈り遅れないように注意する。また、穂発芽性は“易”の品種が、こぼれた粃が当年中に圃場で発芽し、翌年の漏生苗になりにくい。次年度の食用イネ品種の栽培は移植栽培で行いこぼれ種子からの漏生苗を除草剤で枯らす。圃場で漏生株が見られた場合は鎌で刈り取り除去する。

④ 耐冷性について、北海道向け品種の「きたあおば」「たちじょうぶ」の“やや強”も北海道の食用イネ品種に比べれば冷害に弱い。東北地域向け品種については、「みなゆたか」は耐冷性が“極強”であるが、その他の品種は耐冷性が“中”～“弱”であるため、冷害の常発地域での栽培には注意する必要がある。関東以西向け品種では、「夢あおば」「べこあおば」「クサユタカ」の耐冷性は弱く、それ以外の品種の耐冷性は不明であり、冷害の常発地域に WCS 用イネ品種を導入する場合には注意が必要である。

⑤ これまでに育成された WCS 用イネ品種はトビイロウンカには感受性のため、発生動向に気を配る必要がある。また、イネツトムシやニカメイチュウ、コブノメイガ、フタオビコヤガなどの鱗翅目害虫の食害を受けることもあるので、十分な防除を行う必要がある。

⑥ 玄米の形、千粒重、毛茸の有無は立毛状態や粃、玄米での品種の識別に有用である。

⑦ WCS 用イネでも食用イネ品種でもイネの交雑率は通常 1 %以下と低く、それぞれが隣り合った圃場に栽培されていても通常は問題ない。しかし、食用イネの採種圃場や食用の糯（もち）品種の栽培圃場付近では、出穂期の近い WCS 用イネの作付けは避ける。WCS 用イネ品種も食用イネ品種同様に毎年種子を購入して更新し、種子の取り扱いに注意を払うことが、生産物の純度を保つ上では重要である。

（５）種子の入手先・問い合わせ先

現在、多収品種の栽培用種子については、一部の県において供給を行っているほか、（一社）日本草地畜産種子協会においても、全国へ栽培用種子を供給している（平成27年用配布品種：「べこごのみ」、「べこあおば」、「夢あおば」、「ホシアオバ」、「クサホナミ」、「クサノホシ」、「たちすがた」、「リーフスター」、「モミロマン」、「たちすずか」、「モグモグあおば」、「タチアオバ」、「ミズホチカラ」、「ミナミユタカ」）。

これらの種子の入手にあたっては、各都道府県の畜産・農産担当課を通じて行う。

上記により入手ができない場合については、それぞれの品種の育成地に問い合わせる。

「きたあおば」「たちじょうぶ」：（独）農研機構 北海道農業研究センター

〒062-8555 北海道札幌市豊平区羊ヶ岡1 TEL 011-857-9311

「うしゆたか」：（地独）青森県産業技術センター 農林総合研究所

〒036-0522 青森県黒石市田中 82-9 TEL:0172-52-4346

「みなゆたか」：（地独）青森県産業技術センター 農林総合研究所 藤坂稲作部

〒034-0041 青森県十和田市大字相坂字相坂 183 TEL 0176-23-2165
「べこごのみ」「べこげんき」「べこあおば」:(独)農研機構 東北農業研究センター

〒014-0102 秋田県大仙市四ツ屋字下古道3 TEL 0187-66-2773
「なつあおば」「夢あおば」「ゆめさかり」「北陸 193 号」:(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 管理チーム長

〒943-0193 新潟県上越市稲田1-2-1 TEL 025-526-4203
「たちはやて」「たちすがた」「もちだわら」「モミロマン」「クサホナミ」「リーフスター」:
(独)農研機構 作物研究所 企画チーム

〒305-8518 茨城県つくば市観音台 2-1-18 TEL 029-838-8880
「ホシアオバ」「たちあやか」「クサノホシ」「たちすずか」:
(独)農研機構 近畿中国四国農業研究センター 企画管理部

〒721-8514 広島県福山市西深津町 6-12-1 TEL 084-923-5252
「まきみずほ」「モグモグあおば」「ルリアオバ」「タチアオバ」:
(独)農研機構 九州沖縄農業研究センター

〒833-0041 福岡県筑後市和泉 496 TEL 0942-52-0647
「ミナミュタカ」:宮崎県総合農業試験場作物部 〒880-0212 宮崎県宮崎郡佐土原町下那珂
5851 TEL 0985-73-2126

2. 低コスト栽培

WCS用イネの収穫は最適期である黄熟期を中心として作業等の都合に応じ乳熟期～完熟期までの比較的幅広い期間に行うことができるので作期の選択・組み合わせが食用イネより柔軟である。栽培の基本は食用水稲と同じだが、栽培の目標はTDN多収と飼料栄養価やサイレージ品質を高めることにある。省力・低コスト化のために、多肥栽培や耕畜連携による堆肥の活用、直播栽培などを積極的に導入し多収とコスト削減に努める。

WCS用イネの生産には堆肥の積極的活用が有効であり、連年施用により多収を確保しつつ窒素肥料を節減できる。病虫害や雑草の防除は使用可能な薬剤が限られているので、農薬だけによらない環境保全的な病虫害管理、耕種的な防除法を組み合わせた効果的な防除を行う。雑草がWCS用イネに混入した場合の飼料品質が低下するのでその防止対策及び、漏生苗対策を行う。

(1) 栽培管理

① 作期・作型の設定

WCS 用イネは、米品質を考慮する必要が無いので比較的柔軟な作期・作型設定が可能であるが、下記の点に留意する。

ア 収穫時期が黄熟期に早まることと品種の熟期を勘案した上で、食用水稲や他作目と作業競合が生じないようにする。直播は移植より生育が遅れる点も考慮する(図2-3)。

イ 栽培可能期間が長い暖地・温暖地では水利が保証される限り柔軟に設定しやすいが、寒地・寒冷地、高標高地など冷涼な地域では設定の自由度が比較的小さいので注意する。

ウ 収穫期を多雨時期に設定すると作業性が悪くなり、雨濡れや泥混入によりサイレージ品質も低下するのでできるだけ避ける。

エ 食用水稲と水管理が異なることや収穫作業の効率化を踏まえ、作付圃場はできる限り団地化を図る。団地化によって病虫害防除回数を削減しても周辺圃場への影響は小さくなる。

オ 落下種子の食用イネへの再生混入が心配される場合、雑草管理の項に記した対策を行う。

② 各栽培方式共通の留意点

栽培法の基本は、移植・直播栽培とも地域の食用水稲に準じるが、WCS 用イネは多くの面で食用水稲と異なる場合がある。とくに近年育成の飼料イネ専用品種を用いる場合、従来の食用品種と品種特性がかなり違うので注意する。

ア 栽培期間が短い寒地・寒冷地や高標高地では出穂が遅れ過ぎないように移植や直播播種はできるだけ早い時期に行う。

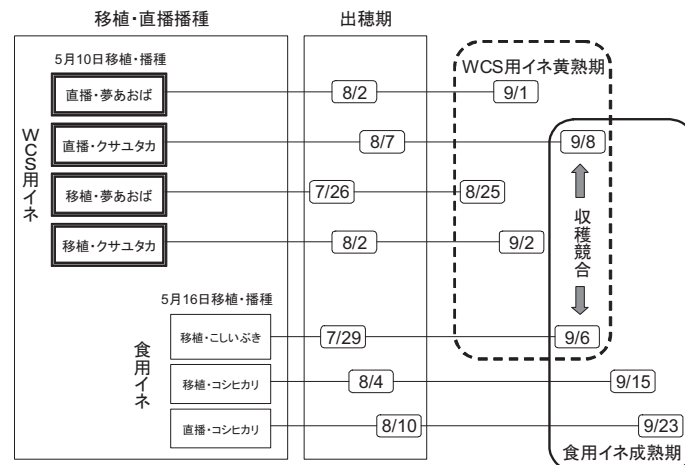


図 2－3 新潟県におけるWCS用イネと食用水稻の昨期例（中央農研・栽培生理研）

イ WCS 用イネ専用品種は、食用イネと玄米が識別できるように大粒～極大粒としてある場合が多い（表 2－4）。このような品種を利用する場合は必ず千粒重を確認し、移植栽培では苗数不足とならないよう苗箱当たり播種量の割り増しを行い、直播栽培でも播種量を増やす必要がある。

表 2－4 主な飼料イネ専用品種の玄米千粒重

品 種 名	玄米千粒重(g)	一般食用品種 に対する倍率
ク サ ユ タ カ	35.0	1.5 ～ 1.8
べ こ あ お ば	30.6	1.5 ～ 1.3
ホ シ ア オ バ	29.4	1.3 ～ 1.5
ニ シ ア オ バ	29.3	1.3 ～ 1.5
夢 あ お ば	26.5	1.2 ～ 1.3
ク サ ノ ホ シ	24.3	1.1 ～ 1.2
な つ あ お ば	23.9	1.0 ～ 1.2
ク サ ホ ナ ミ	21.7	0.9 ～ 1.1
リーフスター	20.3	0.9 ～ 1.0
は ま さ り	18.5	0.8 ～ 0.9
一般食用品種	20～23	—

ウ WCS 用イネ専用品種には 2 次休眠性を誘導しやすい品種があり、低温浸漬や長期浸漬に注意が必要である（p26 の④移植栽培に詳細を記載）。

エ 茎葉を含む全乾物多収を目標とする WCS 用イネでは、倒伏を生じない限り増肥による多肥栽培を行う。各生育時期の葉色は品種によって異なるが、地域の食用品種の葉色標準値よりも高い水準に保つ必要がある。表 2－5 に示したように、WCS 用イネ専用品種は食用品種に比べ多肥栽培で全乾物収量が増加しやすい特性を持つ。なお、多肥条件下ではいもち病等に対する抵抗性が下がるので、このような病害の常発地帯では多肥栽培を避ける。WCS 用イネは耕畜連携で生産されることが多いが、家畜ふん尿を堆肥や液肥として活用することが資源循環と水田地力の維持・増強の点から望ましい。

表2-5 窒素施用量と飼料イネ品種の乾物収量(kg/10a)

窒素施用量(kg/10a)	品種		
	夢あおば	クサユタカ	コシヒカリ(参考)
5kg (基肥+穂肥)	1450 (100)	1499 (100)	1396 (100)
7kg (基肥+中間追肥+穂肥)	1711 (118)	1799 (120)	1466 (105)倒伏
9kg (基肥+中間追肥+穂肥)	1827 (126)	1934 (129)	1550 (111)倒伏

注 かつこ内は各品種とも窒素5kg施用時の収量を100とした値。中央農研栽培生理研。

オ 育苗にかかる資材・施設・労力等コストが節減される疎植栽培は、WCS 用イネでも暖地を中心に有力な技術であるが、生育量の確保が不安定な寒地や高標高地での実施は避ける。

カ 収穫を効率的に行うには作業時の地耐力を高く保つ必要があり、中干しの徹底や早期落水などを行う。落水時期は圃場の透水性や天候条件により千差万別なので一律にいえませんが、食用よりも早い出穂後 10 日頃でも、その後過乾燥にならない限り収量への影響は小さい。圃場乾燥は、実はイネ自身による水の吸い上げ蒸散の寄与が大きく、直播栽培で苗立ち不良のため稲株がまばらになると乾燥が進まない。苗立ち不良箇所が目立つようであれば早期に追い播きを行う。また、不耕起・乾田直播、および無代かき移植・湛直栽培は、収穫時の地耐力確保に有効である。

キ 「リーフスター」や「たちすずか」の品種は、穂に蓄積しきれない光合成産物をデンプンや糖の形態で茎や葉鞘に蓄積する特性を持つ。このような品種は糖分が発酵時に有利に働くことから高品質なサイレージを得やすく、また、茎葉蓄積デンプンは粳デンプンよりも消化・利用されやすいなどの利点がある。種子価格がやや高いことが難点であるが、高品質サイレージ生産のためにこれらの品種を利用することができる。「夢あおば」や「ホシアオバ」も上記 2 品種ほどではないが同じような性質を持つ。

③ 直播栽培

省力・低コスト性が高い直播栽培は WCS 用イネ栽培に適している。直播栽培は播種前に湛水する湛水直播と湛水しない乾田直播に大別されるが、基本技術は食用水稻に準ずるので、各地域別に整備されている直播栽培技術マニュアルや県等で定めた栽培基準を参考にしつつ（参考文献等 1）、表 2-6 の特徴等をふまえて方式を選定し実施する。移植栽培とはかなり異なる技術が必要となるので、導入・実施に当たっては上記マニュアル等を参考にするほか、JA や農業改良普及センター、農業試験場に指導協力を依頼することが望ましい。要点について以下に示すが、①条件に合った播種方式の選定、②出芽・苗立ちと初期生育の安定確保、③雑草防除の 3 点が成功のための大きなポイントである。

現在、湛水直播では、鳥害に強く表面播種で苗立ち安定性の高い鉄コーティング湛水直播の普及が進んでいる。乾田直播では、播種前後に鎮圧行程を導入することにより苗立ち率の向上と漏水防止効果が得られ、安定性が高くなっている。作付規模が大きい経営では、

乾田直播、湛水直播の両方を取り入れ、春の気象条件に合わせて対応している事例がある。

表 2－6 播種様式別の特徴

項目	湛水直播	乾田直播
気象条件	播種時期の天候に左右されず、降雨の多い地域でも導入が可能である。	播種時期に降雨が多いと、播種作業ができず、苗立率も低下しやすい。 【適地の条件】 播種時期の旬別降雨量が30mm以下（砂壤土で排水性が良い場合でも30mm～60mm程度）
土壌	土壌条件による影響は少ないが、播種機により播種作業を行う場合には、湛水状態での十分な地耐力が必要である。	排水が良好であるとともに、播種後乾燥しても硬くならない、または亀裂の多くできる土質条件が必要である。砂質などの漏水圃場は不適である。
漏水・地力	漏水や養分の流亡は少ない。	代かきを行わないため、漏水や養分の流亡が多い。このため、湛水後、漏水が少ないこと（日減水深30mm以下）が必要である。漏水対策として播種前後の鎮圧が有効である。
水利	播種前には場に用水の供給ができ、かつ湛水が可能であることが必要である。	春先に用水が不足する地域でも導入が可能である。ただし、乾田期間中に周辺の水田も乾田状態にあるとともに、播種後の入水時に十分な用水の供給が可能であることが必要である。
省力性	代かきが必要であり、乾田直播と比べて省力性は劣る。なお、水持ちのよい圃場条件であれば、無代かき湛直の導入が可能である。	代かきが不要で湛水直播よりも省力性が高く、大規模圃場にも適する。耕起を省略した不耕起乾田直播ではさらに省力性が高い。
耐倒伏性	表面播種では転び型倒伏を生じやすく、耐倒伏性品種の選択や点播機の導入が望ましい。	湛水直播と比べて播種深度が深く、比較的耐倒伏性が高い。
雑草害	苗立ちが良好であれば、雑草防除は乾田直播に比較して対処しやすい。	乾田状態の期間が長いため、雑草害を受けやすい。湛水直播と比べて除草剤の使用回数は多くなる。
鳥害	ほ場の均平度、播種深度にもよるが、鳥害を受けやすい。また、暖地ではスクミリンゴガイによる被害を受けやすい。	湛水直播と比べて播種深度が深く、鳥害を受けにくい。
主な播種方式	・カルバーコーティング湛水直播：土中播種で苗立ち安定性に優れる。 ・鉄コーティング湛水直播：表面播種で鳥害軽減や浮き苗防止に効果がある。専用点播機が普及し、無人ヘリを用いた大区画圃場散播にも適する。	・不耕起V溝乾田直播：冬期代かき圃場で専用播種機を用いた播種し、漏水防止など安定性に優れる。 ・ロータリーシーダー乾田直播：耕起・砕土同時播種により省力性に優れる。 ・プラウ耕・グレーンドリル乾田直播：汎用播種機を利用する大規模圃場向けの高速作業体系である。

（参考文献等 1）

○直播栽培技術全般について

- 1) 「水稻直播栽培の現状について」（農林水産省 HP、直播栽培普及状況、技術の現状と内容紹介、都道府県でのマニュアル整備状況（HP アドレス付き）などについて紹介されており、全体像を理解するため最適）http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/zikamaki/z_genzyo/index.html
- 2) 「水稻直播研究会」（農水省 HP 内に掲載、湛水直播の基本技術についてのマニュアルが掲載されている）http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/zikamaki/z_kenkyu_kai/index.html
- 3) 「鳥種別の生態と防除の概要」（中央農研 HP、カモ類やスズメなど種類別の防除情報あり）
http://narc.naro.affrc.go.jp/kouchi/chougai/wildlife/howto_j.htm#birds

○主な飼料用イネ向け等直播栽培技術マニュアルおよび技術情報等のダウンロード・サイト

- 1) 「北の国の直播」（北海道農研）、
http://cryo.naro.affrc.go.jp/chokuhan/04chokuhan/index_04.htm
- 2) 「寒冷地における飼料イネ栽培マニュアルー東北地域における低コスト飼料イネ生産マニュアル」（東北農研、2011）、<http://tohoku.naro.affrc.go.jp/periodical/pamphlet/list.html>
- 3) 「乾田直播栽培マニュアループラウ耕・グレーンドリル播種体系」（東北農研、2010）、上記と同サイト。
- 4) 「稲発酵粗飼料・大麦生産利用技術マニュアル 1～10」（中央農研・北陸研究センター、2008）

※栽培～機械作業、乳牛への給与、経営までの10巻構成

<http://narc.naro.affrc.go.jp/inada/wcs/manual/manual.htm>

5) 「不耕起V溝直播栽培の手引き」(愛知県農業総合試験場)

<http://www.pref.aichi.jp/nososi/seika/singijutu/singijiyutu74-4-7.pdf>

6) 「鉄コーティング湛水直播マニュアル 2010」(近畿中四国農研、2010)、

http://wenarc.naro.affrc.go.jp/tech-i/iron_coating_seed/iron_coating_seed.pdf

7) 「飼料用イネ生産技術マニュアル」(近畿中四国農研、2007)

※湛水直播、乾田直播、乾田不耕起直播など複数

http://wenarc.naro.affrc.go.jp/tech-i/tech_index.html

8) 「ショットガン直播栽培技術のポイント」(九州沖縄農研、2008)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/topics/shotgun/manual/H20_manual.pdf

④ 移植栽培

直播栽培の導入が困難な場合には移植栽培を行うが、低コスト化を図るため、育苗期間が短く本田10a当たり必要箱苗数の少ない乳苗(参考文献等2)、同じく本田10a当たり必要箱苗数の少ない疎植栽培、育苗から移植まで一貫して省力化が可能なロングマット水耕育苗等の技術から、地域と営農条件に適合するものをJAや農業改良普及センターの指導を受けつつ導入する。特に育苗については、下記のように専用品種の特性を考慮して管理を行う必要がある。

ア 大粒～極大粒のWCS用イネ専用品種については、必ず千粒重を確認し、苗数不足とならないよう苗箱当たり播種量の割り増しを行う。

イ 北陸193号のように種子休眠性の高い品種は発芽が劣る場合がある。種子水分含量を15%以下に調整後、50℃、乾燥条件で5～7日の休眠打破処理を行う。

ウ 十分に休眠打破された種籾であっても、種子浸漬の水温が低かったり浸漬期間が長すぎたりした場合には、一度打破されたはずの休眠性が再び戻ってしまうことがある。これを2次休眠性と呼ぶが、その程度は品種や採種時の登熟温条件により異なる。従来の研究から、インド型品種には2次休眠性を誘導しやすいものが比較的多いこと、「コシヒカリ」や「あきたこまち」等の日本型品種でも10℃以下の低温浸漬条件、長期浸漬条件では2次休眠が生じやすいこと、全般に高温登熟年の種籾は2次休眠しやすいことなどが明らかにされている。このため、種籾の発芽揃いを良くしようとして浸漬期間を長くとりなどした場合に2次休眠を誘導させ、かえって発芽率・発芽揃いを悪くし逆効果となることがある。WCS用イネの品種ごとの最適浸漬条件についてはまだ明らかにされていないが、浸漬水温は10～15℃の範囲内とし、浸漬日数も4～6日程度と食用水稻よりもやや短めとした方が良い(積算温度で60～80℃)。

移植栽培は、直播栽培に比べて①本田生育期間が短く二毛作など作付体系への導入や、晩生品種の利用が容易、②倒伏の危険性が小さく多肥栽培が容易、③気象による収量変動が小さい、③雑草防除が容易などの利点がある。WCS用イネ栽培を実施するに際し、直播栽培の実践経験が全くない場合は、技術習熟までの期間、直播と移植を組み合わせる作付全体の危険分散を図る。作付規模が大きい場合、直播と移植の組み合わせでWCS用イネ内

部での作期分散を行うことも可能である。

(参考文献等 2)

○乳苗栽培マニュアルのダウンロード・サイト

1) 「常時被覆無灌水の簡易乳苗育苗(ベタ掛け乳苗)」(宮城県、2009)

<http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/hk-nousi/einougijyutsu.html>

⑤ 二毛作体系における飼料稲栽培

麦類との二毛作体系における飼料イネ栽培では一般に移植時期が遅くなることから以下のような注意が必要である。

ア 生育期間を少しでも確保するため、麦収穫後は速やかに飼料イネ栽培を行う。

イ 麦わらすき込みでは、代掻きを浅水条件で行い、すき込み精度を高める。なお、排水不良田では、異常還元により稲に障害を生じるので、麦わらは搬出する。

ウ 黄化苗や老化苗は、活着や初期生育が劣ることから生育期間の短い麦あと栽培では収量が低下しやすい。このため、播種時期の設定など麦類の生育に応じた育苗を実施する。

エ 麦あとの晩植では生育量が小さくなりやすいので通常は疎植栽培は適さない。1株本数は増やさず、栽植密度をやや高めると良い。

オ 極晩生品種の晩植は、収穫の遅れから麦の播種作業に影響を及ぼすので、避ける。

カ 直播きは、省力的であるが、麦あと栽培では収量が劣る。

二毛作体系による粗飼料生産では、水田の有効活用と年間最大収量を確保することを目的に「ダイレクト収穫体系による飼料用稲麦二毛作技術マニュアル」が作成されている(参考文献等 3)。二毛作に適した地域別の水稻・麦品種と作期の設定、麦立毛間飼料用イネV溝直播などの低コスト粗飼料生産技術を参照されたい。北関東以南では稲麦二毛作で年間の全刈り収量で約 1.8~2 t/10a の乾物収量を得ることが可能である。

(参考文献等 3)

○飼料用稲麦二毛作栽培マニュアルのダウンロード・サイト

1) 「ダイレクト収穫体系による飼料用稲麦二毛作技術マニュアル<2013 年度版>」(畜産草地研究所、2013)

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/048822.html

⑥ 暖地での 2 回刈り栽培

九州などの暖地では 2 回刈りも可能であり、九州中南部向けの栽培マニュアルが作成されており、最近では南九州向けの 2 回刈り栽培専用品種「ルリアオバ」が育成されその栽培マニュアルも整備された(参考文献等 4)。2 回刈りは倒伏の回避、不作時の危険分散、異なる栄養価の飼料生産、作業競合の緩和等の利点があり、品種・気象・栽培条件によっては 1 回刈りより多収となる。2 回刈り専用品種「ルリアオバ」の場合、基肥を多量に施

用した水田において、移植栽培では4月中旬、直播栽培では4月上旬に播種する。7月上旬にウンカ類の増殖に合わせて殺虫剤を散布したのち、1回目イネの収穫に備えて落水し、7月下旬の穂揃期に1回目イネを収穫する。収穫後発生した「ひこばえ」に窒素追肥して入水し、10月上旬に2回目イネの収穫に備えて落水し10月下旬の黄熟期に2回目イネを収穫する。これにより、実証試験では2回刈り合計で1.9t/10aの極めて高い全刈り(2.5t/10aの坪刈り)乾物収量を得ている。

2回刈りが可能な条件として、4月からの利水が可能な暖地水田でかんがい水が潤沢であること、1番草収穫後に漏水が多くなる傾向があるので漏水の少ない圃場であること等があげられる。

(参考文献等4)

○2回刈り関連の栽培・品種利用マニュアルおよび技術情報等のダウンロード・サイト

- 1) 「飼料イネの栽培・給与技術マニュアル(九州中南部版)」(九州沖縄農研・熊本県・大分県・宮崎県・鹿児島県、2004)
- 2) 「稲発酵粗飼料品種「ルリアオバ」の2回刈栽培マニュアル」(九州沖縄農研、2011)
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/009576.html

⑦ 栽培ローテーションへのWCS用イネ導入メリット

WCS用イネ栽培の特徴を活かすことにより、以下のような水田作経営全体の発展が期待できる。寒地・寒冷地では食用水稲との組み合わせや転換畑作物とのブロックローテーションを中心とした水田輪作体系での活用、暖地や温暖地ではこれに加えて二毛作での活用が考えられる。

ア 食用水稲、飼料用米との施設・機械共用によるコスト低減(移植、直播栽培を組み合わせることで作期分散に努めることにより、さらなる低コスト化が期待できる。)

イ 田畑輪換の輪換田初年目、転換畑復元田初年目への導入(食用水稲の作付が難しい地力の高い圃場の復元田初年目に適する。肥料コスト削減効果も期待される。なお、食用水稲作付け時には漏生対策に努める必要がある。)

ウ クリーニングクロップ的活用による畑作物の連作障害回避(例:南九州地域でのタバコあと栽培。)

エ 転作圃場の地力低下防止(畜ふん堆肥の積極的な利用を併用していくことが望ましい。)

オ 食用品種の高温登熟品質被害回避のための作付体系(北陸地域では高温登熟による品質低下を回避するため食用イネの移植時期を遅らせており、この空いた早い時期にWCS用イネを移植することで作期分散を図ることができる。)

(2) 堆肥等活用

① 堆肥施用の基本

WCS用イネは、茎葉も含めて収穫が行われ、圃場への有機物の供給が不十分となるため、稲作農家と畜産農家との連携を図りつつ、堆肥等の有機物の施用に努める。地力の低い水

田では、10a 当たり 2 トン程度の堆肥施用が必要である。資源循環の観点から、稲発酵粗飼料を利用している畜産農家で生産された堆肥を施用することが望まれるが、輸送・散布作業の担当について、十分協議する必要がある。

堆肥からの窒素の発現は、施用当年には少なく、連用することによって次第に増大する。寒冷地の水田では、3 年間施用された牛ふん堆肥の窒素のうち、70%以上が土壌に残存し、次年度以降の窒素供給源になる。したがって、WCS 用イネの作付圃場を固定して、連年施用することが望ましい。やむを得ず WCS 用イネの後に食用イネを作付する場合は、耐倒伏性の高い食用イネ品種を選定するとともに、窒素施肥量を削減するか、無肥料で栽培し、倒伏や食味の低下を回避する必要がある。

なお、堆肥を施用しても、湛水状態で栽培する WCS 用イネについては、硝酸態窒素含量が、多窒素条件下で乾物当たり 2,000ppm を超えるイタリアンライグラスやスーダングラスなどのイネ科牧草と異なり、200ppm 以下と極めて低い（図 2－4）。また、黄熟期の収穫では子実部分の比率が高くなるので、カリウム含量も乾物当たり 2%を下回り（図 2－5）、畜産農家にとって安心して利用できる粗飼料である。なお、カリウム吸収能の高い品種について注意が必要である。

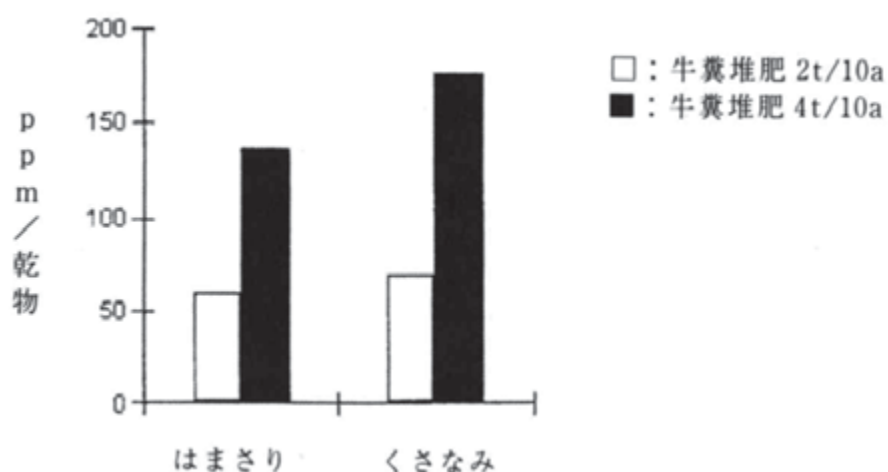


図 2－4 黄熟期収穫時における硝酸態窒素含有量（埼玉農総研 1999）

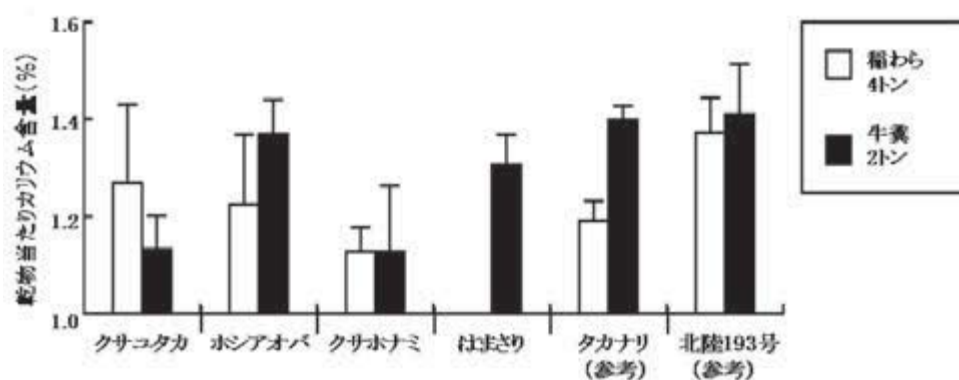


図 2－5 堆肥を施用して移植栽培した WCS 用イネの黄熟期収穫時におけるカリウム含有量（中央農研 2003）

注 1）稲わら施用は 2002 年、牛ふん施用は 2003 年、いずれも 5 月中旬移植

注 2）窒素施肥量は 2002 年が 10kg/10a、2003 年が 8.3kg/10a、カリ肥料は施用していない

② 施肥

WCS 用イネの生産においては、子実だけでなく茎葉も含めた収量の向上を図るため、堆肥施用が困難な場合には、食用水稻に比べて多肥とする必要がある。「クサホナミ」等の穂重型品種では、適切な時期の追肥（穂肥）により子実部分の収量が向上し、全体の収量も増加して稲作農家の粗収入は増加するが、労力競合にも留意する必要がある、基肥に重点をおいた施肥法が基本である。

堆肥を連用することにより、基肥として施用する緩効性窒素量を削減しても、黄熟期の乾物収量が維持できる（図 2-6）。

なお、WCS 用イネ専用品種は、食用イネ品種より耐倒伏性の強いものが多い。しかし、極端な多肥条件では、草丈が徒長したり、穂数が過剰となる場合もあり、倒伏が生じる危険性がある。倒伏により、収穫作業能率が低下するとともに、飼料品質の低下をきたす場合があるため、堆肥施用量も考慮して適切な窒素施肥量を決定するとともに、生育状況によっては、中干しなど水管理による生育制御技術を実施すべきである。

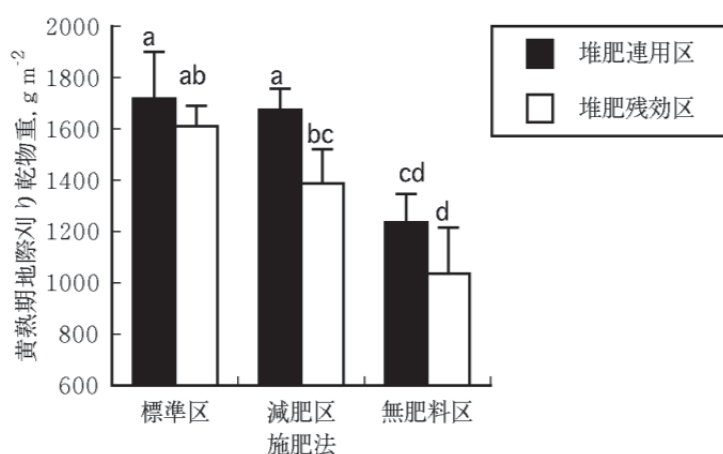


図 2-6 堆肥連用と施肥法の違いによる黄熟期の乾物収量（中央農研 2005）

供試品種：ホシアオバ、湛水直播栽培（5月中旬播種）、緩効性窒素肥料の施用量は標準区 8.3kg、減肥区 6.3kg/10a、堆肥連用区は牛ふん堆肥約 2t/10a を 3 年連用、残効区は 1 年施用したのち 2 年間無施用

③ 堆肥化による雑草対策

WCS 用イネ栽培では、耕畜連携による家畜ふん尿の利用技術として水田に牛ふん堆肥が施用される事例があり、水田における新たな帰化雑草の発生が懸念される。堆肥中の雑草種子は発酵温度が約 60℃以上になると死滅することが知られており、牛ふん堆肥を利用する場合は切り返しなどを行い、十分に発酵させ、新たな帰化雑草の発生を未然に防止する。

（参考文献等 5）

- 1) 西田瑞彦・加藤直人・住田弘一・関矢博幸(2005) 寒冷地水田に施用した重窒素標識有機物の窒素収収(第 2 報) 稲わら堆肥と家畜ふん堆肥の連用開始から 3 作の経過 日本土壤肥料学会講演要旨集 51
- 2) 春日政夫・山井英喜・青山達也・吉田宣夫(2002) 飼料イネの栽培・調製の省力化と飼料加工技術の確立 1. 堆肥活用ならびに効率的な予乾技術 埼玉県農林総合研究センター研究報告 第 2 号

3) 中央農業総合研究センター編(2003) 平成 15 年度 共通基盤研究成果情報

4) 石川哲也・草佳那子・三枝貴代・石田元彦・阿部薫(2005) 堆肥施用と窒素施肥法が飼料イネ品種「ホシアオバ」の湛水直播栽培における生育に及ぼす影響 日本作物学会関東支部会報 第 20 号

④ 暖地二毛作地帯における牛ふん堆肥の腐熟度と施用法

水稻を栽培する際、通常の圃場では牛ふん堆肥を 1 t/10a も施用すればリンやカリウムは十分足りるが、窒素については不足する場合が多い。このため、水稻栽培における牛ふん堆肥の利用では堆肥中窒素を効率よく効かせることが重要である。

水稻が利用する主な窒素形態はアンモニア態である。アンモニア態窒素は好氣的条件下で硝酸態窒素に変化し、水稻にとって吸収しにくくなる。牛ふん堆肥は窒素発現が遅く、水稻が利用できる窒素としてアンモニア態の寄与が高いため、アンモニア態窒素が多い牛ふん堆肥を利用することで、併用する窒素肥料を削減できる。硝酸態窒素が利用されにくいことは、硝酸態窒素を利用する畑作物の場合と大きく異なる点である。

一般に、堆肥の腐熟過程でアンモニア態窒素が生成するが、アンモニア態窒素は気化したり、二次発酵など好氣的な条件が長くなると硝酸態窒素に変化する。このため、生育障害や病害虫および雑草の蔓延を防ぐ点から高温となる一次発酵は必要であるものの、水稻に施用する場合、施用する堆肥の腐熟を過度に進めない方がよい。

また、土壌が乾きやすい二毛作地帯では、堆肥施用から代かきまでの期間が長いと、堆肥由来のアンモニア態窒素が硝酸態窒素に変化し、堆肥の窒素肥料効果が低くなる(図 2-7)。このため、堆肥の窒素肥料的効果を活用するにはできるだけ代かき直前に堆肥を

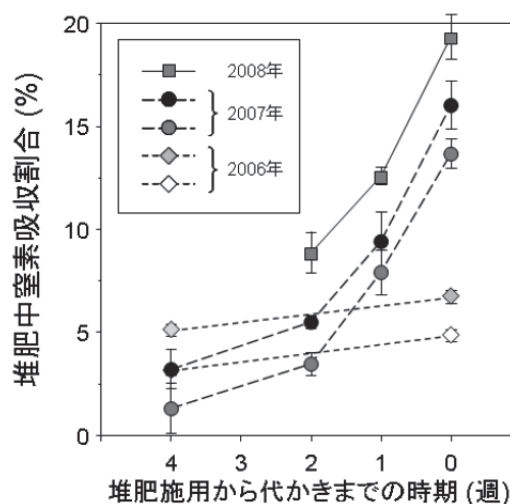


図 2-7 堆肥中の窒素のうち水稻に吸収された割合に対する施用時期の影響

同じ記号は同じ堆肥の結果を示す。

施用することが望ましい。一般に、栽培直前に堆肥を施用すると、堆肥の易分解性有機物による窒素飢餓等による生育障害やその後の急激な窒素発現による過繁茂によって、子実を収穫する食用水稻では収量や品質が低下する。しかし、水稻は畑作物に比べて生育障害が生じにくい上に、茎葉を含めた全体を収穫する WCS 用イネでは、急激な窒素発現による過繁茂がむしろ収量の増大につながるため、問題となりにくい。また、窒素肥料的効果が

高い条件で堆肥を施用すれば、堆肥の施用量を削減できるため、上記のような堆肥施用による問題自体が発生しにくくなる。

以上のことから、WCS 用イネに対しては一次発酵後の牛ふん堆肥をできるだけ代かき直前に施用することで、窒素肥料を削減できる。試験結果によれば、乾物換算 2 t/10a の堆肥を施用すると窒素肥料は不要となるが、この条件ではリンやカリウムが過剰施用となるため、周辺環境の富栄養化の回避のために、堆肥の施用量を減らし、その代わりに硫酸などの初期に効く窒素肥料を併用することが望ましい。

(参考文献等 6)

- 1) 「牛ふん堆肥の施用時期が飼料イネの窒素利用率に与える影響」 (2007 年度九州沖縄農業研究成果情報 (生産環境)、<http://www.naro.affrc.go.jp/top/seika/2007/14konarc/konarc07-45.html> から閲覧可能)
- 2) 原嘉隆(2010) 飼料用水稲大麦二毛作における窒素肥料としての牛糞堆肥の効率的利用農業および園芸 85、723-735

⑤ 牛の尿液肥の基肥、追肥への利用

WCS 用イネ栽培では、畜産農家やふん尿処理施設から排出される牛尿や牛ふん尿分離液などを「尿液肥」として利用することで肥料コストが節減できる。尿液肥は、曝気処理により臭気と粘性を低減すると、水口施肥などに利用しやすくなる。尿液肥の成分は、窒素やカリウム濃度が高く、リン酸は低い特徴がある。また窒素成分中におけるアンモニア態窒素の割合が高く (表 2-7)、化成肥料と同様に速効性の窒素補給が期待できる。

表 2-7 尿液肥の成分値例 (2013. 群馬県畜産試験場)

pH	EC	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NO ₃ -N	NH ₄ -N
	(mS/cm)	(原物中%)			(mg/100g)	
7.84	19.44	0.36	0.06	0.40	0.05	212.67

凡例) EC:電気伝導度、T-N:全窒素、P₂O₅:リン酸、K₂O:カリウム、NO₃-N:硝酸態窒素、NH₄-N:アンモニア態窒素

ア 尿液肥の施用方法

水田準備として漏水を防ぐための畦塗りと水田内の均平化を行う。尿液肥は、必ず曝気処理したものを利用し、畜産農家の貯留槽からバキュームカーや大型ポリタンクで運搬する。圃場内への均一な拡散のため、尿液肥 1 t あたり 10~12 分かけて水口から用水とともに施用する (図 2-8)。水管理は、湛水が深いと尿液肥が水田全体に回らずに施用ムラができ、逆に田面がひび割れる程乾いている状態でも均一な施用が難しい。このため、施用前日に落水し湛水深を 1 cm 程度に調整しておくことが重要である (図 2-9)。尿液肥施用後は、用水で拡散させ、2~3 日間は 4 cm 程度の湛水深を維持することが必要である。

尿液肥の施用は、1 度に大量投与するよりも複数回に分けて行うことが高収量生産および粗タンパク質向上のためには望ましいと考えられる。最初の施用 (初期施用) は、移植から 4 週の間 (中干し前まで)、その後、追肥として幼穂形成期頃に 2 回目の施用を行う。遅い時期での施用は、イネの葉色が濃く保たれイチモンジセセリ (イネツトムシ) の食害等を受けやすくなるため注意する。施用量は、窒素利用率や環境負荷を考慮し決定する。



図 2-8 バキュームカーを使った尿液肥の水口施用



図 2-9 牛尿液肥施用前における水田の湛水調整

(左写真：湛水の適正調整例、中・右写真：尿液肥が拡散しづらい条件例)

イ 尿液肥を施用した飼料用イネの実乾物収量

尿液肥を用いた飼料用イネ「夢あおば」（早生）は、初期施用 2.5t/10a に追肥 1.0t/10a を加えた合計 3.5t/10a（全窒素 11.9 kg/10a）の液肥施用で、実乾物収量（全刈り）が約 0.9t～1.0/10a を確保でき、追肥は粗タンパク質も高められた（表 2-8）。また尿液肥の施用は、移植直後よりも数週間後の根の活着が安定する時期の方が、収量、粗タンパク質含量ともに向上する傾向がみられた。

表 2-8 尿液肥を施用した「夢あおば」の収量性および粗タンパク質含量

施用時期 (各区/20a水田)	初期施用 時期	施用量 (t/10a)		実乾物収量 (kg/10a)	葉緑素値 (SPAD)	粗タンパク質 (%DM)
		初期	追肥			
移植直後+追肥	移植	2.5	1.0	915	31.9	6.6
移植直後	2日後	2.5	—	792	28.6	5.9
移植後2週+追肥	移植	2.5	1.0	961	31.5	7.2
移植後2週	12日後	2.5	—	824	29.3	6.6
移植後4週+追肥	移植	2.5	1.0	1,080	34.3	7.9
移植後4週	26日後	2.5	—	1,064	34.2	7.8

注1) 移植日：2011年6月28日。標高約250mの二毛作水田で栽培（前作オオムギ）。

注2) 追肥は穂肥として実施。8月12日（移植後45日）に施用。

注3) 調査は黄熟期（2011年10月3日）に実施。刈取り高は地際から10cm。

注4) 実乾物収量はフレール型専用収穫機で収穫調製したロールバールの重量と個数から算出。

尿液肥を移植後 23 日（初期）と 46 日（追肥）で各 2.5t/10a（合計 5 t/10a、全窒素 16

kg/10a) を施用した飼料用イネ「たちすずか」(極晩生)の実乾物収量(全刈り)は1,348 kg/10a となり、化成栽培(慣行)の1,389 kg/10a とほぼ同等の収量性が得られている(表2-9)。このため尿液肥は、化成肥料の代替が可能であり、適正に利用することで肥料購入コストを削減できる。

表2-9 「たちすずか」の尿液肥と化成肥料栽培による比較

栽培方法/項目	水分含量 (%)	実乾物収量 (kg/10a)	株数 (株/m ²)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	葉緑素値 (SPAD)	穂重割合 (風乾物中%)
液肥栽培	62.4	1,348	20.7	105.9	13.1	35.6	22.5
化成栽培	65.1	1,389	21.6	115.2	12.9	36.8	16.4

注1) 移植日:2012年6月25日。標高約250mの二毛作水田で栽培(前作:飼料用オオムギ)。

注2) 液肥は窒素:リン酸:カリ=0.3:0.1:0.4。初期は移植から23日後、追肥は46日後に施用。

注3) 化成肥料はN:P₂O₅:K₂O=14-14-14を使用。基肥は耕起前、追肥は移植46日後に各60kg/10aを全面散布。

注4) 収穫調査は2012年10月15日(糊熟後期)。刈り高は地際から10cm。

注5) 実乾物収量はフレール型収穫機(改良型)で収穫調製したロールペールの重量と個数から算出。

(参考文献等7)

- 1) 須藤和久・福田博文(2003)牛・豚尿液肥の水田水口施用による稲発酵粗飼料用イネの生産特性 平成14年度 共通基盤研究成果情報
- 2) ダイレクト収穫体系による飼料用稲麦二毛作技術マニュアル 2013年度版
- 3) 横澤将美ら。牛ふん堆肥と液肥を活用した飼料用イネ・オオムギ二毛作体系における高収量生産技術の確立。2013。群馬県畜産試験場研究報告第20号。66-80

⑥ 豚ふん・鶏ふん堆肥などの牛ふん堆肥以外の畜産堆肥の利用

WCS用イネ栽培では、牛ふん堆肥以外にも、豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥などの地域内で利用できる有機資源を積極的に利用して化学肥料の施用量を削減していきたい。表2-10に家畜ふん堆肥の成分特性例を示した。豚ふん堆肥・鶏ふん堆肥は、牛ふん堆肥よりC/N比が低く、全窒素含量が高い傾向にある。一般的に豚ふん堆肥・鶏ふん堆肥は、牛ふん堆肥に比べて窒素肥効率(化学肥料の肥効を100とした場合の堆肥中の肥料成分の肥効の割合)が高く、堆肥施用量に応じて窒素肥料の減肥を行う。堆肥施用による化学肥料の削減量は、次式で示される。

$$\text{化学肥料養分の削減可能量} = \text{【堆肥の養分総量】} \times \text{【肥効率】} / 100$$

現在、地域ごとに堆肥の肥料養分の肥効率が示され(表2-11)、流通している家畜ふん堆肥の成分特性のデータベースに基づき、適正な堆肥施用量、化学肥料減肥量を簡単に算出できるソフトが開発されている。より詳細な家畜ふん堆肥の窒素肥効を簡便に診断する方法としては、圧力鍋などを用いた簡易デタージェント分析による緩効性窒素分析方法が開発されている。詳細は「家畜ふん堆肥の肥料成分・窒素肥効マニュアル」を参考にされたい。

なお、豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥は、家畜飼料に銅・亜鉛が添加されているため、堆肥中の銅・亜鉛濃度が品質表示基準より高い場合は表示義務があるので注意する。

表 2-10 千葉県で生産流通する家畜ふん堆肥の成分特性 (2004. 牛尾ら)

	水分 g kg ⁻¹	全窒素 g kg ⁻¹	全リン酸 g kg ⁻¹	全カリ g kg ⁻¹	全石灰 g kg ⁻¹	全苦土 g kg ⁻¹	C/N比	EC dS m ⁻¹ (25℃)
牛ふん堆肥 (n=229)								
平均値	507	23.1	25.5	31.9	36.0	14.6	15.3	3.3
s	164	7.0	10.0	17.8	17.1	5.5	6.9	2.1
豚ふん堆肥 (n=122)								
平均値	407	34.5	62.7	27.3	60.5	19.7	11.5	4.1
s	152	12.6	26.1	10.8	41.5	12.3	4.9	1.7
鶏ふん堆肥 (n=77)								
平均値	294	27.1	72.2	33.8	189.7	16.0	8.8	5.4
s	176	9.8	18.5	14.5	61.9	4.4	2.1	2.5

注 1) 肥料成分は乾物当たりの値.

注 2) EC測定条件, 現物:水=1:10.

注 3) sは標本標準偏差.

表 2-11 家畜ふん堆肥利用促進ナビゲーションシステムにおける堆肥の肥効率の目安 (牛尾ら 2004)

家畜ふん堆肥の 種類	堆肥の全窒素含量 (g kg ⁻¹)	堆肥の肥効率(%)				
	乾物当たり	窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土
鶏ふん堆肥	20未満	10	80	90	90	90
	20～40	50	80	90	90	90
	40以上	60	80	90	90	90
豚ふん堆肥・牛ふん堆肥	20未満	10	80	90	90	90
	20～40	30	80	90	90	90
	40以上	40	80	90	90	90

注 1) 肥効率は化学肥料の肥効を100とした場合の堆肥の肥料成分の肥効の割合.

注 2) 窒素の肥効率は, 黒ボク土における夏期堆肥施用後, コマツナ3連作栽培による堆肥の肥効試験と, 同時期のガラス繊維ろ紙埋設法による施用堆肥の窒素分解率を参考にして設定.

注 3) 窒素以外の肥料成分の肥効率は, 堆肥の全リン酸含量に対する可溶性リン酸含量の割合, 全カリ含量に対する水溶性カリ含量の割合, 全石灰及び全苦土含量に対する可溶性石灰及び可溶性苦土含量の割合を参考にして設定.

注 4) 乾物あたりの全カリ含量が15g kg⁻¹未満の堆肥の肥効率は50%.

(参考文献等 8)

- 1) 須藤和久・福田博文(2003) 牛・豚尿液肥の水田水口施用による稲発酵粗飼料用イネの生産特性 平成 14 年度 共通基盤研究成果情報
- 2) 牛尾進吾・吉村直美・齋藤研二・安西徹郎(2004) 家畜ふん堆肥の成分特性と肥料的効果を考慮した施用量を示す「堆肥利用促進ナビシステム」 日本土壌肥科学雑誌 第 75 号
- 3) 石岡巖・小柳渉・加藤直人・棚橋寿彦・平柳恵子・村上圭一(実用技術開発事業 18053 マニュアル委員会) (2010) 家畜ふん堆肥の肥料成分・窒素肥効マニュアル

(3) 病虫害防除

① 病虫害防除の基本的な考え方

WCS 用イネ栽培は病虫害発生リスクを高める要因が多い一方で、防除は最小限とするこ

とが前提となっている。高品質を求められる食用イネ栽培に比べ、病害虫の被害許容水準を高く設定可能と考えられるが、WCS 用イネが周辺圃場に対する病害虫の伝染源となることは許されない。これまでの調査から、WCS 用イネ栽培で問題となる病害虫は基本的に食用イネと共通することが明らかになっているが、防除対策は研究途上にある。このため、普及指導機関との連携を密にし、食用イネ栽培における総合的病害虫管理技術（IPM）を参考としながら防除対策に取り組むことが重要である。WCS 用イネ栽培の普及過程で問題となった病害虫の発生事例を取りまとめた（表 2-12）。

表2-12 飼料用イネ栽培の普及過程で問題となった病害虫の例（荒井2009を改変）

病害虫名	主な発生地域	考えられる発生要因等
いもち病	九州(～全国)	晩植、育苗期間中の感染、抵抗性弱品種の選択、病原性レースの分布、薬剤耐性菌の分布と薬剤選択ミス
ばか苗病	北陸、九州(全国)	薬剤耐性菌の分布と薬剤選択ミス、高保菌率種子による温湯処理効果不安定、採種圃場周辺での発生に注意
稲こじ病	全国	品種特性、晩生品種や晩植の選択、伝染源量の差異
心枯線虫病	九州(全国)	イネシガラレセンチュウ高汚染種子の使用、高汚染種子による温湯処理効果不安定
南方黒ずじ萎縮病	九州、中国	新しい侵入病害、主にセジロウンカが媒介、ウイルスを保有したセジロウンカの海外飛来数増、品種抵抗性
縞葉枯病	関東、西日本	ヒメトビウンカにより媒介されるウイルス病、暖冬や海外飛来によりウンカの発生密度が上昇、保毒虫率の上昇、罹病性品種の選択、ウンカの薬剤感受性低下
コブノメイガ イチモンジセセリ	九州(全国)	晩植や多肥による葉色の濃い生育状態で被害が集中、防除の不徹底、コブノメイガは海外飛来性
ウンカ類	九州(～関東)	海外からの飛来数増加、品種特性、増殖に好適な環境条件、薬剤感受性の低下、ウイルス病の媒介

② 抵抗性品種の活用

品種の持つ病害虫抵抗性を利用することは、最も効果的かつ低コストな防除対策である。食用イネ栽培では食味や品質を最優先した品種選択が行われるのに対して、WCS 用イネ栽培では病害虫抵抗性の積極的な利活用が可能である。主要病害虫のすべてに抵抗性を持つ品種は無いが、新たに育成された WCS 用イネ品種については、いもち病真性抵抗性遺伝子型をはじめ病害虫抵抗性に関する特性が示されている（表 2-2～2-3 参照）ので、栽培地域で問題となる病害虫に応じて品種選択の参考にする。今後は、病害虫複合抵抗性の付与が WCS 用イネ品種育成の大きな課題と考えられる。特に暖地では害虫の被害が深刻であるが、現状の主要品種にはウンカ類やコブノメイガ等の害虫に対して明確な抵抗性を示す品種が認められない（表 2-13）ことから、食用イネに準じた防除対策が必要となる。

表 2-13 主要飼料イネ品種におけるトビロウンカの発育・増殖特性^{b)}（松村 2006）

品種名	幼虫期生存率(%)			短翅雌率(%)		産卵数(個/雌/2日)	
モーれつ	82.5	± 2.3	ns	100.0	ns	68.1	± 8.2 ns
クサユタカ	84.4	± 3.6	ns	100.0	ns	64.4	± 7.3 ns
クサホナミ	94.4	± 2.2	ns	100.0	ns	51.1	± 4.4 ns
ホシアオバ	84.3	± 2.5	ns	100.0	ns	59.9	± 4.8 ns
クサノホシ	88.8	± 3.9	ns	100.0	ns	87.3	± 6.3 ns
ニシアオバ	84.4	± 3.8	ns	100.0	ns	50.5	± 4.7 ns
スプライス	86.3	± 3.1	ns	100.0	ns	90.5	± 10.2 ns
タチアオバ	85.0	± 4.1	ns	100.0	ns	74.1	± 8.8 ns
ヒノヒカリ ^{a)}	84.3	± 2.5		100.0		75.4	± 7.0

^{a)} 対照の食用品種。 ^{b)} 数値は平均値±S.E.,

ns: 「ヒノヒカリ」と比較していずれも有意差なし(P<0.05, Dunnettの検定)。

③ 健全種子の使用と種子消毒

いもち病やばか苗病等の糸状菌病、もみ枯細菌病等の細菌病及びイネシンガレセンチュウなどのイネ主要病害虫はいずれも種子伝染性である。このため、健全種子の使用を基本とし、塩水選の実施と種子消毒の徹底により、本田に持ち込む伝染源量を低減することが防除のポイントになる。種子消毒は化学薬剤の使用が一般的であるが、薬剤耐性菌によるばか苗病多発事例等もあることから、薬剤の選択に当たっては普及指導機関に相談する。物理的な方法として温湯種子消毒が有効であり、近年では温度制御が正確な専用機が市販されている。使用に当たっては取扱い説明書を熟読し、病原汚染率の高い種子、古い種子など発芽勢の劣る種子の使用は避ける。58℃・20分あるいは60℃・10分処理により化学薬剤とほぼ同等の効果が得られる。なお、温湯処理により発芽率が低下しやすい品種があることから、予め発芽への影響を確認しておく。特に糯（もち）品種には高温に弱いものがあることから、食用糯（もち）品種をWCS用に栽培する場合には注意する。WCS用イネ栽培では、本田での薬剤使用が難しい場合が多いことから、食用イネにも増して健全種子の生産と供給体制の確立が重要である。病原汚染率が高い場合には、薬剤および温湯処理のいずれも効果が不安定となることから、種子生産圃場での防除対策に手抜きがあってはならない。

④ 病害虫発生リスク・耕種的防除法と薬剤の効果的な使用

イネの栽培条件と病害虫の発生には密接な関係があり、病害の多くは多肥栽培による過繁茂状態で発生が助長される。また、作型の影響も大きく、暖地においては晩植により高温多湿で発生し易い紋枯病は抑制されるが、冷涼な条件で発生し易いいもち病は発生リスクが高まる。稲こうじ病も多肥や晩植栽培が発生を助長する。イネツトムシやコブノメイガをはじめ害虫の多くは、葉色の濃いイネを選好することから、多肥栽培や晩植のイネが集中加害を受ける場合がある。このように、多肥栽培により高収量を目指すWCS用イネ栽培は、基本的に病害虫の発生リスクが高いものと考えられる。食用イネの発生予察情報を参考に圃場での発生に留意し、窒素発現量の多い転作復元田では施肥量を調節する。

イネ用として多様な薬剤が市販されていることから、農薬は本マニュアルに従い（p60～67（5）農薬使用の項参照）WCS用イネに使用可能な薬剤の選択に留意し必要に応じ適切に使用する。イネドロオイムシやイネミズゾウムシなどの移動性の低い害虫の発生が多い地域では、広域的な箱施用剤の隔年使用、圃場周縁部への額縁散布等の工夫により薬剤使用量の削減が可能である。西南暖地ではウンカ類やコブノメイガなどの海外飛来性害虫の発生リスクが高い。使用基準を厳守して長期持続型の箱施用剤を使用すれば、生育初～中期の被害を大きく軽減できる。なお、海外飛来性のウンカ類では、薬剤感受性の低下が問題化してきているので、薬剤の選択にあたっては普及指導機関の指導を受けて欲しい。

平成18年5月に残留農薬のポジティブリスト制が導入されたことから、農薬散布を行う際には飛散（ドリフト）による近隣作物への影響にも留意する必要がある。病害虫防除の面からも、WCS用イネを作付する場合には団地化が望ましい。農薬使用については、食用イネ栽培農家も含めて地域の関係者で十分な協議を行うことが、WCS用イネの普及推進に欠かせない。

⑤ 本田における主要病害の発生生態と防除

ア イネいもち病

イネの最重要病害である。糸状菌による病害で全国的に発生するが、低温や日照不足、多雨条件が発生を促すことから、特に冷害年に多発生して大きな被害をもたらすことが多い。イネの全生育期間を通して発生し、発生部位により大きく葉いもちと穂いもちに分けられる。葉いもちでは紡錘形の病斑を生じ、激しい場合には枯死してしまう。穂いもちでは籾や枝梗が侵され稔実不良となり、穂首が侵されると養水分の吸収が著しく阻害されて大きく減収する。第一次伝染源は罹病種子や乾燥状態で保存された稲わらであることから、種子消毒と圃場衛生が防除の基本であり、必要に応じて薬剤防除で補完する。いもち病菌には品種に対する病原性が異なるレースが存在することから、品種の持つ真性抵抗性遺伝子型と栽培地域に分布するレースとの関係を把握しておくことも大切である。WCS用品種の多くは、交配親となった外国品種由来の抵抗性遺伝子を有しているためにいもち病の発生を認めないが、抵抗性品種の作付にも関わらず発病した場合には、いもち病菌レースの分布変動が疑われることから、速やかに普及指導機関の指導を仰ぐ。罹病性品種を作付けする場合には、食用イネ品種に準じて基本的な防除を徹底する。



図 2-10 いもち病（葉、穂が枯死）

イ イネ紋枯病

高温多湿条件を好む糸状菌病害で、西南暖地を中心に全国的に発生する。密植や多肥栽培による過繁茂条件で多発生しやすいことから、植物体全体の繁茂量を大きくする必要がある WCS 用イネでは必然的に発生リスクは高く、温暖化に伴って被害増加が懸念される。伝染源は罹病イネ上に形成された菌核で、刈株内や土壌中で越冬し、代かき時に水面に浮き上がって浮遊する。イネの葉鞘に付着した菌核は隣接茎や隣接株に水平進展し、出穂期頃からは上位葉鞘に病斑を形成しながら垂直進展する。上位葉鞘に進展するほど減収率が高く、激しい場合には止葉の葉鞘や穂にまで病斑を生じる。代かき時の浮遊残渣の撤去やプラウ耕、輪作等により圃場内の菌核量を減らすこと、出穂期が高温時期と重ならないように品種や作型を検討する等の耕種的な防除を基本として、多発生時には薬剤防除で補完する。



図 2-11 紋枯病（葉鞘や葉身が枯死）

ウ イネ稲こうじ病

出穂後の籾に暗緑色の粒が生じる糸状菌病害で、飼料用イネは全般に発生が多い。病籾に近い穎花では不稔籾が目立ち、多発生すると収量が落ちる。収穫した籾に病粒が混入し

たり、多量の厚壁胞子が籾表面に付着して着色したりするとクレームが多くなるため、種子の生産や販売を行なう上で大きな阻害要因となる。

伝染源：病粒に含まれる厚壁胞子が風雨等で田面に落下するだけでなく、収穫時に多量の病粒が水田内に撒かれる。これらが越冬して伝染源となるため、本病は土壌伝染性の病害である(図2-12、図2-13)。土壌菌量の違いが圃場間での発生量の差としてみられる。厚壁胞子が飛散して隣接する圃場を汚染する可能性は低い、発生田で利用した灌漑水を下流の圃場で利用したりするとその圃場も汚染される。田植え後にイネの根が感染することが近年報告され、実験的に幼芽が感染することから、田植え直後から感染が起こると考えられる。未発表であるが、イネの葉原基に存在し、生長に伴って止葉の葉鞘内壁細胞に菌も移動すると考えられる。止葉に続いて幼穂が生長すると止葉内壁に分布する菌が穎花へ移動して穎花先端の小さな隙間から穎内に侵入し、花器が感染すると考えられている。人工的に分生子を穂ばらみ期に接種すると発病するため、感染には分生子の関与が考えられるが明らかでない。枝梗や護穎、穎花外表面等から侵入した形跡は認められないので角皮から侵入することはない。

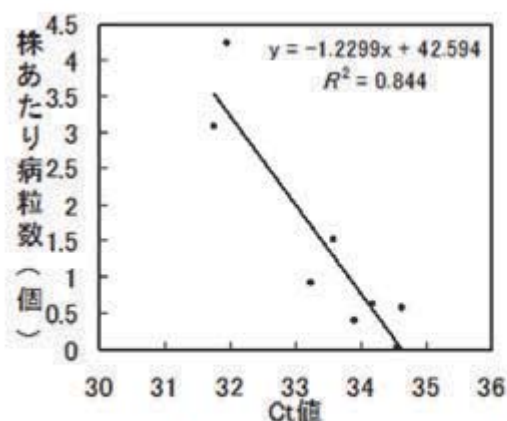


図2-12 リアルタイムPCRによって検出された菌量(Ct値)と圃場で発病した株あたり病粒数との関係(Ashizawa et al. 2010)

注)品種はコシヒカリ、自然発病圃場での病粒数の調査結果。

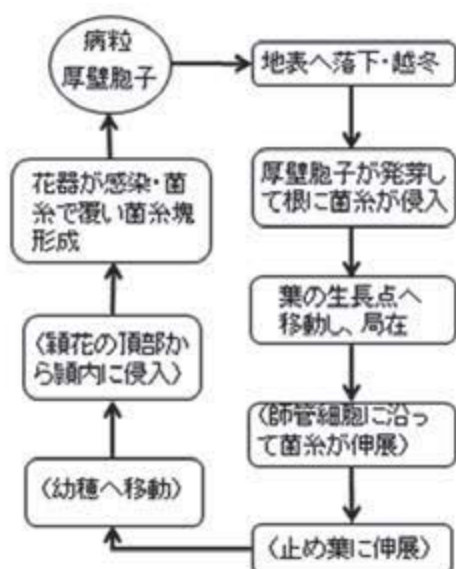


図2-13 稲こうじ病菌の伝染環

注)括弧内は十分解明されていない



図2-14 稲こうじ病(籾に発生)

発病環境と防除：飼料用イネは、出穂の早晩に関係なく全般に稲こうじ病に弱い品種が多い。加えて、窒素肥料を過剰に施肥すると発病が助長される。発病には出穂期前 30 日間の降雨の頻度が最も影響する。降雨がある日は気温が低くなるが多いため、低温の影響もあるが判然としない。防除薬剤としては、銅剤の効果が高く（p62 の銅粉剤参照）、散布期間は出穂期 21～10 日前であるが（表 2-14）、梅雨時期に散布期間が当たる場合は降雨の合間を縫って散布することになるため時期を逸しないようにする。出穂期 15 日前を基準に、その年の散布日を暦日で毎年決めておくことができない。飼料用イネの種子に病粒が混入していると圃場に伝染源を持ち込むことになる。圃場で発病が認められるようになると、次第に土壌中の菌量が増えていき常発地となる。発病を認めた場合、翌年から薬剤を散布することで伝染源量の増加を防ぐことができる。近年開発された薬剤散布適期判定システムを利用すれば、効果的な防除時期の決定が可能となる。また、飼料用イネの中には本病に罹りにくい品種もあることから、将来的に品種選択により発生を抑制できる可能性もある。

表2-14 稲こうじ病に対する薬剤の散布時期と防除効果
(八重樫ら1989を改変)

処理	散布時期	病粒形成数
	(出穂前後日数)	(個/30株)
銅粉剤散布	8月 3日(26日前)	151
	8月10日(19日前)	10
	8月17日(12日前)	13
	8月24日(5日前)	163
	8月31日(2日後)	193
無散布		285

注) 供試品種は「とりで1号」、出穂期は8月29日、病粒数は3反復の平均値

罹病粒の給与が牛に及ぼす影響：稲こうじ病菌は、ウスチロキシンやウスチラノイジンというかび毒類（マイコトキシン）を生産することが知られている。この2種類の毒素の生体に対する影響を調べた結果、牛の生体に対する影響は考慮する必要がないことが明らかになっている。しかし、病粒が多量に混入したサイレージでは、牛が摂食時に忌避行動を示すため混入はなるべく避けた方がよい。また、厚壁胞子で着色したサイレージは販売過程でクレームの対象となることがあるので、生産段階での本病の発生を未然に防ぐことが肝要となる。

エ イネばか苗病

育苗箱や本田で徒長的な生育を示し、黄化・枯死してしまう糸状菌病害である。枯死株上には多量の分生子が形成されて飛散し、粃に感染して翌年の伝染源となる。このため、本田で本病が発生した場合には周辺の食用イネ圃場の伝染源となってしまう。特に採種栽培圃場ではばか苗病の発生が許されないことから、発生には注意が必要で



図 2-15 ばか苗病（黄化徒長して枯死）

ある。健全種子の使用と種子消毒の励行が防除の大原則である。温湯種子消毒は本病に対する効果がやや不安定であることから、微生物種子消毒剤との併用が推奨される。

オ イネ縞葉枯病

ヒメトビウンカによって媒介されるウイルス病である。生育初期に発病すると、抽出中の葉が黄緑色ないし黄白色になり、こより状に巻いて徒長し、曲がって垂れ下がる。このような症状から、「ゆうれい病」とも呼ばれ、発病株の多くは出穂することなく枯死してしまう。やや遅れて感染した場合には、新葉の葉脈に沿って黄緑色ないし黄白色の縞模様が現れ、激しくなると全体が黄化する。罹病株は草丈が低く、分げつも少なく、全体に萎縮症状を示し、のちに枯死する。症状が軽い場合には出穂するが、穂は出にくみ、奇形あるいは不稔となる。発病株が多い場合には著しく減収する。第1次伝染源はウイルスを保毒したヒメトビウンカであり、本病の発生は媒介虫の発生経過と密接な関係がある。縞葉枯病ウイルスは、保毒したヒメトビウンカによって経卵伝染する。近年、縞葉枯病が多発傾向にあるが、その要因として①暖冬によるウンカの越冬生存率の上昇、②稲麦二毛作による稲作開始前までのウンカ発生密度の上昇、③海外からのウンカ飛来、などが考えられる。防除方法としては、第1に抵抗性品種（p8表2-2）の利用がある。WCS用品種についても抵抗性が明らかにされているので、品種選択の参考にする。また、早期・早植え栽培や多肥栽培は本病の発生を助長する。発生リスクの高い地域では発生予察情報に留意し、ウンカの密度や保毒虫割合の情報に応じて、薬剤によるヒメトビウンカの防除も検討する。WCS用イネ栽培、特に西南暖地における本病の発生動向には、十分注意する必要がある。

カ イネ南方黒すじ萎縮病

本病は2001年に中国広東省で発生が初めて報告され、2008年にセジロウンカが媒介する新たなウイルス病であることが明らかになった。その後、中国南部やベトナム北部において発生が拡大し、深刻な被害を生じている。セジロウンカはこれら地域を飛来源として日本に毎年飛来していることから、国内への侵入が懸念されていたが、2010年に九州地域を中心に本病の発生が確認された。本病の症状は、イネ株の萎縮、葉先のねじれ、葉脈の隆起



図2-16 イネ南方黒すじ萎縮病の萎縮株(左)

等（図2-16～18）であり、症状が激しい場合には茎葉および子実ともに著しく減収する。本病は主にセジロウンカが媒介し、経卵伝染はしない。セジロウンカそのものがインディカ稲を選好し増殖率が高いことから、本病も飼料用イネや新規需要米品種で発生しやすいため、特にセジロウンカの飛来量が多い西南暖地では、本病の発生動向に注意する必要がある。



図 2-17 イネ南方黒すじ萎縮病の病徴
(葉先のねじれ)



図 2-18 イネ南方黒すじ萎縮病の病徴
(葉脈の隆起)

キ イネ心枯線虫病 (イネシンガレセンチュウ)

葉の先端がこより状に枯れる心枯れ症状を示すとともに、登熟歩合低下による減収や黒点米の原因となる。これまでに汚染種子由来と推察される WCS 用イネでの多発事例が報告されている。健全種子の使用と種子消毒が防除の基本である。なお、高汚染種子では温湯種子消毒の効果が不安定となりやすいことに留意する。

ク その他の病害

WCS 用イネの栽培が盛んな九州地域をはじめとする西南暖地では、白葉枯病 (図 2-19) やもみ枯細菌病などの細菌性病害の発生が懸念される。集中豪雨や台風による冠水、茎葉の損傷によって白葉枯病が突発的に多発生する場合がある。もみ枯細菌病は高温性で、出穂期前後の高気温と降雨により発生が助長され、不稔や登熟不良を引き起こす。その他、葉しょう腐敗病 (図 2-20) も高温性の糸状菌病で、穂の出すくみや不稔を生じることから、減収や種子生産阻害要因となる。なお、WCS 用イネは食用イネとは異なる遺伝的背景を持つ品種が多いことから、マイナーな病害が栽培上問題になる可能性もあるため、継続的な調査研究が必要である。



図 2-19 白葉枯病 (激しいと全葉枯死)



図 2-20 葉しょう腐敗病
(葉鞘に斑紋、不稔)

⑥ 本田における主要害虫の発生生態と防除

ア トビイロウンカ

西南暖地における水稻作の最重要害虫である（図 2-21）。周年発生地は中国最南部やベトナム北部以南であり、日本では越冬できない。毎年梅雨時期に中国大陸南部から下層ジェット気流に乗って日本に長距離飛来する。飛来数は西日本で多く関東以北では少ない。飛来数はセジロウンカに比べて非常に少なく稲 100 株に 1 匹程度であるが、約 1 ヶ月で卵から成虫になり秋までに 2～3 世代増殖を繰り返す。収穫間際の 9～10 月に稲 1 株あたり 200 匹を越える密度になると、稲作後期に坪枯れや全面枯れなどの大きな被害を起こす（図 2-22）。



図 2-21 トビイロウンカの成虫



図 2-22 トビイロウンカによる坪枯れ

稲作後期の発生量は飛来数やその後の気温などによって大きく変動し、7～8月が高温で推移すると増殖率が高くなる。また飼料用イネや新規需要米品種のうちインディカ稲との交配によって育成された品種や高温登熟性の高い品種の一部では、ヒノヒカリなどのジャポニカ稲に比べてトビイロウンカの増殖率が高い品種がみられるので、WCS 用イネでは圃場での発生密度の推移に注意する必要がある。

防除対策は、移植前の育苗箱施用薬剤による初期防除と吸汁害対策のための 8 月以降の本田防除が中心となる。株元に多く生息するため、薬剤が株元まで届くように散布することが重要である。また、トビイロウンカの飛来時期は毎年変動するため、防除の適期も年によって変動することから、県の指導機関の情報を参考に適期に防除を行うことが重要である。日本に飛来するトビイロウンカは平成 17 年以降、イミダクロプリド剤に対して感受性が低下している。また、本田散布剤として広く使われているブプロフェジン剤についても、平成 25 年に飛来したトビイロウンカについて感受性が低下していることが明らかになったことから、使用する薬剤に留意する。

イ セジロウンカ

トビイロウンカと同様、日本では越冬できず毎年海外から長距離飛来する（図 2-23）。飛来数は西日本ほど多いが、年によっては東北地域まで飛来する。西日本では一般に 8 月頃の飛来次世代（第 1 世代）に成虫の多くが水田から移出するため多飛来した成虫の吸汁・産卵によりイネの葉鞘が褐変化することが被害の主体である（図 2-24）。通常、セジロウンカは飛来次世代以降に水田から移出するため、稲作後期には大きな被害は起こさない。



図 2-23 セジロウンカ成虫



図 2-24 セジロウンカによる葉鞘変色の被害

しかし、平成 22 年に九州の多くと中国地域の一部の県で、セジロウンカが媒介するウイルス病「イネ南方黒すじ萎縮病」の発生が初めて確認された（図 2-16～18）。このウイルス病の発生は、飼料用イネや新規需要米品種のうち育成過程でインディカ稲が交配に用いられている品種が多かった。セジロウンカの飛来量が多い場合には、WCS 用イネの栽培でもこのウイルス病の発生に注意する必要がある。

品種の一部には、インディカ稲との交雑によってイネがもともと持っているセジロウンカの卵を殺す作用（生体防御反応）が弱くなるなどして、セジロウンカの増殖率が高い品種が見られる。そのような品種ではセジロウンカの増殖によって稲作初・中期に水田の一部が黄色に変色したり（図 2-25）、さらに被害が進むとトビイロウンカの坪枯れと同じように全面枯れが起ることがある（図 2-26）。そのような品種の栽培においては、セジロウンカの発生量が多い時に適切な防除対策が必要となる。

防除対策はトビイロウンカと同様である。ただし、平成 17 年以降日本に飛来するセジロウンカはフィプロニル剤に対して感受性低下が認められているため、使用する薬剤に留意する。



図 2-25 セジロウンカによる吸汁害
（葉先の黄変）



図 2-26 セジロウンカの吸汁による全面枯れ

ウ ヒメトビウンカ

近年、九州から関東の一部地域においてヒメトビウンカの発生密度とイネ縞葉枯ウイルスの保毒虫率が上昇傾向にあり、イネ縞葉枯病の発生面積も増加している（図 2-27、図 2

-28)。ヒメトビウンカは日本でも小麦やイネ科雑草などで越冬可能なため、トビイロウンカやセジロウンカのような海外からの多飛来はこれまで観察されていなかった。しかし、2008年に九州の西海岸や山口県の海岸線を中心に中国・江蘇省からヒメトビウンカが多飛来し、6月下旬以降にイネ縞葉枯病の多発生がみられた。中国で麦刈りが行われる5月下旬から6月上旬に、朝鮮半島を低気圧が通過する際に吹く南西風によって中国から日本にヒメトビウンカが大量飛来したと考えられている。

近年、ヒメトビウンカについても一部の薬剤に対する感受性の低下が確認されている。九州地域では、海外飛来の影響によってイミダクロプリドとフィプロニルの両剤に感受性が低下した個体群が確認されている。また、関東地域の一部から西日本にかけてはフィプロニル剤に感受性が低下した個体群も確認されている。このため、県の指導機関の情報を参考に効果の高い薬剤を選ぶ必要がある。



図 2-27 ヒメトビウンカの成虫



図 2-28 イネ縞葉枯病の病徴

エ イチモンジセセリ（イネツトムシ）

発生生態と防除：成虫は茶褐色の中型のチョウである（図 2-29、図 2-30）。幼虫はイネの葉を綴り合せてツトを作り潜んでいて、曇天時や夜間にツトから這い出してイネの葉を食害する。遅植え田や過繁茂で軟弱に育ったイネ、集落の周辺や山間部などの通風の悪い水田で発生が多い。WCS 用イネは、食用イネに比較して移植時期が遅くなる場合が多く施肥量も多いため、葉色の濃いイネを好んで産卵するイネツトムシの集中的な被害を受けやすい。特に第2世代幼虫は、イネの生育盛期に当たる7月下旬～8月中旬に発生することから、激しい食害によって茎葉重が大きく低下する事例が認められる（図 2-31）。さら



図 2-29 イチモンジセセリ（成虫）



図 2-30 イチモンジセセリ（幼虫）

に、食害によって上位葉が欠損することにより登熟歩合が低下して、子実の大幅な減収も招く。また、イネツトムシにより食害を受けた WCS 用イネは、消化率や栄養価も低下する。このため、多発生時には適期防除により収量および品質の低下を防止する必要がある。各都道府県から発表される発生予察情報を参考に、本田での見回りを行う。なお、常発地域や晩植等の発生リスクが高い栽培条件では、育苗箱施用剤の利用も検討する。



図 2-31 イネツトムシによる激しい食害



図 2-32 昆虫誘引捕獲器

(原図：横須賀知之)

発生予察技術：イネツトムシの防除適期は、葉の食害がまだ軽微な若齢～中齢幼虫の時期であるが、初期の被害を確認するには注意深く観察する必要がある。このため、害虫捕獲用の粘着シート（青色、黄色）や昆虫誘引捕獲器などのトラップを用いて成虫の発消長を調査することが有用であり（図 2-32）、防除時期を予測することができる。トラップを水田に設置して日毎に誘殺された成虫数をグラフにすると、図 2-33 のような山型の発消長となる。発生ピークの 10～14 日後が幼虫の若齢～中齢期にあたり、この時期に薬剤散布を行うと防除効果が高く、収量の低下を防止できる。幼虫が老齢になると急激に摂食量が多くなり、被害が一気に進むので防除時期を逃さないようにする。この他に、埼玉県農林総合研究センターが開発したイネツトムシ発生時期予測プログラム「グッタータ」のように、イネツトムシの発育零点および有効積算温度を用いて気象データから防除時期を計算する方法がある。

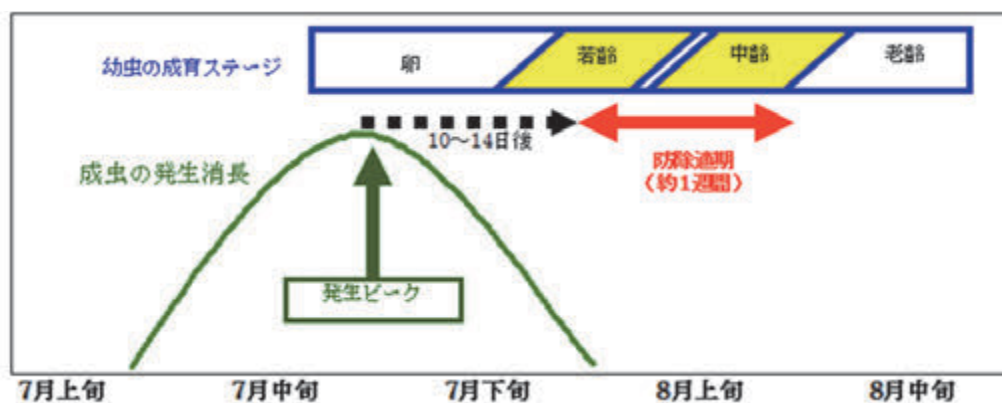


図 2-33 トラップを用いたイネツトムシ防除適期の予測法

注) 発生時期は年次により変動する

(原図：横須賀知之)

オ コブノメイガ

ウンカ類と同様、中国南部などからの海外飛来性害虫であることから、西南暖地を中心に被害が多いが、飛来量の年次変動が大きい。飛来虫が葉色の濃いイネを好んで産卵することから、周辺圃場よりも移植時期の遅いイネや施肥量の多いイネに被害が集中しやすい。幼虫はイネの葉を縦に綴り合せて内側を食害し、次々に新しい葉に移動して食い荒らす(図2-34)。被害葉は白変し、多発生時には水田全体が真っ白になって目を引く(図2-35)。このため、WCS 用イネで多発生した場合には、周辺食用イネ圃場への発生源となる懸念がある。発生リスクの高い西南暖地では、育苗箱施用剤の利用や本田防除が必要となる場合がある。本田防除の適期は、粒剤を使用する場合は飛来次世代の発蛾最盛期、液剤や粉剤等を使用する場合は幼虫ふ化期(発蛾最盛期の約1週間後)である。



図2-34 コブノメイガの成虫(左)と幼虫(右)



図2-35 コブノメイガによる食害

カ フタオビコヤガ(イネアオムシ)

成虫は小型のガで、幼虫は淡緑色でシャクトリ状に歩行する。近年、全国的に増加傾向にある。弱齢幼虫はイネの葉をすじ状にかじり、白い食痕がかすり状にできる。老齢幼虫になると食害量が急速に増加し、イネの葉の中肋のみを残して食害しイネの生育を大きく阻害する。中山間部の風通しの悪い水田、遅植えや過繁茂で軟弱に生育したイネ、曇雨天の多い年に発生が多いとされる。葉色の濃い品種や過繁茂となりやすい品種、糯(もち)品種の一部で発生が多い傾向がある。発生予察情報に注意し、本田での見回りを行う。薬剤による防除適期は、発蛾最盛期から幼虫発生初期にある。

キ ニカメイガ(ニカメイチュウ)

イネの茎内部を食害し、芯枯れ茎の発生による穂数減少、登熟不良や倒伏の助長により生育を著しく阻害する。近年、食用イネでの発生は少発生傾向が続いているが、茎の太い品種や葉色の濃いイネを好むことから、WCS 用イネでの発生動向には注意が必要である。

ク 斑点米カメムシ類

斑点米を発生させるカメムシは多数の種が知られているが、北日本と西日本地域では水田内で優先する種類が異なるとともに、その発生生態や被害様相も異なる。これらカメムシ類は、主に水田周辺の雑草の種子を餌としており、イネ出穂期になると水田に徐々に侵

入してイネの穂を吸汁加害する。吸汁痕が黒変して斑点米を生じ、食用米では規定以上の斑点米が混入した場合には検査等級が下がってしまい、経済的な損失が大きい。このため、WCS 用イネそのものの被害が問題になることは少ないと考えられるが、食用イネでの斑点米発生には十分に注意する必要がある。特に食用イネ水田と隣接している場合には、水田内のイネ科雑草や畦畔雑草の管理に注意を払い、WCS 用イネがカメムシ類の発生源とならないようにすることが大切である。



図 2-36 斑点米カメムシ類

左：アカスジカスミカメ
(北陸、九州)

中：クモヘリカメムシ
(東北～西日本)

右：ミナミアオカメムシ
(温暖化で分布拡大)

ケ スクミリンゴガイ（ジャンボタニシ）

九州などの西南暖地、特に湛水直播栽培ではスクミリンゴガイによる食害が著しい。このため、スクミリンゴガイ生息地域では、田畑輪換、侵入防止網による水路から本田への侵入防止、ロータリー耕耘による貝の機械的な破砕等により貝の密度を低下させる。さらに、落水出芽や浅水管理を組み合わせることで食害を耕種的に回避する。平成 20 年にメタアルデヒド剤によるスクミリンゴガイの防除が可能となったが、食用イネに対する農薬登録であり WCS 用イネには使用できないことに注意する。なお、スクミリンゴガイの生態と防除対策については、九州沖縄農業研究センターのスクミリンゴガイのホームページに詳しい。

コ その他の害虫

北日本では、イネクビホソハムシ（イネドロオイムシ）が多発生する場合がある。その他、ツマグロヨコバイ、イネミズゾウムシ、イネヒメハモグリバエ、イナゴ類などが主要害虫として上げられる。

(参考文献等 9)

- 1) 八重樫博志ら (1989) 昭和 63 年に多発したイネ稲こうじ病 植物防疫 第 43 巻 第 6 号
- 2) 江村 薫・内藤 篤 (1989) イチモンジセセリの発育と温度の関係及びそれを利用した防除適期の予測 埼玉県農業試験場研究報告 第 43 号
- 3) 園田亮一 (1996) 稲こうじ病の発生生態と防除法 植物防疫 第 50 巻 第 9 号
- 4) IPM マニュアルー総合的病害虫管理技術ー (養賢堂 2005 年 9 月)
- 5) 松村正哉 (2006) 主要飼料イネ品種における移動性イネウンカ類の発育・増殖特性 九州病害虫研究会報 第 52 巻
- 6) 松山裕城ら (2006) イネツトムシにより食害を受けた稲発酵粗飼料の飼料価値 畜産草地研究

成果情報 6 (畜産草地研究所)

- 7) 荒井治喜 (2009) 飼料イネ栽培で問題となる病害と防除対策 植物防疫 第 63 巻 第 9 号
- 8) 西宮智美 (2009) 飼料イネにおけるイチモンジセセリ (イネツトムシ) の発生と防除 植物防疫 第 50 巻 第 9 号
- 9) 飼料用米の生産・給与技術マニュアル (独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 2010 年 3 月)
- 10) 松村正哉 (2010) イネウンカ類の薬剤抵抗性問題と防除対策・技術と普及 第 47 巻 8 月号
- 11) 松村正哉・酒井淳一 (2011) セジロウンカが媒介するイネ南方黒すじ萎縮病 (仮称) の発生 植物防疫 第 65 巻 第 4 号
- 12) 九州沖縄農業研究センター・スクミリングガイのホームページ
(<http://www.naro.affrc.go.jp/karc/applesnail/index.html>)
- 13) 砥綿知美ら (2013) 主要新規需要米品種におけるセジロウンカの産卵数および殺卵反応による卵死亡率の品種間差異 九州病害虫研究会報 第 59 巻
- 14) 松村正哉 (2013) イネウンカ類の薬剤抵抗性：現状と今後の課題 植物防疫 特別増刊号 No. 16
- 15) 芦澤武人 (2013) イネ稲こうじ病の発生生態と今後の防除技術の開発に向けて 植物防疫 第 67 巻 3 月号
- 16) 松村正哉 (2014) 飼料米はなぜウンカにねられやすいのか? 現代農業 2014 年 6 月号

(4) 雑草管理

① 雑草害と雑草管理の重要性

WCS 用イネ栽培では、収穫物に混入した雑草も飼料として利用できるもので、雑草も含めた地上部生産量を確保すれば良いとする考えがある。しかし、雑草が繁茂するとイネの地上部収量が低下するだけでなく、雑草が病虫害の寄主となってその発生を助長し、収穫作業の妨げになるなどの雑草害が生じる。また、収穫物への雑草の混入は、水分含量の違いによる稲発酵粗飼料の栄養価や発酵品質の低下を招き、牛の嗜好性の低下や雑草の種類によっては有毒物質による家畜の中毒も懸念される。さらには、残草より脱落した多量の雑草種子は翌年以降の雑草多発の原因となる。したがって、WCS 用イネ栽培であっても、食用イネの栽培と同様に、被害が生じない程度に残草量を低く抑える適正な雑草管理が重要である。

② 問題となる雑草

WCS 用イネ栽培において特に問題となる雑草には、収穫物への混入によって稲発酵粗飼料の栄養価や発酵品質を低下させる雑草 (表 2-15、図 2-37①～⑧) や水稻栽培で防除困難とされる雑草などがある。

アメリカセンダングサ (図 2-37⑧) やタウコギ (図 2-37⑥) などは湛水条件よりも落水条件でよく出芽するので、できる限り湛水条件を保つなど、水管理に注意して発生を防ぐことが重要となる。コナギ、ヒメミソハギ類、タマガヤツリなどは代かき後の湛水条件で一斉に出芽するので、初期の土壌処理型除草剤によって防除する。

表2-15 イネWCSへの混入によって飼料価値を低下させる雑草

草 種	栄養価 ¹⁾	発酵品質 ²⁾	硝酸態窒素 ³⁾	草 種	栄養価 ¹⁾	発酵品質 ²⁾	硝酸態窒素 ³⁾
栄養価を低下させる雑草				栄養価、発酵品質及び安全性に対する影響が懸念される雑草			
アゼガヤ	×	△	○	コナギ	△	△	△
チョウジタデ	×	○	△	栄養価及び安全性に対する影響が懸念される雑草			
ヒメミソハギ類	×	○	△	タマガヤツリ	△	○	△
クサネム	×	○	○	ヒレタゴボウ	△	○	△
発酵品質及び安全性を低下させる雑草				栄養価、発酵品質及び安全性に対する影響が小さい雑草			
イボクサ	○	×	×	ヒメタイヌビエ	○	○	○
発酵品質を低下させる雑草				イヌホタルイ	○	○	○
タウコギ	○	×	—	クログワイ	○	○	○
安全性を低下させる雑草				ヤナギタデ	○	○	○
タカサブロウ	△	○	×	ミズガヤツリ	○	—	○
アメリカセンダングサ	○	○	×	コウキヤガラ	—	—	○

1) 生重換算で10%混入した場合にTDN含量が5ポイント以上低下する草種は×, 30%混入した場合にTDN含量が5ポイント以上低下する草種は△, それ以外の草種は○で示した。—は, 調査なし。

2) 生重換算で30%混入した場合にV-SCOREが60点以下になる草種は×, 80点以下になる草種は△, それ以外の草種は○で示した。—は, 調査なし。

3) 生重換算で10%混入した場合に硝酸態窒素含量が1000ppm以上となる可能性がある草種は×, 100ppm以上となる草種は△, それ以外の草種は○で示した。—は, 調査なし。また, 雑草中の硝酸態窒素含量は施肥条件, 水管理, 生育ステージなど環境条件によって著しく変動する。

ノビエ、イヌホタルイ、クログワイはWCS用イネへの混入による飼料価値への影響は小さく、タイヌビエではWCS用イネに混入してもみかけの収量（イネと雑草の合計乾物重）や発酵品質に大きな影響は無いとされる。しかし、これらはいずれも水稻栽培における難防除最強害雑草であることから、適正な防除によって次年度以降の埋土種子や塊茎を増やさないことが大切である。



①アゼガヤ

本州、四国、九州に分布するイネ科一年生雑草。水田、畦畔などに生育する。湛水土壌中からは発生しないため、畦畔沿い、浅水管理、落水管理などで発生しやすい。



②チョウジタデ

全国に分布するアカバナ科一年生雑草。水田、畦畔、湿った畑地などに生育する。

図2-37 (①～②) WCS用イネ栽培で問題となる雑草



③ホソバヒメミソハギ

熱帯アメリカ原産で関東以西に分布するミソハギ科一年生帰化雑草。水田などに生育する。水田に発生するヒメミソハギ属雑草としては、他に在来種のヒメミソハギ、帰化雑草のナンゴクヒメミソハギ、シマミソハギがある。



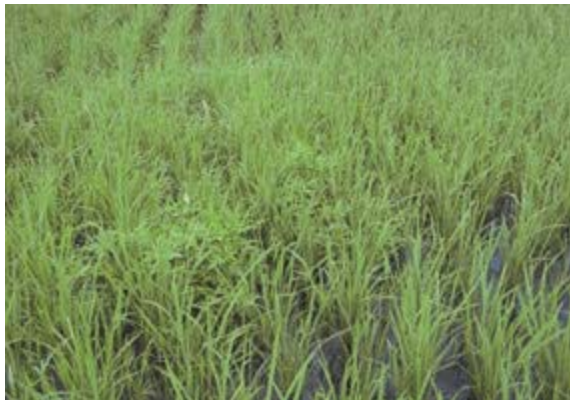
④クサネム

全国に分布する大型のマメ科一年生雑草。水田、畦畔、湿った畑地などに生育する。湛水土壤中からは発生しないため、畦畔沿い、浅水管理、落水管理などで発生しやすい。



⑤イボクサ

全国に分布するツルクサ科一年生雑草。水田、畦畔などに生育する。湛水土壤中からはほとんど発生せず、耕起・代かき前に発生した個体が代かき後に再生して生育するケースが多い。



⑥タウコギ

全国に分布する大型のキク科一年生雑草。寒冷地に多く発生する。水田、畦畔などに生育する。湛水土壤中からは発生しないため、畦畔沿い、浅水管理、落水管理などで発生しやすい。



⑦タカサブロウ

本州以南に生育するキク科一年生雑草。水田、畦畔などに生育する。水田に発生するタカサブロウ属雑草としては、他に熱帯アメリカ原産の帰化雑草のアメリカタカサブロウがある。湛水土壤中からは発生しないため、畦畔沿い、浅水管理、落水管理などで発生しやすい。



⑧アメリカセンダングサ

北アメリカ原産で全国に分布する大型のキク科一年生帰化雑草。水田、畦畔、湿った畑地などに生育する。湛水土壤中からは発生しないため、畦畔沿い、浅水管理、落水管理などで発生しやすい。

図 2-37 (③～⑧) WCS 用イネ栽培で問題となる雑草

③ 雑草防除法

丁寧な代かき、除草剤（農薬使用の項に掲載）の利用および適正な水管理が WCS 用イネ栽培における雑草防除の基本となる。省力・低コストが求められる WCS 用イネ栽培では、より簡便な除草体系や除草剤の使用量の削減が望まれる。WCS 用イネをできるだけ旺盛に育てることも雑草抑制に有効である。

湛水直播栽培では、イネ出芽後に土壌処理剤を湛水処理する。その後、必要に応じて、茎葉処理剤を処理する。暖地、温暖地などでスクミリンゴガイによる食害回避のためにイネ出芽後も長期間落水管理する場合は、播種後、初期剤を湛水処理し、その後自然落水による落水管理を行う。必要に応じて、再入水前に茎葉処理剤を処理し、再入水後、減水深が安定したら土壌処理剤を湛水処理する。

乾田直播栽培では、乾田期間に発生した雑草は乾田期に土壌処理剤や茎葉処理剤により防除し、入水後に土壌処理剤を湛水処理する。直播栽培では移植栽培に比べて一般に除草剤の使用回数が多くなる。少しでも除草剤の使用回数を増やさないために、適正な肥培管理や水管理により WCS 用イネの生育を旺盛にするとともに除草剤の効果を高く保つよう心がける。

表2-16 WCS用イネ栽培において問題となる主要水田雑草とスルホニルウレア系除草成分による防除効果

草 種	除草効果	草 種	除草効果
イネ科		ミソハギ科	
タイヌビエ	×	ヒメミソハギ	○
ヒメタイヌビエ	×	ホソバヒメミソハギ	○
イヌビエ	×	キク科	
アゼガヤ	×	アメリカセンダングサ	×
カヤツリグサ科		タカサブロウ	×
イヌホタルイ	●	タウコギ	×
タマガヤツリ	○	ツユクサ科	
ミズガヤツリ	○	イボクサ	×
クログワイ	○	マメ科	
ミズアオイ科		クサネム	×
ミズアオイ	●	アカバナ科	
コナギ	●	チョウジタデ	×
オモダカ科		ヒレタゴボウ	×
オモダカ	●		

1) スルホニルウレア系除草成分は、カヤツリグサ科および広葉雑草に対して広い殺草スペクトラムを持つ除草剤である。

2) ○：防除効果のある草種、●：抵抗性生物型が存在する草種、×：生理的あるいは生態的な要因により防除効果が期待できない草種

クログワイやオモダカなどの難防除多年生雑草やスルホニルウレア系除草剤（SU 剤）抵抗性雑草（SU 剤抵抗性イヌホタルイや SU 剤抵抗性コナギなど）が発生する水田では、それらの防除が難しい直播栽培は避け、移植栽培でそれらに有効な初・中期一発処理剤とベンタゾンを含む茎葉処理剤を組合せた体系処理により防除する（表 2-16）。WCS 用イネ栽培では難防除雑草の発生密度を低く抑えておくことが重要であり、田畑輪換や秋～冬の耕耘などが難防除多年生雑草の密度低減に有効とされる。SU 剤抵抗性雑草は SU 剤を含む同じ一発処理剤を毎年使い続けると発生しやすいことが知られているので、非 SU 剤や抵抗性

雑草に効果がある対策剤とのローテーションを心がける。難防除雑草が繁茂することが事前に分っている水田では、できるだけ WCS 用イネ栽培は避け、田畑輪換や食用イネ栽培を行なって徹底防除を行い、これら雑草の発生密度を低減してから WCS 用イネを栽培することが望ましい。

雑草防除法には、除草剤の他に、(1) 品種、耕起法、移植時期、栽植（播種）密度、水管理、作付体系などの耕種的手段を用いて雑草の発生・生育に不利な条件を作り、雑草を防除する生態的（耕種的）防除法、(2) 水田除草機を利用した機械的防除法、(3) 再生紙あるいはアゾーラを利用したマルチによる物理的防除法などがある。WCS 用イネ栽培における生態的防除法としては、雑草に対する生育抑制力が大きい WCS 用イネ専用品種の利用や、暖地で行われている刈取り後の再生が旺盛な WCS 用イネ専用品種を用いた 2 回刈り栽培の利用などがある。しかし、これらの防除法は、単独で化学的防除法を代替するほど効果の高いものではなく、また、必ずしも省力・低コストな雑草管理法とはならないが、化学的防除にこれらを併用することによって除草剤使用量の低減が期待される。

④水稲用除草剤に対して高い感受性を示す WCS 用および飼料米用品種

WCS 用あるいは飼料米用品種である「ルリアオバ」、「ミズホチカラ」、「モミロマン」、「タカナリ」、「ハバタキ」、「おどろきもち」、「兵庫牛若丸」は、トリケトン系 4-ヒドロキシフェニルピルビン酸ジオキシゲナーゼ（4-HPPD）阻害型除草成分であるベンゾビシクロン、テフリルトリオン、メソトリオンにより、場合によっては枯死に至る強い薬害が生じるので、この除草成分を含む除草剤は使用しないよう、使用前にラベルに表示されている有効成分を確認する。なお、本マニュアルの次項の『農薬使用』には、トリケトン系 4-HPPD 阻害型除草成分を含有する除草剤は記載されていない。

（５）漏生イネ対策

WCS 用イネ栽培では、収穫作業時に多くの籾が圃場内に落下し、翌年以降にこの籾からイネが発生する場合がある（図 2-38）。このような漏生イネが食用イネを栽培する圃場で多発すると、WCS 用イネ品種由来の玄米の混入による食用イネの品質・等級の低下や生育期の養分や光環境の競合による収量低下といった問題が生じる。

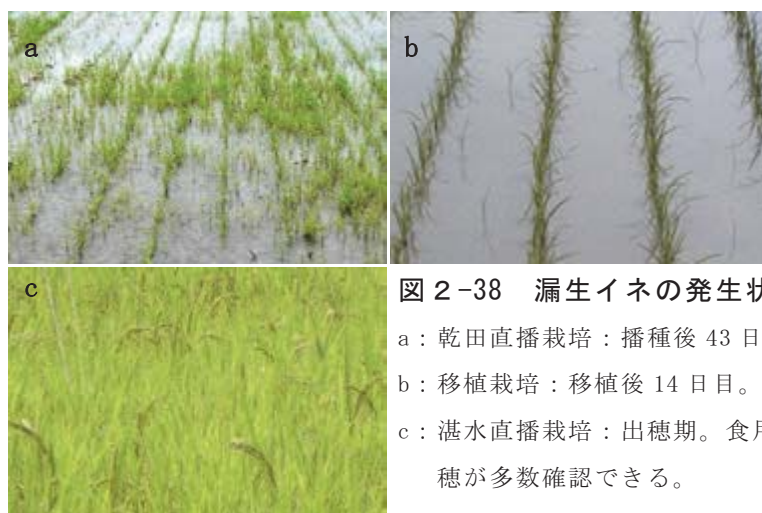


図 2-38 漏生イネの発生状況

- a：乾田直播栽培：播種後 43 日目。条間に大量の漏生イネが発生。
b：移植栽培：移植後 14 日目。条間に漏生イネが発生。
c：湛水直播栽培：出穂期。食用イネよりも稈長の高い飼料イネの穂が多数確認できる。

WCS 用イネ品種を栽培した翌年は、食用イネの栽培は避け、大豆や麦などの畑作物を栽培して慣行の除草体系で防除することが望ましい。食用イネの栽培が避けられない場合には、直播栽培は避け、移植栽培とする。また、代かきを丁寧に行って土壌を嫌気化させ、漏生イネの発生を極力低下させる。漏水が激しい圃場では、代かき後に土壌の嫌気化が進まず漏生イネが発生しやすくなるとともに、後述する除草剤による漏生イネ対策が図れないことから、あらかじめ漏水対策を施す。

①脱粒しにくく種子の越冬能力が低いWCS用イネ品種を選択

漏生イネの発生程度は、圃場に残留する種子数と種子の越冬能力に大きく依存する。脱粒しにくい品種は圃場に残留する種子数も少ないことから、栽培する WCS 用イネ品種の選択において脱粒性は考慮すべき重要な特性である。次に、温暖地・寒冷地のいずれにおいても、種子の越冬能力は種子休眠の浅い品種で低い傾向にある（図 2-39）。休眠性と穂発芽性は概ね一致するので、穂発芽性が「易」や「やや易」の WCS 用イネ品種を選択する（p8 表 2-2 参照）。

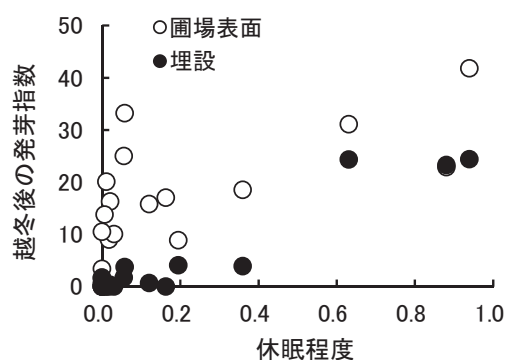


図 2-39 休眠程度と越冬後の発芽指数との関係（大平・佐々木 2011 を改変）

19 品種系統を供試した。秋季に種子を圃場表面に設置あるいは深度 15cm に埋設し、翌春に回収して越冬後の発芽能力を調査した。休眠程度＝1－(休眠打破処理しない種子の置床後 5 日目の発芽率／休眠打破処理した種子の置床後 5 日目の発芽率)。越冬後の発芽指数＝越冬後の種子の発芽率／圃場設置前の種子の最終発芽率×100。

②暖地・温暖地の漏生イネ対策

WCS 用イネの収穫後は速やかに耕起して落下種子を土中に埋没させる。落下種子は、適度な水分と温度条件の下で発芽し冬季には枯死するので、翌春の漏生イネの発生を抑制することができる（図 2-40）。用水が利用できる場合は湛水を併用するとより効果的である。ただし、耕起後に有効積算温度で 100℃・日（下限温度：平均気温 10.0℃）以上の気温条件が必要となる（図 2-41）。

なお、休眠の浅い品種は上記のような対策が有効であるが、休眠の深い品種は秋季に種子を土中に埋没させても発芽能力を保ったまま越冬することが多いので留意する（図 2-39）。

暖地・温暖地では、春季の有効積算温度が 480℃・日（下限温度：平均気温 10.0℃）程度に達する時期に漏生イネの出芽率が頭打ちになる（図 2-42）ことから、移植時期を遅くすることで漏生イネを十分に発生させ、それをロータリー耕や非選択性除草剤などによって防除する。

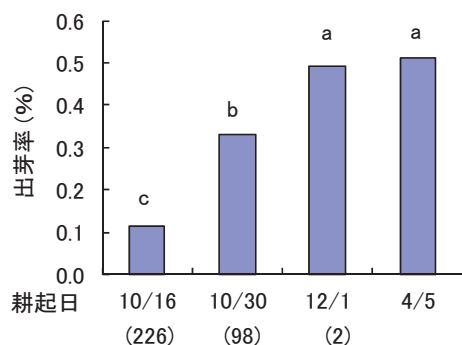


図 2-40 耕起時期が漏生イネの出芽に及ぼす影響 (大平・佐々木 2010)

品種「クサノホシ」を供試。種子の散播は 2006 年 10 月 10 日。出芽率は 2007 年 6 月 19 日に調査。耕起日の()は年内の有効積算温度 (下限温度 10℃) を示す。ロータリー耕とし、耕起深度は約 15cm。Tukey HSD 検定により、同一のアルファベット間には 5%水準で有意差がないことを示す (n=4)。

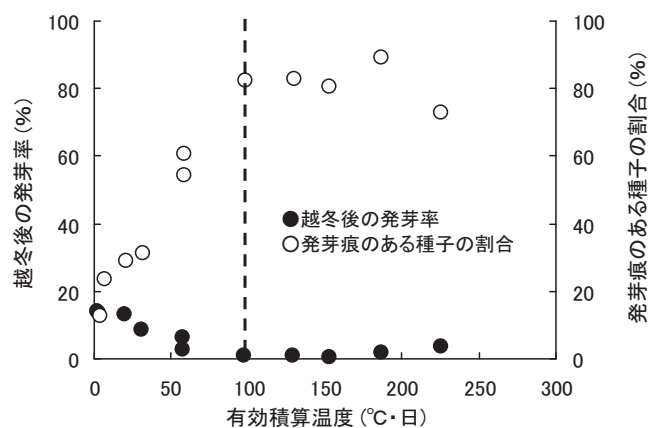


図2-41 種子を土中に埋設してからの年内の有効積算温度と越冬後の発芽率および発芽痕のある種子の割合との関係 (大平・佐々木 2010)

品種「クサノホシ」を供試。下限温度は 10℃。発芽痕のある種子の割合の調査は、越冬後の発芽率の調査と同時にを行った。

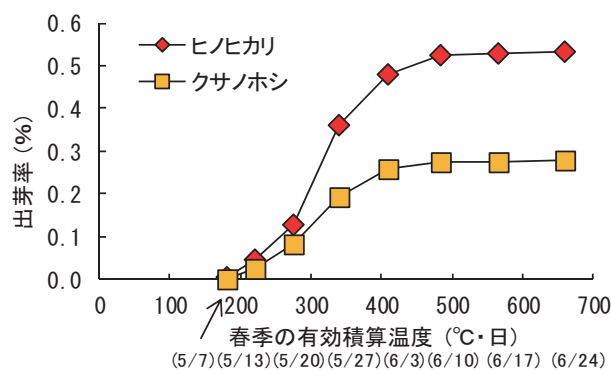


図 2-42 春季における漏生イネの出芽率の推移

品種「クサノホシ」と食用イネ品種「ヒノヒカリ」の種子を 2007 年秋季に広島県福山市の水田に散播し、2008 年 3 月下旬に耕起して出芽個体を調査した結果を示す。有効積算温度は、下限温度を 10℃として平均気温から算出した。括弧内の日付は調査日を示す。垂線は標準誤差 (n=3) を示す。

③寒地・寒冷地・高冷地の漏生イネ対策

寒地・寒冷地・高冷地では、WCS 用イネ収穫後の秋季の気温が低く、秋耕しても落下種子の発芽もしくは発芽生理が暖地・温暖地ほど進まないことから、秋耕による落下種子の減耗がさほど期待できない。特に東北中南部太平洋側では秋季の降雨が少なく、越冬前の作土は乾燥しており、冬季の積雪も比較的少ない。乾燥・低温条件下では、秋耕することで種子の腐敗が抑制され、生存越冬する可能性のある未発芽稔実種子の割合はむしろ高まる。晩生品種や、中生品種でも収穫時期が遅れた場合には、秋耕により翌春までの種子の腐敗が抑制され、生存越冬する稔実種子の割合が大幅に高まり、収穫後の耕起はむしろ後作の漏生イネを増加させることになる（図 2-43）。

これらのことから、寒地・寒冷地・高冷地では、WCS 用イネの収穫後は耕起を行わないことが望ましい。また、耕起を行わないことで、地域によっては鳥類等による落下種子の摂食による減耗も期待できる（図 2-44）。

寒冷地における最新の研究成果として、WCS 用イネ品種「リーフスター」の利用が挙げられる。宮城県で奨励品種として採用された「リーフスター」は寒冷地向けの既存品種に比べて着生籾数が少なく、また籾の登熟が進みにくいため稔実籾の割合が低い（図 2-45）。食用イネ収穫時に「リーフスター」由来の籾が混入しても、寒冷地において「リーフスター」は玄米の粒厚が薄く（図 2-46）、粒厚選別の過程でその多くが取り除かれる。したがって、食用イネの玄米への混入リスクが極めて小さい。

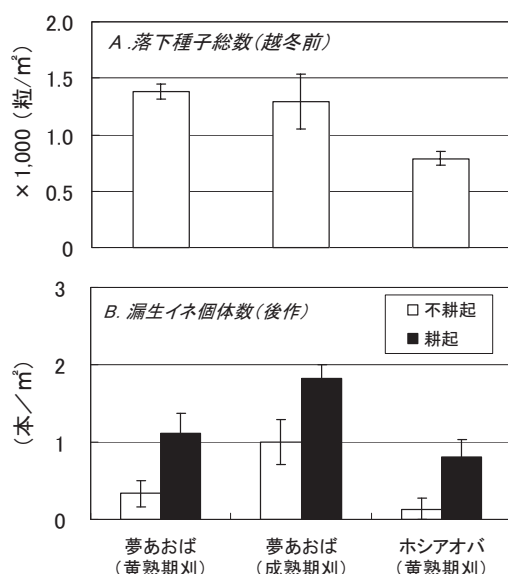


図 2-43 後作の漏生イネ発生に及ぼす収穫後の耕起と WCS 用イネ品種の収穫熟期の影響（大川・辻本 2009）

2008 年 WCS 用イネ品種作付圃場

9/19 収穫;「夢あおば」(黄熟期)

10/15 収穫;「夢あおば」(成熟期)「ホシアオバ」(黄熟期)

10/21 耕起区ロータリー耕 (13cm 深)

11/6 調査区防鳥網設置

11/25 落下種子総数調査(A); 不耕起区で計測(値は 3 地点の平均±標準誤差)

2009/4/28 全区耕起、5/23 代掻き

5/26 食用品種「やまのしずく」移植

6/4 ピリミバクメチル・プロモプチド・ペンシルフロンメチル・ペントキサゾン水和剤散布

7/15 漏生調査(B); 移植株から離れた株を計数(値は 3 地点の平均±標準誤差)

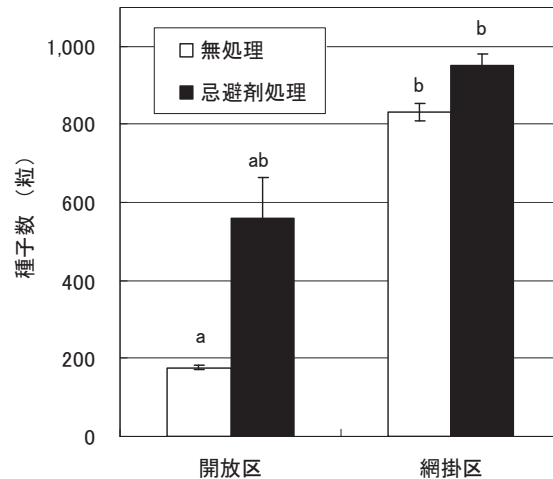


図 2-44 冬季の鳥類の摂食による地表落下種子の減耗 (大川・辻本 2008)

開放区: 稲株・わら残渣・落下種子を除去した 2m×2m

網掛区: 開放区に 1.5m 高まで防鳥ネットで囲い設置 (両区とも不耕起)

2007.10/22: 区内地表面 (20cm×20cm) にホシアオバの乾粃 1,000 粒を設置、忌避剤: チウム水和剤

2008.4/7: 区内地表面の種子を回収調査

(値は 3 地点の平均±標準誤差、a,b,c: 同文字間には 5%水準で有意差なし)

※期間中種子を摂食する姿が確認された鳥類: ツグミ (*Turdus naumanni*)、ムクドリ (*Sturnus cineraceus*)

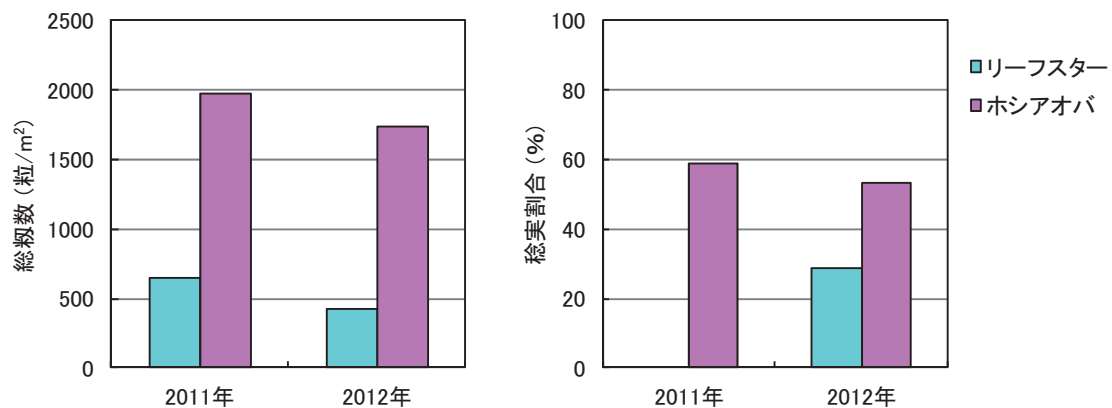


図 2-45 食用イネ栽培中に発生した漏生イネの粒数及び粒の稔実割合
(内海ら 2014 を改変)

宮城県古川農業試験場における試験結果。漏生イネを想定して 5 月上旬に 500 粒/m²の種子を散布し、耕起、代かきを行って、5 月中旬に食用水稻「まなむすめ」を稚苗移植した試験に基づく(散布種子粒数は過去のホシアオバの WCS 収穫時の落下粒数調査をもとに設定)。漏生イネの発生調査は「まなむすめ」の成熟期(9 月下旬)に実施。両品種とも、1 区 3m×0.9m 内について調査し、6 反復行った。

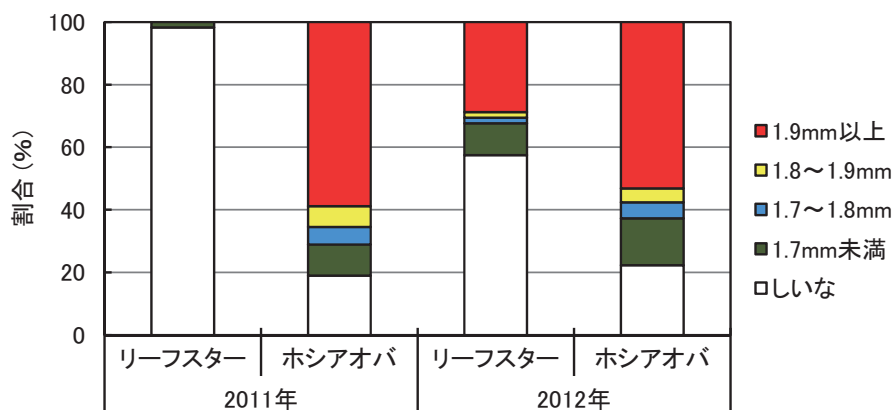


図 2-46 食用イネ栽培中に発生した漏生イネの玄米粒厚分布 (内海ら 2014)

図中の数字は粒数割合(%)を表す。漏生イネの採取は食用イネの成熟期に行った。2012 年は高温・多照傾向であり、調査前 1 ヶ月(8/20~9/20)の積算気温及び積算日照時間は 2011 年: 717℃、95h、2012 年: 803℃、223h であった。

④地域共通の漏生イネ対策

ア 石灰窒素を秋季に散布

石灰窒素に含まれるシアナミドには、水稻種子の休眠覚醒効果と発芽能力を低下・消失させる効果がある (図 2-47)。WCS 用イネ収穫後の秋季に石灰窒素を散布することで翌年の漏生イネの発生は低下することが報告されている (大平・佐々木 2008)。なお、石灰窒素散布後 2~3 週間は耕起しないこと等留意点が明らかになりつつあり、現場レベルで利用可能な技術として現在検討中である。

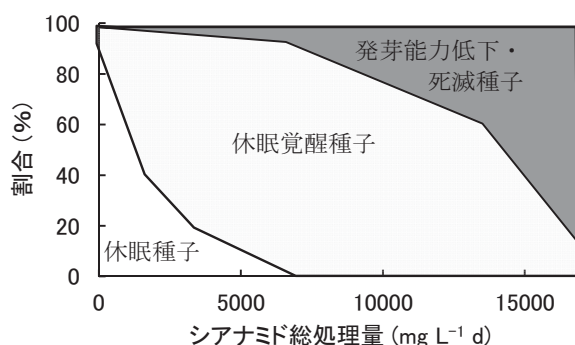


図 2-47 石灰窒素に含まれるシアナミドの処理量が種子の生理状態に及ぼす影響 (大平ら 2014)

シアナミド総処理量: 石灰窒素に水を加えて攪拌することで得られた溶液 (CS) 中のシアナミド濃度と 15℃条件で種子に CS 処理した日数を乗じた値。品種「タカナリ」を用いた試験に基づく。休眠種子は、発芽試験では発芽せずにその後 30℃2 ヶ月処理して再発芽試験で発芽した種子を示し、休眠覚醒種子は、発芽試験で発芽した種子を示す。発芽能力低下・死滅種子は、発芽試験で発芽せず、再発芽試験でも発芽しなかった種子を示す。

イ プレチラクロールを代かき後あるいは食用イネ移植直後に散布

WCS 用イネを栽培した翌年に食用イネを移植栽培する場合、プレチラクロールを含む初期除草剤を代かき後または移植直後に散布すると漏生イネの発生を抑制することができる (図 2-48)。ただし、プレチラクロールの散布に当たり、現在普及している WCS 用イネ品種

のほとんどで、不完全葉抽出以降の漏生イネは生育が抑制されずに苗立ちに至ることが多い（図2-49）。また、散布後の豪雨によりプレチラクロールが流亡した場合や、漏水田では漏生イネの発生抑制効果が著しく劣る。したがって、水田にあらかじめ漏水対策を施し、天候に注意して規定量をすみやかに散布することが重要である。

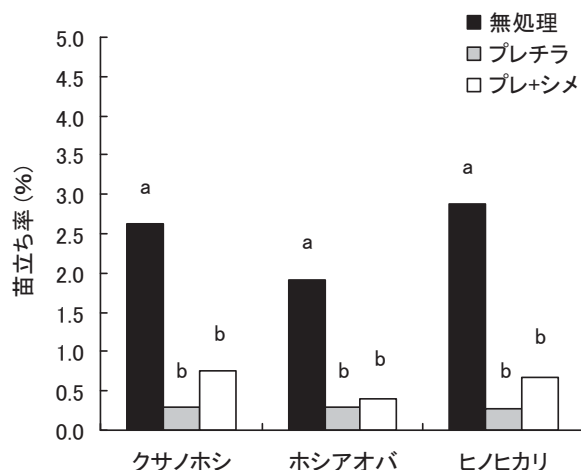


図2-48 移植後の除草剤散布が散播種子の苗立ちに及ぼす影響

WCS 用イネ品種「クサノホシ」、「ホシアオバ」および食用品種「ヒノヒカリ」の種子の散播及び耕起は2009年4月6日。同年4月27日に代かきし、5月1日にフジミノリを機械移植した。苗立ち率は6月22日に調査した。無処理：除草剤散布無し、プレチラ処理：移植直後のプレチラクロール乳剤散布、プレ+シメ処理：プレチラ処理に加えて移植後20日目にシメトリン・モリネート・MCPB 粒剤散布。変数変換した数値に対する Tukey HSD 検定により、同一品種の同一アルファベット間には5%水準で有意差がないことを示す (n=3)。

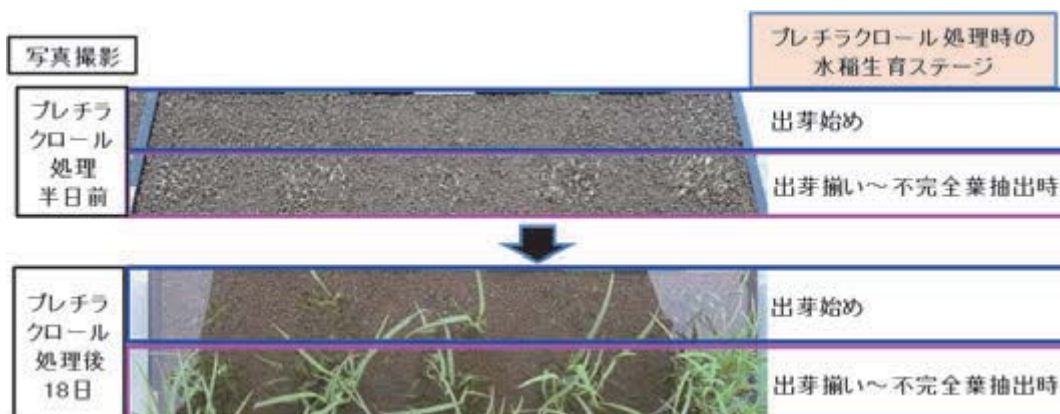


図2-49 プレチラクロール処理時の飼料用イネの生育ステージとその後の苗立ち

秋田県大仙市の東北農研センター屋外で5月11日（プレチラクロール処理半日前）～5月30日に試験品種は「きたあおば」、「夢あおば」、「北陸193号」等20品種系統を供試（写真では5品種）プラスチック容器内で試験したことから、プレチラクロールの散布量は規定の75%量

（参考文献等10）

- 1) 大平陽一・佐々木良治（2008）脱落した飼料イネ種籾の越冬後の出芽率に及ぼす耕起時期と薬剤処理の影響 日作中国支部研究集録49, 16-17
- 2) 大平陽一・佐々木良治（2010）飼料イネ品種「クサノホシ」に由来する漏生イネの出芽率は秋耕で低下する 平成21年度近畿中国四国農業研究成果情報,

<https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/warc/2009/wenarc09-13.html>

- 3) 大平陽一・佐々木良治 (2011) 飼料イネ種子の休眠程度が越冬後の発芽力に及ぼす影響とその品種間差異 日作紀 80, 174-182
- 4) 大平陽一・白土宏之・山口弘道 (2013) 漏生イネ防除を目的とした除草剤処理が多収性水稻品種の苗立ちに及ぼす影響 日作紀 82 (別 1), 56-57
- 5) 大平陽一・白土宏之・山口弘道・福田あかり (2014) 水稻種子の休眠性と発芽能力に及ぼす石灰窒素に含まれるシアナミドの影響 日作紀 83, 223-231
- 6) 大川茂範・辻本淳一 (2008) 宮城県の飼料稲栽培後作における漏生個体の防除 第 3 報 秋耕と秋期の湛水および冬期の鳥類による摂食の影響について 日作紀 77 (別 2), 42-43
- 7) 大川茂範・辻本淳一 (2009) 宮城県の飼料用稲栽培後作における漏生個体の防除 第 4 報 収穫時期と品種の違いが落下種子の越冬性と漏生に及ぼす影響 日作紀 78 (別 2), 38-39
- 8) 内海翔太・辻本淳一・星信幸・安藤慎一郎・大川茂範 (2014) 水田輪作における飼料用稲品種「リーフスター」を用いた漏生イネ対策 日作紀 83 (別 1), 32-33

(6) 農薬使用

① 病虫害防除

抵抗性品種の導入や病虫害発生予察を活用した的確な防除対策を基本とし、病虫害の発生が周辺の食用イネに影響を及ぼさないように配慮しつつ、航空防除の実施地域では作付の団地化を行うなど、防除対策について地域の関係者で十分な協議を行う必要がある。

その際、コスト低減を図るため、病虫害の発生状況を的確に把握し、必要最小限の防除に努めることが重要である。

なお、稲用に登録されている農薬のうち、①登録時のデータから稲わらへの残留性が十分に低いと認められる農薬や稲わらに残留しても牛の乳汁に検出されないことが確認されている農薬、②平成 15 年度以降に実施した WCS 用イネでの残留性試験や乳汁移行試験により残留性がないと確認された農薬は、以下のとおりである。

農薬による病虫害防除が必要な場合には、これらの中から、都道府県の稲作指導指針等に記載されている農薬を、地域の農業改良普及センターの指導に従って作型や病虫害の発生動向等を踏まえて選定する。農薬の使用に当たっては、当該農薬のラベルに記載されている「収穫〇日前まで」という使用時期の「収穫」を WCS 用イネの収穫（黄熟期）にそのまま適用するため、防除可能な期間が食用イネより 1 週間～10 日程度早まることに留意する必要がある。

また、立毛中の稲を利用した放牧についても、本マニュアルに記載された農薬の種類・使用方法に従うこと。

殺虫剤

農 薬 の 種 類
イミダクロプリド水和剤
イミダクロプリド粒剤

カルタップ水溶剤
カルタップ粒剤
カルボスルファン粒剤
クロチアニジン水溶剤
クロチアニジン水和剤
クロチアニジン粉剤
クロチアニジン粒剤
クロラントラニリプロール粒剤
クロラントラニリプロール・ピメトロジン粒剤
クロラントラニリプロール・ベンフラカルブ粒剤 ※
ジノテフラン剤
ジノテフラン液剤
ジノテフラン水溶剤
ジノテフラン粉剤
ジノテフラン粒剤
ジノテフラン・ベンフラカルブ粒剤 ※
スピノサド粒剤
チアメトキサム粒剤
テブフェノジド水和剤
テブフェノジド・ブプロフェジン水和剤
ピメトロジン粒剤
フィプロニル粒剤
ブプロフェジン水和剤
ブプロフェジン粉剤
ブプロフェジン・BPMC粉剤（有効成分含有量がブプロフェジン1%（以下）の農薬に限る）
ベンフラカルブ粒剤
BPMC乳剤
BPMC粉剤
BPMC・MEP粉剤
MEP乳剤
MEP粉剤
MEPマイクロカプセル剤

注）※については平成26年5月追加。

商品名については（一社）日本草地畜産種子協会ホームページ（<http://souchi.lin.gr.jp/pdf/news20140814.pdf>）または農林水産消費安全技術センターの農薬登録情報提供システム（http://www.acis.famic.go.jp/index_kensaku.htm）を参照してください。

殺菌剤

農 薬 の 種 類
アゾキシストロビン水和剤
アゾキシストロビン粒剤
イソチアニル粒剤
イソプロチオラン水和剤
イソプロチオラン乳剤
イソプロチオラン粉剤
イソプロチオラン粉粒剤
イソプロチオラン粒剤
イソプロチオラン・ピロキロン粒剤
イソプロチオラン・フルトラニル粒剤
イブコナゾール水和剤
イブコナゾール乳剤
イブコナゾール・銅水和剤
オキシリニック酸水和剤
オキシリニック酸・ペフラゾエート水和剤
オリサストロビン粒剤
タラロマイセス フラバス水和剤
チラウム水和剤
チウラム・ベノミル水和剤
チウラム・ペフラゾエート水和剤
銅粉剤
銅・フルジオキシニル・ペフラゾエート水和剤
トリコデルマ アトロビリデ水和剤
トリフルミゾール水和剤 ※
トリフルミゾール乳剤 ※
バチルス シンプレクス水和剤
バチルス ズブチリス水和剤
ヒドロキシイソキサゾール液剤
ヒドロキシイソキサゾール粉剤
ピロキロン粒剤
フェノキサニル粉剤
フェノキサニルマイクロカプセル剤
フサライド水和剤（フロアブル剤に限る地上散布は1000～1500倍に限る）
フラメトピル粒剤
フラメトピル・プロベナゾール粒剤
フルジオキシニル水和剤

フルジオキシニル・ペフラゾエート乳剤
フルトラニル水和剤（有効成分含有量が20%フロアブルの農薬で300倍以上の施用量の使用 方法かつ空中散布及び無人ヘリコプターによる散布であるものを除く）
フルトラニル乳剤
フルトラニル粉剤
フルトラニル粒剤
プロクロラズ乳剤
プロベナゾール粒剤
プロベナゾール粉粒剤
プロベナゾール水和剤
ベノミル水和剤
ペフラゾエート水和剤
ペフラゾエート乳剤
メプロニル水和剤（ただし地上通常散布に限る）
T P N水和剤
T P N粉剤

注）※については平成 26 年 5 月追加。

商 品 名 に つ い て は （ 一 社 ） 日 本 草 地 畜 産 種 子 協 会 ホ ー ム ペ ー ジ
[（http://souchi.lin.gr.jp/pdf/news20140814.pdf）](http://souchi.lin.gr.jp/pdf/news20140814.pdf) または農林水産消費安全技術センターの農薬登
録情報提供システム（http://www.acis.famic.go.jp/index_kensaku.htm）を参照してください。

殺虫殺菌剤

農 薬 の 種 類
イミダクロプリド・イソチアニル粒剤
イミダクロプリド・クロラントラニリプロール・イソチアニル粒剤
イミダクロプリド・フィプロニル・オリサストロビン粒剤
イミダクロプリド・カルプロパミド・チフルザミド・ダイムロン粒剤
カルボスルファン・プロベナゾール粒剤
クロチアニジン・イソチアニル水和剤
クロチアニジン・イソチアニル粒剤
クロチアニジン・オリサストロビン粒剤
クロチアニジン・カルプロパミド粒剤
クロチアニジン・クロラントラニリプロール・イソチアニル粒剤
クロチアニジン・クロラントラニリプロール・イソチアニル・フラメトピル粒剤
クロチアニジン・ピロキロン粒剤
クロチアニジン・フサライド水和剤
クロチアニジン・フラメトピル粒剤
クロチアニジン・プロベナゾール水和剤

クロチアニジン・プロベナゾール粒剤
クロラントラニリプロール・イソプロチオラン粒剤
クロラントラニリプロール・ジノテフラン・プロベナゾール粒剤
クロラントラニリプロール・ピメトロジン・ピロキロン粒剤
クロラントラニリプロール・ピメトロジン・プロベナゾール粒剤
クロラントラニリプロール・プロベナゾール粒剤
クロラントラニリプロール・ベンフラカルブ・プロベナゾール粒剤 ※
ジノテフラン・オリサストロビン粒剤
ジノテフラン・フィプロニル・プロベナゾール粒剤
ジノテフラン・プロベナゾール粒剤
ジノテフラン・プロベナゾール水和剤
チアメトキサム・ピロキロン粒剤
ピメトロジン・フィプロニル・オリサストロビン粒剤
ピメトロジン・フィプロニル・プロベナゾール粒剤
フィプロニル・アゾキシストロビン粒剤
フィプロニル・イソプロチオラン粒剤
フィプロニル・イソプロチオラン・ピロキロン粒剤
フィプロニル・オリサストロビン粒剤
フィプロニル・オリサストロビン・プロベナゾール粒剤
フィプロニル・プロベナゾール粒剤
ベンフラカルブ・プロベナゾール粒剤 ※

注) ※については平成 26 年 5 月追加。

農薬肥料

農 薬 の 種 類
ウニコナゾール P 複合肥料
プロベナゾール複合肥料

植物成長調整剤

農 薬 の 種 類
ウニコナゾール P 液剤
ウニコナゾール P 粒剤
過酸化カルシウム粉粒剤

農薬の名称（製品名）については（一社）日本草地畜産種子協会ホームページ（<http://souchi.lin.gr.jp/pdf/news20140814.pdf>）または農林水産消費安全技術センターの農薬登録情報提供システム（http://www.acis.famic.go.jp/index_kensaku.htm）を参照してください。

② 雑草防除

WCS 用イネにノビエ等の雑草が混入した場合、水分含量の相違等から品質が低下するため、雑草防除を的確に行う必要がある。特に、直播栽培を導入する場合には、雑草が繁茂しやすいので、初期の雑草防除が重要である。

稲用に登録されている農薬のうち、直播水稻への適用があり、①登録時のデータから稲わらへの残留性が十分低いことが認められる農薬、②平成 15 年度以降に実施した WCS 用イネでの残留性試験等により残留性がないと確認されている農薬は以下のとおりである。

除草剤を使用する場合には、これらの中から、都道府県の稲作指導指針等に記載されている農薬を、地域の農業改良普及センターの指導に従って作型や雑草の発生動向等を踏まえて選定する。除草剤の使用に当たっては、病虫害防除と同様に、農薬のラベルに記載されている「収穫〇日前まで」という使用時期の「収穫」を WCS 用イネの収穫（黄熟期）にそのまま適用するため、防除可能な期間が食用イネより 1 週間～10 日程度早まることに留意する必要がある。

また、立毛中の稲を利用した放牧についても、本マニュアルに記載された農薬の種類・使用方法に従うこと。

除草剤（直播栽培に適用できるもの）

農 薬 の 種 類
イマゾスルフロン・エトベンザニド・ダイムロン粒剤
イマゾスルフロン・ピリミノバックメチル・ブロモブチド粒剤 ※
イマゾスルフロン・ピラクロニル・ブロモブチド水和剤 ※
イマゾスルフロン・ピラクロニル・ブロモブチド粒剤 ※
イマゾスルフロン・フェントラザミド・ブロモブチド粒剤 ※
オキサジクロメホン・クロメプロップ・ベンスルフロンメチル水和剤
カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン粒剤 ※
グリホサートアンモニウム塩液剤
グリホサートイソプロピルアミン塩液剤
グリホサートカリウム塩液剤
シハロホップブチル乳剤
シハロホップブチル粒剤
シハロホップブチル・ピラゾスルフロンエチル・メフェナセット粒剤
シハロホップブチル・ベンタゾン液剤
ダイムロン・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤
トリフルラリン乳剤
トリフルラリン粒剤
ビスピリバックナトリウム塩液剤
ピラクロニル水和剤 ※
ピラクロニル粒剤 ※
ピラクロニル・プロピリスルフロン粒剤 ※

ピラゾキシフェン粒剤
ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド粒剤
ピラズレート粒剤
ピリミノバックメチル・ブロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン粒剤 ※
ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤
ペノキススラム水和剤
ベントゾン液剤

注) ※については平成 26 年 5 月追加。

農薬の名称（製品名）については（一社）日本草地畜産種子協会ホームページ（<http://souchi.lin.gr.jp/pdf/news20140814.pdf>）または農林水産消費安全技術センターの農薬登録情報提供システム（http://www.acis.famic.go.jp/index_kensaku.htm）を参照してください。

稲用に登録されている農薬のうち、移植水稻への適用があり、平成 15 年度以降に実施した WCS 用イネでの残留性試験等により残留性がないと確認されている農薬は以下のとおりである。

除草剤を使用する場合には、これらの中から、都道府県の稲作指導指針等に記載されている農薬を、地域の農業改良普及センターの指導に従って作型や雑草の発生動向等を踏まえて選定する。

除草剤（移植栽培に適用できるもの）

農 薬 の 種 類
イマゾスルフロン・エトベンザニド・ダイムロン粒剤
イマゾスルフロン・オキサジクロメホン・ダイムロン水和剤
イマゾスルフロン・オキサジクロメホン・ピラクロニル水和剤 ※
イマゾスルフロン・オキサジクロメホン・ピラクロニル粒剤 ※
イマゾスルフロン・ピリミノバックメチル・ブロモブチド粒剤 ※
イマゾスルフロン・ピラクロニル・ブロモブチド水和剤 ※
イマゾスルフロン・ピラクロニル・ブロモブチド粒剤 ※
イマゾスルフロン・フェントラザミド・ブロモブチド粒剤 ※
インダノファン・クロメプロップ・ベンスルフロンメチル粒剤
オキサジクロメホン・クロメプロップ・ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル剤
オキサジクロメホン・クロメプロップ・ベンスルフロンメチル水和剤
カフェンストロール・シハロホップブチル・ダイムロン・ベンスルフロンメチル水和剤
カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン粒剤 ※
グリホサートアンモニウム塩液剤
グリホサートイソプロピルアミン塩液剤
グリホサートカリウム塩液剤
シハロホップブチル乳剤
シハロホップブチル粒剤

シハロホップブチル・ピラゾスルフロンエチル・メフェナセット粒剤
シハロホップブチル・ベンタゾン液剤
ダイムロン・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤
ドレクスレラ モノセラス剤
ビスピリバックナトリウム塩液剤
ピラクロニル水和剤 ※
ピラクロニル粒剤 ※
ピラクロニル・プロピリスルフロン水和剤 ※
ピラクロニル・プロピリスルフロン粒剤 ※
ピラゾキシフェン・プレチラクロール粒剤（ただし、ピラゾキシフェン含有量が6%（以下）の製剤に限る） ※
ピラゾスルフロンエチル粒剤
ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド水和剤
ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド粒剤
ピリミノバックメチル・ブロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン粒剤 ※
プレチラクロール粒剤
プロピリスルフロン水和剤 ※
プロピリスルフロン粒剤 ※
ペノキススラム水和剤
ベンスルフロンメチル・ベンチオカーブ・メフェナセット粒剤
ベンタゾン液剤
ベンタゾン粒剤
ペントキサゾン水和剤
ペントキサゾン粒剤 ※

注）※については平成26年5月追加。農薬の名称（製品名）については（一社）日本草地畜産種子協会ホームページ（<http://souchi.lin.gr.jp/pdf/news20140814.pdf>）または農林水産消費安全技術センターの農薬登録情報提供システム（http://www.acis.famic.go.jp/index_kensaku.htm）を参照してください。

3 収穫・調製・輸送

WCS用イネは乾物収量やTDN含量を考慮すると糊熟期～黄熟期が収穫適期である。WCS用イネは主にロールベールサイレージとして収穫調製され、その体系には牧草用作業機械を利用した体系（予乾体系）と専用収穫機（コンバイン型とフレール型）や汎用型飼料収穫機、ロータリドラム式ハーベスタを用いたダイレクト収穫体系がある。WCS用イネの収穫作業をどのように行うかは、各地域の条件を考慮して作業体系や機種選定を行うことが重要である。専用収穫機体系において圃場内で自走式ベールラップを用いる場合、密封作業が全体の作業量の制約要因となる。また面積の拡大にともない適期収穫を行うためには、早晚性の異なる品種を組み合わせたり、作型を変えることで収穫に幅を持たせることが必要である。

WCS用イネのロールベールサイレージ調製のために必要な梱包密度は $150\text{kg}/\text{m}^3$ 以上とし、ダイレクト収穫体系では水分含量が高いため、安定した発酵品質を保つには乳酸菌の添加が効果的である。フィルムの巻き数は6層巻を基本とし、長期保存を行うためには8層巻き以上とする。また保管場所での鳥獣害対策を行いフィルムの破損防止に留意する。

（1）機械作業

WCS用イネの収穫体系にはフォレージハーベスタにより収穫し、固定サイロに調製する方法とロールベールサイレージとして調製する方法がある。また新たな体系としてフォレージハーベスタで収穫し、微細断した材料を細断型ロールベールで梱包する方法も地域で行われている。さらにフォレージハーベスタで微細断した材料イネを畜産農家や飼料基地のバンカーサイロに詰込む体系も検討されている。何れにしても現在のような流通をとまなうイネWCSの流通形態はロールベールサイレージが中心である。なお、ロールベールサイレージ体系では、牧草用機械を利用した体系と専用収穫機による体系があり（図2-50）、牧草用機械体系の場合には乾田や収穫期に十分に地耐力が確保できる圃場に限定される。いずれの体系においても、収穫作業時に土砂を混入させないことが、良質サイレージ生産の基本である。

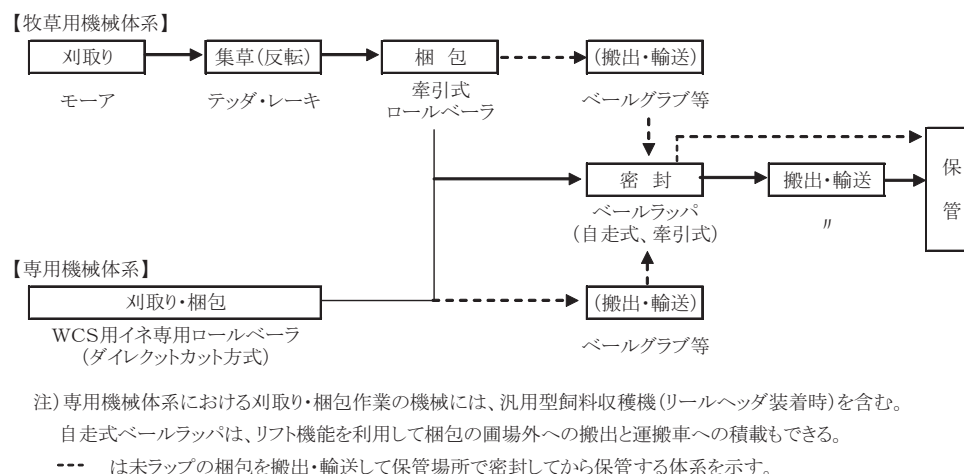


図2-50 WCS用イネの主なロールベールサイレージ収穫調製体系

①牧草用機械体系（ロールベール体系）

WCS 用イネの収穫調製作業において牧草用機械を利用する利点は、畜産農家の現有する機械を活用することで、専用収穫機などの新たな資本投資を必要とせず、特に大区画圃場においては高能率で WCS 用イネをロールベールサイレージとして収穫調製できることにある。牧草用機械体系では、まず立毛状態のイネの刈り落とし作業が必要であるが、収穫時期の WCS 用イネの水分によっては予乾作業（反転）も省略できる。また、水分が高く予乾を必要とする場合でも、土砂の混入による発酵品質や粃の脱粒による栄養価の低下を防止するため、過度の反転作業は控える。一方、ビタミンA制御型の肥育牛に給与する場合は、予乾処理を行うことで、低β-カロテン含量の稲発酵粗飼料を生産できる。

ア 牧草用収穫機を用いた予乾体系

稲発酵粗飼料の収穫法には、専用収穫機を用いるダイレクトカット体系（専用収穫機体系）と、牧草用収穫機を利用する予乾収穫体系があり、両体系には一長一短がある。高価な専用収穫機を必要とするダイレクトカット体系に比べ、畜産農家が所有する牧草用収穫機を用いる予乾体系は(図2-51)、新たな機械投資が不要で機械コストの面で有利である。しかし、予乾体系では一般に車輪トラクタが使われ、地耐力の高い圃場に限定される。このため、予乾収穫は排水が良好な圃場に限られ、早い時期から落水して地耐力を高めておく必要がある。



モータ



レーキ



牽引型ロールベアラ

図2-51 牧草用収穫機を用いる予乾収穫体系

イ 自脱コンバイン等を汎用利用した予乾体系

自脱型コンバインを汎用利用するためには、自脱コンバインの刈取り部とこぎ胴の間の刈り稈搬送用部品の一部を取り外し、脱穀選別部のフィードチェーンに簡単なカバーを装着する。このような簡易な改良によって稲の刈倒し作業に利用できる。稲を刈倒して予乾した後、梱包作業に稲わら収集用の自走ロールベアラを用いれば、レーキによる集草作業を行わず、自脱コンバインで刈倒したウィンドローのまま拾い上げ・梱包が可能であり、土壌硬度（深さ0～15cm 平均）が0.4MPa程度の地耐力の低い圃場にも適応可能である(図2-52)。

自脱コンバインの部品交換はユーザーの責任で行なうことになる。詳細は、以下ホームページに掲載されている (<http://tohoku.naro.affrc.go.jp/periodical/pamphlet/file/wcs.pdf>)。



図 2-52 自脱コンバインと自走ロールベアラ用いた予乾収穫体系

ウ 予乾した飼料イネの梱包密度及び発酵品質

図 2-53 にウィンドローの予乾による水分変化を示す。供試圃場の乾物収量（地上 5 cm 以上）は「夢あおば」（乳熟期）で 983kg、「べこごのみ」（黄熟期）で 958kg/10a である。自脱コンバインで刈倒したウィンドローの乾燥速度は、晴天で乾物収量が 1 t /10a 程度の場合、2.5～3.5%/h であり、3～4 時間の予乾で 10%程度水分が低下する。

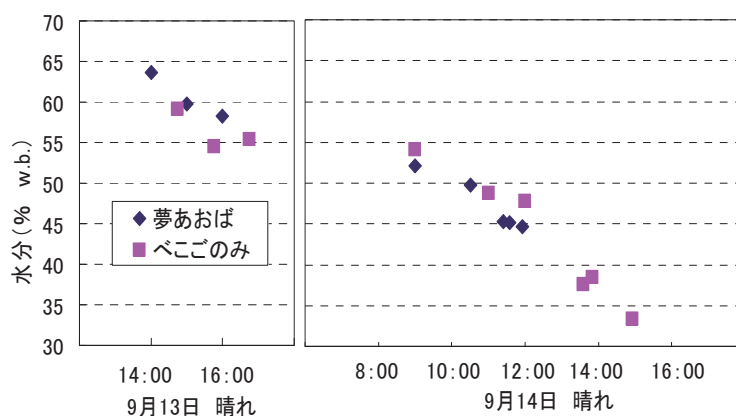


図 2-53 自脱コンバインで刈倒した稲の水分変化（2007，盛岡）

乾物収量（地上 5cm 上）は、夢あおば（乳熟期）：983kg/10a、
べこごのみ（黄熟期）：958kg/10a

予乾して材料水分を下げることで、図 2-54 に示すようにロールベールの乾物見掛け密度は上昇する。例えば、水分 65%の乾物見掛け密度は 140kg・DM/m³程度であるが、50%まで予乾した場合には 190 kg・DM/m³程度まで高密度化する。このように、水分を 15%程度下げること、ロールベールの密度の上昇によって、ベール個数を 7 割程度に減らすことができる。ベール個数の低減によって搬送・貯蔵コストやラップフィルムなどの資材コストが低減する。

予乾処理がサイレージ品質に及ぼす効果について、対照区は予乾無しで刈倒し直後に梱包し、予乾区は 3～4 時間の予乾を実施した場合、両区を比較すると、8 ヶ月貯蔵後の発酵品質において、V スコアで両区に顕著な差が認められる（表 2-17）。このように、水分の高い乳熟期においても、3～4 時間の予乾で水分を 10%程度下げること、高品質なサイレージ調製が可能である。

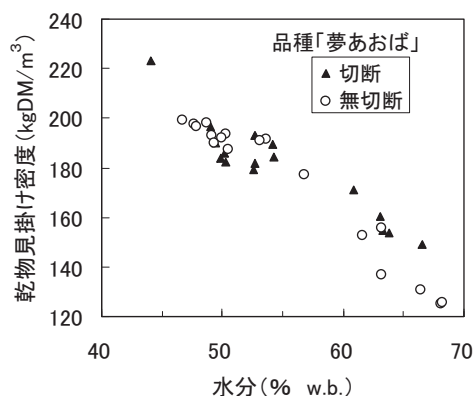


図 2-54 ロールベールの乾物見掛け密度

注) ベール径: 1.2m、幅: 1.0m

表 2-17 サイレージの発酵品質 (8ヶ月貯蔵)

	水分 (%)	pH	乳酸	酢酸	プロピオン酸	n酪酸	VBN/T N	V-スコア
	(新鮮物中%)						(%)	
対照区	66.6	5.2	0.11	0.57	0.01	0.42	11.4	34
予乾区	55.2	5.8*	0.20	0.27*	ND	0.02**	4.7**	92**

注1) 対照区は、体系で刈倒し直後に梱包(平17.9.8)

注2) ・区は、体系で刈倒し後3~4時間で梱包(平17.9.9)

注3) 品種「べこあおば」乳熟期、ベール径1.2m

注4) ND:検出されず、*: $P<0.05$ 、**: $P<0.01$

②ダイレクト収穫が可能な専用収穫機体系

立毛状態のWCS用イネの刈取りと梱包作業を行うための専用収穫機は、コンバイン型とフレール型と呼ばれる2つの機種種の自走式ダイレクト収穫方式のロールベアラが実用化され、両機種とも改良を加えて作業能率や作業性等の向上が図られてきた。コンバイン型専用収穫機については、2008年に細断式のコンバイン型専用収穫機(細断型ホールクロップ収穫機)が販売され、切断長が短く(3cm)、穂部と茎部の混合装置も付加されている。さらに長稈で多収なWCS用イネ専用品種の普及とともに、150cm程度の長稈品種まで対応できるようになった。なお、長稈対応式のコンバイン型収穫機からは、オペレータの作業環境改善を目的にキャビン仕様になっている(図2-55)。一方、フレール型専用収穫機の特徴は、コンバイン型専用収穫機と比較して靱に傷が付きやすく、多収で長稈のWCS用イネにも対応でき、専用収穫機と呼ばれているもののソルガム等の収穫や予乾したわらの拾い上げと梱包にも利用できることにある。また、本機も刈幅やロール寸法が大きくし、作業能率の向上が図られ、成形部のローラに平ベルトを装着するなどの改良によって、損失率の低減化も図られた(図2-56)。

これら専用収穫機は両機とも走行部はゴム履帯を利用しており、平均接地圧も小さいことから軟弱圃場でも安定した作業を行うことができ、両タイプともWCS用イネの収量や圃場条件等にも影響されるものの、その作業時間は約20分/10aである。その他、発酵品質の安定化を図るために両機種とも乳酸菌の添加装置が標準装備されている。



図 2-55 長稈対応のコンバイン型専用収穫機



図 2-56 現在市販化されているフレール型専用収穫機

注) 刈幅、ロール寸法の拡大、収穫ロスの低減化、ネット結束等に改良

③その他のダイレクト収穫体系用の作業機械

専用収穫機は WCS 用イネを刈落とすことなく、立毛イネをダイレクトに収穫できる自走式作業機であるが、専用収穫機と同様にダイレクト収穫が可能な自走式ロールベアラとして、汎用型飼料収穫機も市販化されている。本機の特徴は収穫部のアタッチメントを取り換えることで WCS 用イネの他に、青刈りトウモロコシ等の長大作物も収穫できることにある（図 2-57）。WCS 用イネの収穫を行う場合には、収穫部にリール式のアタッチメントを装着し、トウモロコシの収穫には、ロークロップアタッチメントを装着して収穫作業を行う。また、細断した収穫物はホッパに一時的に貯留できるため、ロールベアラを成形後のネット結束時の収穫作業を行うことができ、収穫・成形・放出までノンストップで作業ができる。



図 2-57 WCS 用イネにも対応できる汎用型飼料収穫機

左：リールアタッチを装着した WCS 用イネの収穫作業

右：ロークロップアタッチを装着したトウモロコシの収穫作業

牧草用収穫機（ロールベアラ）や専用収穫機、あるいは汎用型飼料収穫機で梱包したロールはベールラップを用いて密封する。この場合、牧草用のトラクタ牽引式ベールラップでも密封作業を行うこともできるが、軟弱な圃場条件では自走式ベールラップで密封処理を行って直接、圃場外へ搬出する体系が望ましい。25 年度から販売されている自走式ベールラップは、ガソリンエンジンからディーゼルエンジンに変更し、燃料タンク（21L）も大きくすることで、1 回の給油で 6 時間以上の作業が行えるようになっている。また、燃料消費量もガソリンエンジン仕様と比較すると、約 25% の節減が図られている。その他にも、油圧ポンプ能力の向上を図ることにより、最大 500kg のロールにおいても積載や荷降し、リフト上昇作業がスピーディーに行えるようになっている。また、コンバイン型専用収穫

機がオペレータの作業負担の低減化を図ることを目的にキャビン仕様の販売が開始されたが、自走式ベールラップについても、炎天下でのオペレータの疲労度を軽減することを目的として、運転席には日除け（キャノピー）が標準装備されている（図 2－58）。なお、輸送時のフィルムの破損防止から、未ラップの状態で輸送して畜産農家の庭先やストックヤードで密封して保管する体系もあるがフィルムの破損率は低減化されるものの輸送時の損失率は大きくなる。



図 2－58 ディーゼルエンジン仕様の自走式ベールラップ

④フォーレイジハーベスタ（ロータリードラム式搬送部のハーベスタ）を利用した体系

九州地域を中心とした大規模コントラクターでは、クローラ式トラクタとフォーレイジハーベスタを利用して WCS 用イネの収穫作業を行っている。WCS 用イネに用いられているフォーレイジハーベスタは切断した WCS 用イネを回転する大径のディスクドラムによって細断部へ搬送する構造であり、条に沿った作業だけでなく直行する方向での刈取作業も可能である（図 2－59）。



図 2－59 ロータリードラム式ハーベスタと WCS 用イネの収穫作業

写真中：WCS 用イネの条に沿った作業（中）：条に直行した収穫作業（右）

ロータリードラム式ハーベスタを用いた体系では、リバース作業によって収穫作業を行い、トラクタに装着したボンネットワゴンに細断物を吹き込んで材料イネを搬出する。本体系によって、WCS 用イネをロールベールサイレージに調製する場合は、ダンプトラック等の運搬車で細断物を輸送して保管場所において、細断型ロールベアラやロールベアラとベールラップの一体式作業機械（コンビラップ）に投入し、梱包及び密封作業を行う体系になる（図 2－60）。特に本体系は、機械装備は高額になるものの、大区画圃場での作業においては、専用収穫機の体系よりも、高能率で収穫から梱包作業ができ（図 2－61）、トウモロコシ等の長大作物の収穫もできることから、WCS 用イネだけでなく、トウモロコシ等にも活用して、機械費の低減化を図ることが重要である。なお、ロータ

リドラム式ハーベスタはWCS用イネを微細断できることから、細断物を直接、バンカーサイロに詰込む体系も検討されている。

その他、ロータリドラム式ハーベスタを利用した自走式作業機械の開発も進められている。本収穫機は、走行部にゴムクローラを利用し、刈取部の軽量化や機体後部にテッピングワゴンを搭載し、高密度輸送と収穫した微細断物をバンカーサイロ詰込む体系が検討されており、今後の実用化が期待される。

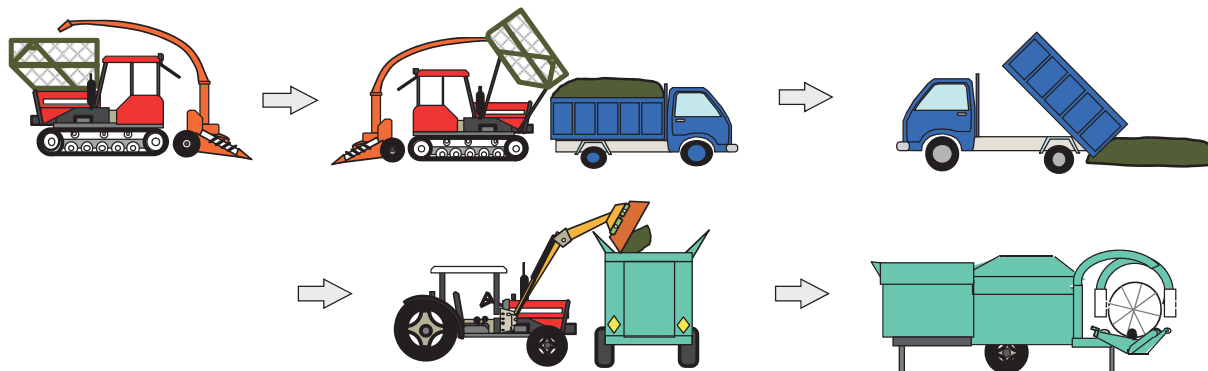


図 2-60 ロータリ式ハーベスタとコンビラップを組合せた体系の概略図

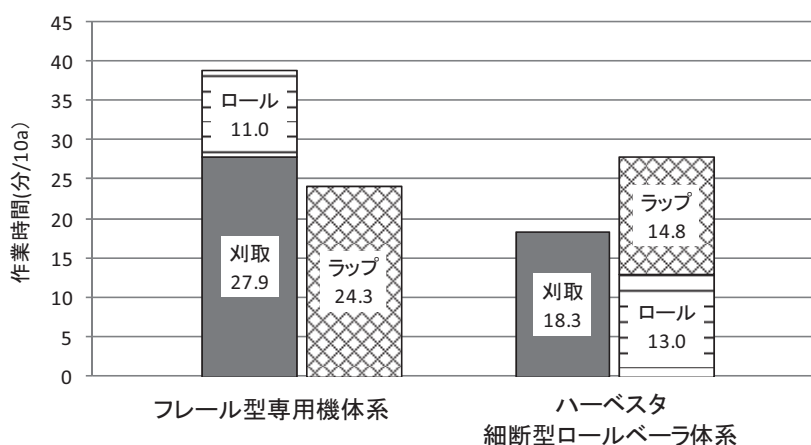


図2-61 作用機械体系ごとの作業時間

注 1) 2 回刈り栽培 (THS1) における 1 回目の収穫調査結果 (鹿児島県・鹿屋市、2008 年 7 月)。

圃場区画：フレール区 9.6a、ハーベスタ区 20.5a。

2) 使用機械：①フレール型専用機、自走式バールラッパー等、②ハーベスタ、細断型ロールベアラ、自走式バールラッパー等。

3) ハーベスタの刈取作業時間にはロールベアラ (定置) 間の移動及び荷渡時間は含まれない。

4) 10a 当たり収穫ロール数・収量 (全刈)：フレール区 17 個・3,160kg、ハーベスタ区・10 個・3,180kg。

⑤ 品種と栽培法を組み合わせたWCS用イネ収穫適期拡大技術

WCS 用イネの生産拡大にともなって、単一品種を同じ作型 (移植・播種時期) で栽培する地域では、収穫適期である黄熟期に作業を完了できずに刈り遅れとなる事例が見受けられるようになった。そこで、早晚性の異なる品種を組み合わせたり、同じ品種の作型を変

えることにより、出穂期や収穫期（黄熟期）に幅を持たせる技術が開発されている。耕種農家が個別に作業を行い、地域の作型がほぼ単一である地域では、基幹品種の黄熟期との差が 10 日程度確保できる品種を選定し、必要に応じてより早生・晩生品種も選定する。また、同じ品種を用いる場合でも、移植・播種時期を 4 週間程度遅らせると、黄熟期を 2 週間程度遅らせることができるため、代かき作業が制約要因となるような大規模経営では有効な対策となる（図 2－62）。なお、品種や作型の配置に当たっては、収穫作業の能率が向上するように、圃場をまとめて団地化することが望ましい。

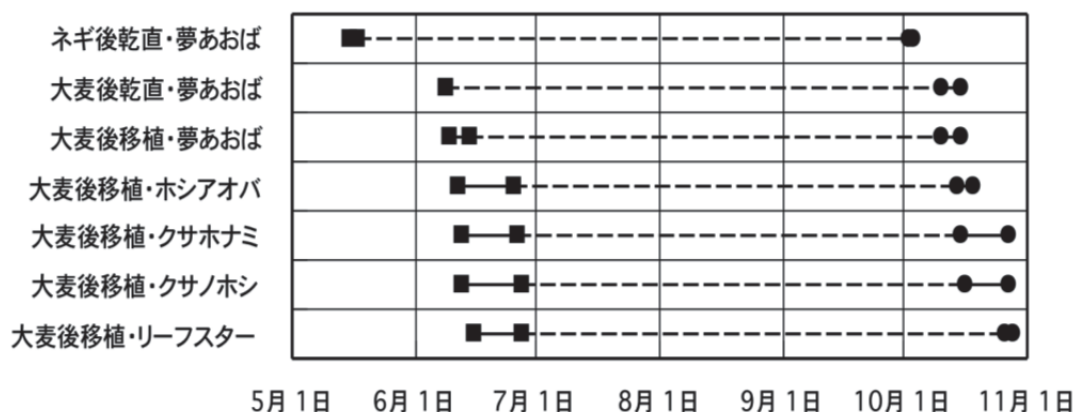


図 2－62 品種・栽培法の組み合わせ例（2008 年、茨城県結城市）

注）■から■までの実線の期間に移植・播種作業を行い、●から●までの実線の期間に収穫作業を実施した。

（2）サイレージ調製

① 材料草の条件

黄熟期で収穫する WCS 用イネは水分 65%以下のものが多く、比較的良質発酵できる適当な水分範囲であり、ダイレクト収穫も可能である。一方、WCS 用イネの茎は堅い中空構造であり、トウモロコシなどの飼料作物に比べ、サイロ内に残存する酸素量が多いため、嫌氣的条件を作るのが難しい。また WCS 用イネには付着する不良菌である好気性細菌、カビ及び酵母菌の数が多く、発酵品質の決め手である乳酸菌の数は少ない。乳酸菌の栄養源となる可溶性糖類をみると、WCS 用イネ乾物中のサッカロース、グルコース及びフルクトースの含量は、トウモロコシに比べ遥かに低い。従って確実に良質サイレージを調製するため、乳酸菌などを添加することが望ましい。

② 稲発酵粗飼料の調製

ア 収穫時期の把握

WCS 用イネの収穫適期は、糊熟期から黄熟期（出穂後 30 日頃）であり、生育が進むと籾のふんへの排出率は高くなるため、刈り遅れにならないように品種や作型を組合わせて作期を分散させることが重要である。また、ダイレクト収穫体系（専用収穫機の体系）では、極端な早刈りは避ける必要があるが、刈り落としてから 2～3 日予乾を行う体系では、早刈りで比較的高水分含量でも、予乾処理によって水分を下げるができるため、収穫適期

に幅をもたせることができる。

熟期の判定にあたっては、出穂後の日数、穂の状態を目安とする（表 2－18）。ただし、稲の登熟は、高温多照条件下では促進され、低温少照条件下では遅延するので、登熟期の気象経過に注意する。

降雨直後の収穫では高水分サイレージとなり、発酵品質が低下するので避けることが望ましい。特に予乾を伴う作業体系の場合、気象予報で 2～4 日間程度の晴天を見込んで収穫を開始する。なお、脱粒しやすい品種の場合には、刈り取りを早めて（糊熟期）、脱粒を防止するとともに、強度な反転作業は避ける。

表 2－18 WCS 用イネの熟期の判定方法

熟 期	出穂後の目安	黄化籾の割合	稲の状態
乳熟期	10日後	0%	穎は黄緑色で、穀粒は葉緑素が存在し緑色。胚乳は乳状。
糊熟期	10～25日後	0%	穎は黄緑色で、穀粒は葉緑素が残っており、黄緑色。胚乳は糊状。
黄熟期	25～40日後	50～75%	穎は黄緑または褐色で、穀粒は葉緑素が消失し黄色。胚乳は口ウ状。穀粒は爪で容易に破碎できる。
完熟期	40～50日後	95%	穀物は乾燥して固くなり、爪で破碎できない。

注1) 各熟期の日数は、茨城県つくば市で栽培されたクサホナミを指標とした目安であり、品種の早晩性（早生品種では登熟は早まる）や登熟期の気温（気温が低いと遅れる）によって変動する。

イ 梱包密度

専用収穫機や牧草用収穫機の体系とも、乳酸発酵を促進するために材料中の空気を排除して成形の良いロールを作ると同時に、ロールの梱包密度を高める必要がある。梱包密度の目標値は 150kg/m³ 以上であり、作業前には収穫機のベルトの緩みなどがないように作業前の点検を行い、密度が低くならないように十分に注意する。また収穫する際には、土砂が材料に混入しないように心がける。

改良されたコンバイン型専用収穫機は細断・攪拌機構を有していることから、梱包密度は従来型の 1.5 倍以上の高密度となる。そのため、サイレージ発酵品質も良好でカビ等の発生も少ない。

ウ 密封

梱包後に空気に長期間さらされていると、好気性微生物は材料草中の単少糖を消費するため、梱包後はできるだけ短時間で密封作業を行う。フィルムの巻き数は多くするほど長期保存に適するが、収穫翌年の夏を越えるような長期保管では 8 層巻き以上が望ましい。また保管場所へ輸送後に再ラッピングすることも品質の安定化のためには有効的な方法である。

③ 添加物の利用

降雨の後や早刈りで予乾が困難な場合など調製時の条件が良くない場合には、添加剤を利用すると貯蔵性の改善に効果がある。

現在、乳酸発酵能力に優れ、稲発酵粗飼料の品質改善に高い効果を有する優良菌株として凍結乾燥添加剤「畜草 1 号」が商品化されている（図 2－63）。「畜草 1 号」は水溶・噴霧タイプで、調製現場での添加量は WCS 用イネの新鮮材料草 1 トン当たり 5 g である。「畜草

1号」は水道水で溶かして添加することもできるので、ロール20個分の添加液調整時間は5分程度である。「畜草1号」を添加した稲発酵粗飼料では無添加区に比べ、乳酸菌数が高まり、不良菌である好気性細菌、酪酸菌及びカビの菌数が減少する。また、乳酸菌を添加した稲発酵粗飼料はpHが低下し、乳酸が多く作られ、その発酵品質は向上するとともに、その長期貯蔵性も改善される（図2-64）。



図2-63 乳酸菌「畜草1号」添加剤（左）と凍結乾燥粉末（右）

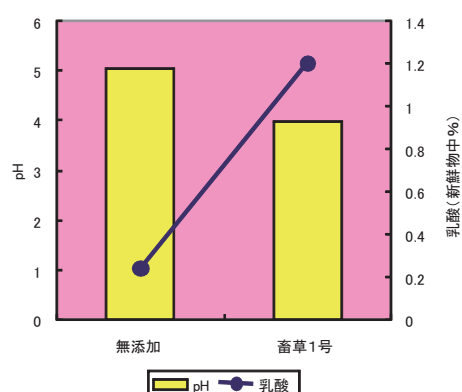


図2-64 専用収穫機による乳酸菌の添加状況

左：専用収穫機の乳酸菌添加装置（操作部下ポリタンク）、右：発酵品質

牧草用収穫機（トラクタけん引式ロールベアラ）における添加は、ピックアップ装置で拾い上げる時に噴霧し、専用収穫機の場合は刈取と同時に噴霧する装置が装着されている。

WCS用イネの専用乳酸菌として活用されていた「畜草1号」は新たに「畜草1号プラス」として、畜草1号株（ラクトバチルス・プランタラム）に初期増殖の速いSBS0001株（ラクトコッカス・ラクティス）が加えられ（図2-65）、これまでの「畜草1号」以上の効果が期待されている（図2-66）。

その他サイレージ用として市販されている乳酸菌製剤や農家が自家製でできる事前発酵乳酸菌（FJLB）も使用可能である。ただし、FJLBを用いる場合には、文献等を参考にし、使用前にpHや有機酸組成を十分に調査し、不良菌が繁殖しないような条件で用いることが重要である。



図2-65 「畜草1号」(左)とリニューアルされた「畜草1号プラス」(右)

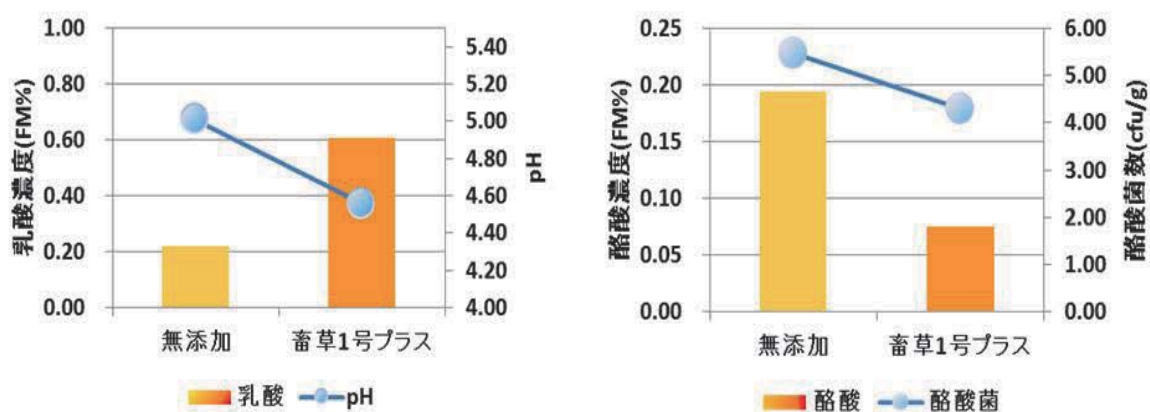


図2-66 「畜草1号プラス」の効果（雪印種苗、畜産草地研究所）

④バンカーサイロでの調製

大面積のWCS用イネ栽培とイネWCSを原料とするTMRセンターと一体となったコントラクターでの利用形態では、立地条件によってはロールベール体系より、調製コストが低減できる大型バンカーサイロでのサイレージ調製が有利な場合がある（図2-67）。ただし、イネは中空で踏圧が十分に効きにくいので、バンカーサイロでの調製は特に高密度に詰め込むことが重要である。高密度に詰め込むためには、切断長を短くすることが必要であり、微細断ができるロータリドラム式ハーベスタ（図2-60）等を用いて、切断長を10mm程度にすることが望ましい。



図2-67 細断材料のバンカーサイロへの詰め込み

熊本県で実施したロータリドラム式ハーベスタとバンカーサイロ体系での試験では、切断長が平均で8.4mmと微細断でき、大型ショベルローダで踏圧することで、全体の乾物密度は180kg/m³となり、十分な密度を確保することができ、V-scoreは90点以上と優れた発酵品質を示した（表2-19）。

表2-19 サイレージの pH、有機酸、VBN 含量及び V-score

サイロ形態	品種	乳酸菌	水分 (%)	pH	有機酸組成(%FM)			VBN/T-N (%)	V-Score
					乳酸	酢酸	酪酸		
バンカーサイロ	ミナミユタカ	添加	65.7	4.15	1.69	0.05	0.12	5.3	90
	ミナミユタカ	無添加	64.8	4.11	1.83	0.11	0.00	5.5	99
	ヒビカリ	添加	52.5	4.23	1.79	0.03	0.00	5.1	99
	ヒビカリ	無添加	52.1	4.50	1.30	0.01	0.00	5.8	98
ロールベール	ミナミユタカ	無添加	64.9	4.09	1.91	0.12	0.05	4.7	96
	ヒビカリ	無添加	52.0	4.59	1.18	0.03	0.00	6.5	97

（熊本畜研）

また、高糖分性WCS用イネを用いた試験では、詰め込み密度は $150\text{kg}/\text{m}^3$ に至らなかったものの、pHはサイロのどの場所においても4.2以下となり、優れた発酵品質であった。一方、サイロ壁面及び上部は他の場所よりpHが高い傾向が認められた(図2-68)。したがって、トウモロコシ等のバンカーサイロでの調製と同様に、壁面を重点的に踏圧し、詰め込み後は重しを設置する。また、1日の給与量に合ったサイズのバンカーサイロに詰め込み、取出し後は、しっかりと再密封をすることにより、二次発酵を防止することが重要である。

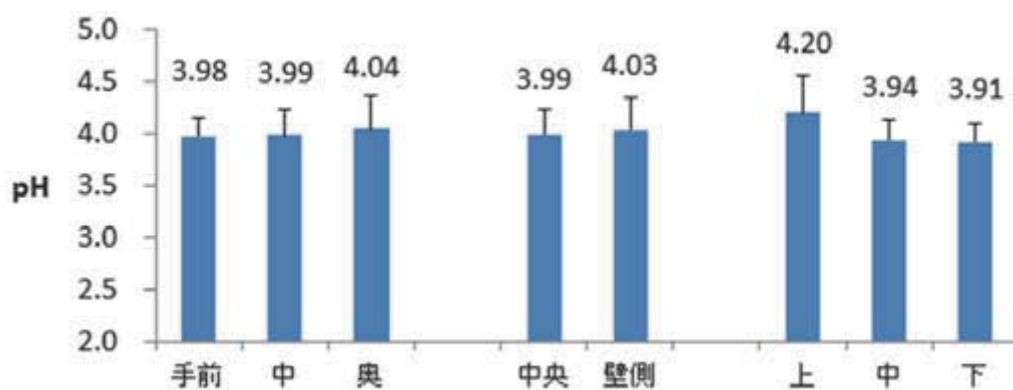


図2-68 バンカーサイロの場所ごとの pH

品種：たちすずか。サイロサイズ：W300cm×D600cm×120cm。

収穫時期、乳酸菌添加、収穫機が異なる7基のサイロの平均値

貯蔵期間は1-6か月

イネ WCS の水分の平均値は 63.2%、乾物密度の平均値は $115\text{kg}/\text{m}^3$

(近中四農研，広島畜技セ)

⑤WCS用イネのβ-カロテン及びビタミンE（α-トコフェロール）含量

植物に含まれるカロテン類のひとつである β-カロテンは、生体内でビタミンAに変換される（1mgのβ-カロテンは400国際単位（IU）のビタミンAに変換される）。

ビタミンEは、生物学的抗酸化剤として脂質の酸化防止や肉質（肉色）の保持に関与し、植物中にはα-、β-、γ-、δ-トコフェロールと、それらの立体異性体の計8種類（同族体）が存在している。その中でも、α-トコフェロールは生理活性が最も高く、生草中に多く含まれている。

立毛中のイネに含まれるβ-カロテンは、乳熟期から黄熟期に急激に減少する。β-カロテン含量を部位別でみると葉部が最も高く、次いで茎部、穂部の順である。しかし、品種や栽培条件等の影響を受けその含量は大きく変化し、黄熟期でも牧草サイレージと同程度の含量を示すことがある。また、α-トコフェロールは、乾草や稲わらに比べ豊富に含まれており、生育にともなう低下がβ-カロテンに比較して緩慢である（図2-69）。

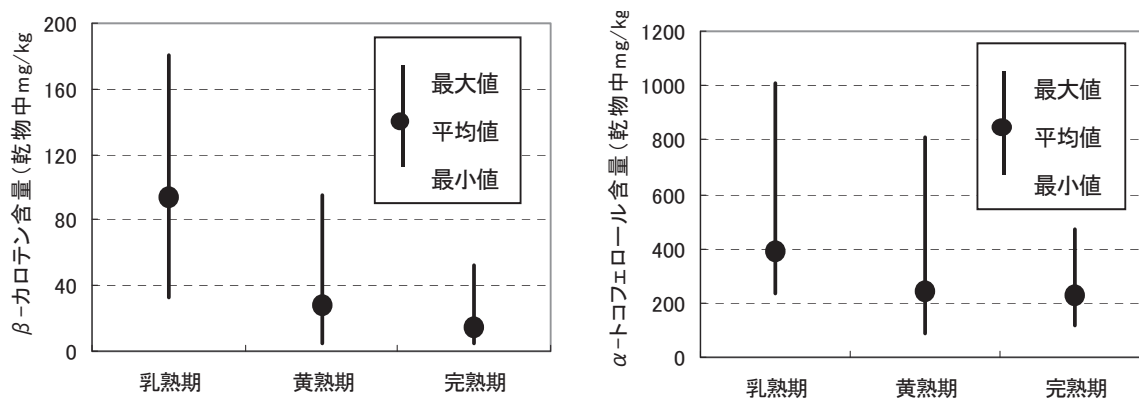


図 2-69 WCS 用イネの生育ステージ別 β -カロテン及び
ビタミン E (α -トコフェロール) 含量 (6 試験研究場所のデータ集計値)

刈取りと同時に梱包し調製された稲発酵粗飼料中の β -カロテンとビタミン E 含量は、貯蔵中に徐々に減少する。しかし、特に β -カロテンの減少程度は調製時の条件等により一様ではなく、高い含量が維持される場合 (図 2-70) や稲わら並に低下する場合もある。

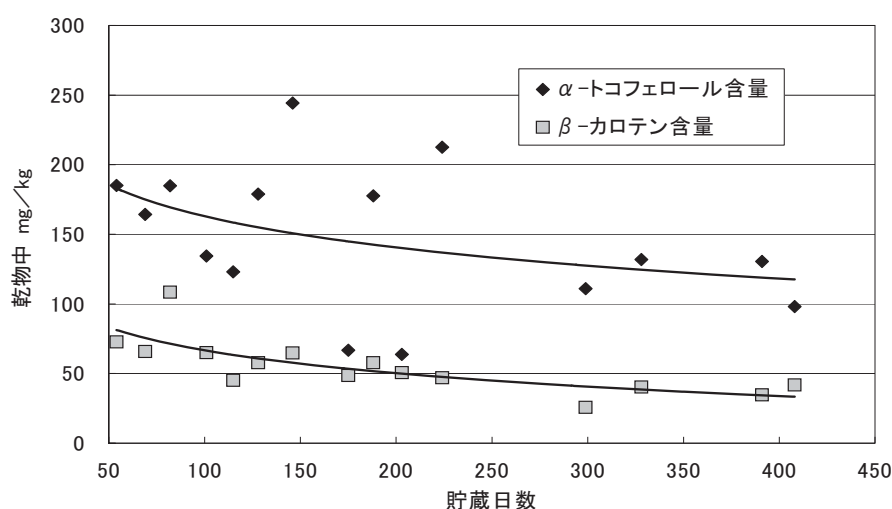


図 2-70 稲発酵粗飼料貯蔵中のビタミン E (α -トコフェロール)、
 β -カロテン含量の変化 (中西ら 2005)

注) 収穫はフレール型専用収穫機、供試品種「はまさり」

ア 予乾処理による β -カロテン含量の低減化

β -カロテンは、空気 (酸素) や光 (紫外線) により酸化分解されることから、予乾処理を組込んだサイレージ調製が β -カロテン含量の低減化に有効である。

図 2-71、2-72 に示したとおり、WCS 用イネの β -カロテン含量は予乾処理を行うことで低下する。また、乾物中の β -カロテン含量が 20mg/kg 以下の黄熟期の WCS 用イネの場合、1 日予乾後に調製することで稲わら並みに低減できる。一方、この場合の α -トコフェロール含量は、刈取り時に比べ減少するものの、乾草や稲わらより高い含量を維持する (図 2-73)。

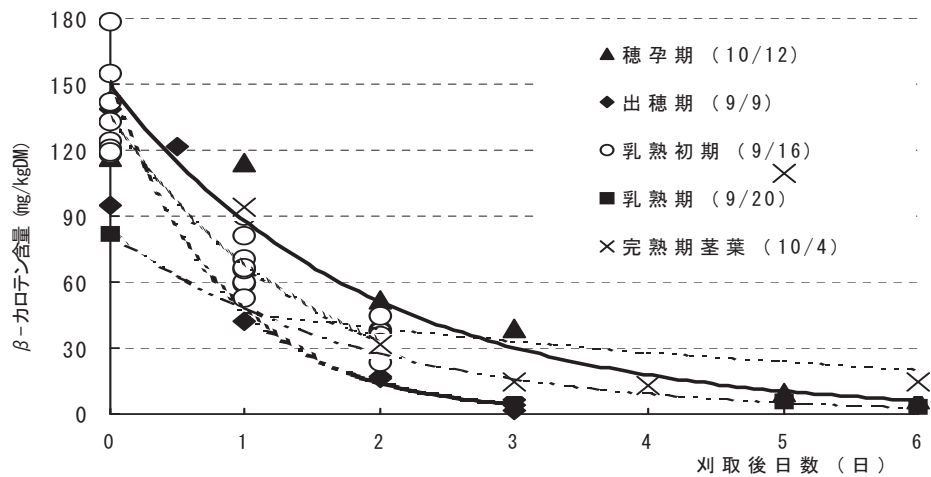


図 2-71 天日乾燥に伴う WCS 用イネの β -カロテン含量の推移(大宅ら 2005)

注) 凡例の () 内の数値は刈取り月日を示す。

供試品種「モーれつ」、モーアコンディショナで刈取り反転を実施。

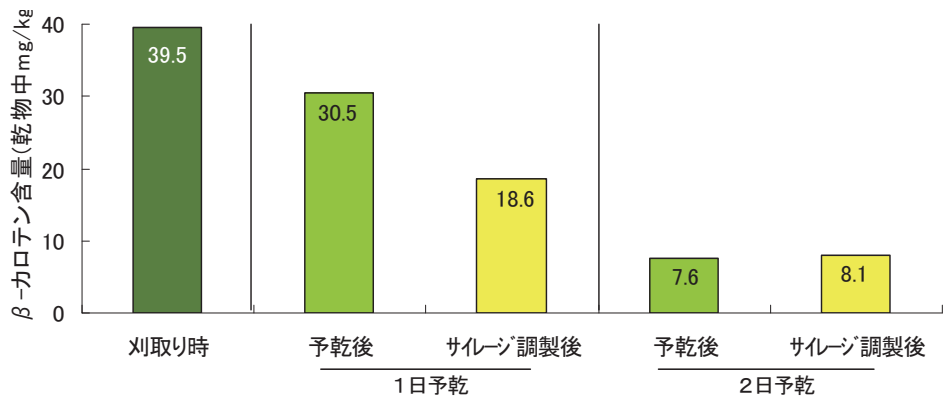


図 2-72 黄熟期の WCS 用イネの予乾日数と β -カロテン含量 (金谷ら 2006)

注) 刈取り 2003 年 8 月 21 日、供試品種「クサユタカ」、モーアで刈取り反転なし、サイレージは 120cm 径で 1 ヶ月貯蔵。

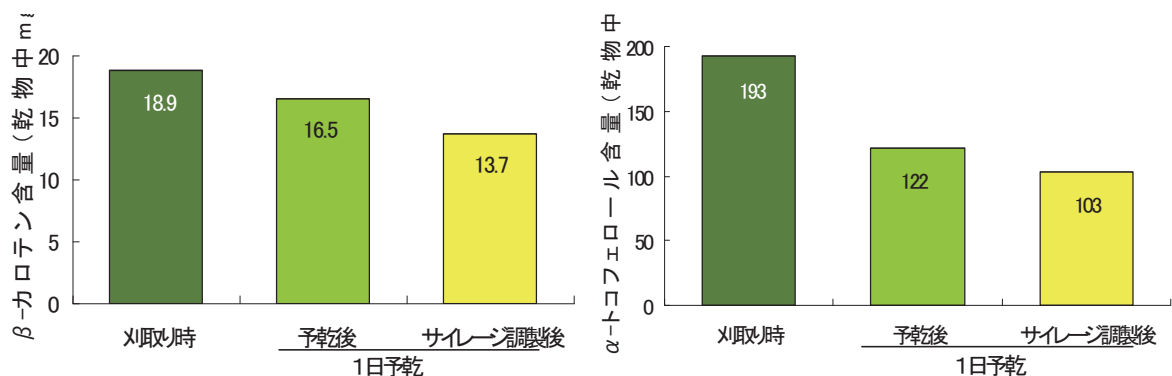


図 2-73 黄熟期における 1 日予乾処理が WCS 用イネの β -カロテン含量およびビタミン E (α -トコフェロール) 含量に及ぼす影響 (金谷ら 2006)

注) 刈取り 2005 年 9 月 8 日、供試品種「どんとこい」、モーアで刈取り反転なし、サイレージは 120cm 径で 1 ヶ月貯蔵。

イ 葉緑素計を用いたβ-カロテン含量の簡易推定法

一般に、β-カロテンの測定は、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）を用いて行われるが、前処理等の準備が煩雑で測定に時間を要することから生産現場では迅速な対応ができない場合もある。そこで、SPAD-502を用いた簡易なβ-カロテンの測定法が開発されている（SPAD法）。なお、SPAD-502とは、イネの葉緑素（クロロフィル）を測定するハンディタイプの計測器で施肥設計等に利用されている機器である。

SPAD-502と高速液体クロマトグラフィーを用いたβ-カロテン含量の測定値を比較した結果（図2-74）、WCS用イネ（ホシアオバ）の止葉のSPAD値とイネ全体のβ-カロテン含量との間には高い相関が認められた。このことから、SPAD-502を用いてβ-カロテン含量を推定することができるものと考えられる。

ただし、SPAD法は、あくまでも収穫前の立毛イネのβ-カロテン含量を簡易に推定する方法であり、サイレージ中のβ-カロテン含量の推定には利用できない。また、図2-74に示したSPAD値とβ-カロテン含量の回帰式は、品種や栽培条件、気象条件等により異なることが予測されるため、実際の給与設計に利用する場合には、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）を用いて化学分析を実施し正確な値を把握することが望ましい。

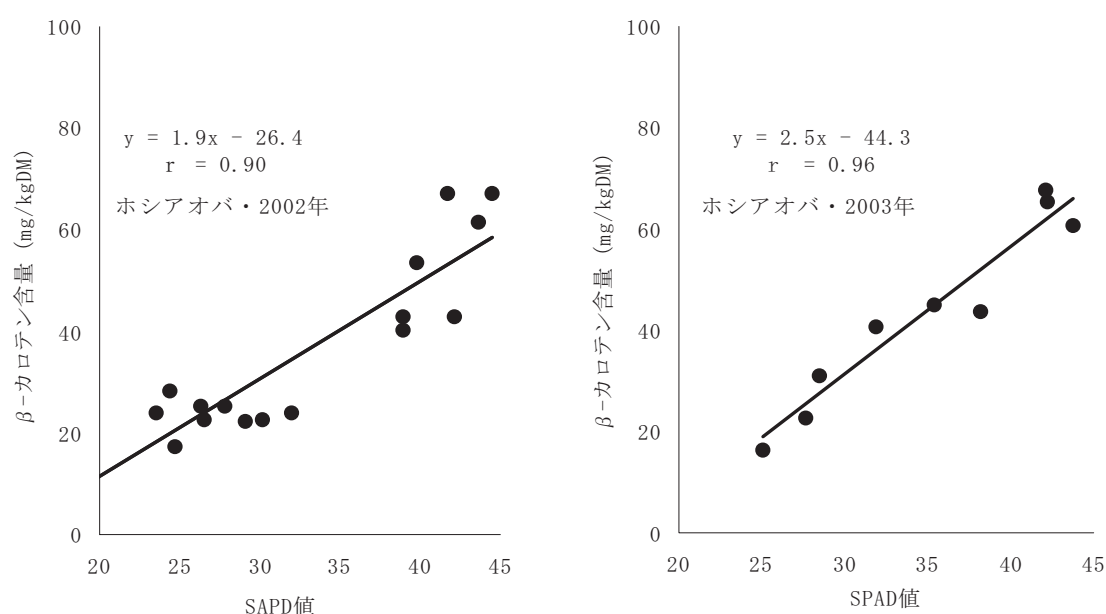


図2-74 ホシアオバのSPAD値とβ-カロテン含量との関係（平岡ら 2003）

注）SPAD値は止葉の値、β-カロテン含量はイネ全体乾物当たりの値を示す。

2002年及び2003年の両推定式の係数の間には、傾きと回帰定数ともに有意差なし。

両推定式を併合した結果、新たに得られた推定式は、 $y = 2.068x - 30.62$ となる。

（参考）

SPAD-502を用いてβ-カロテン含量を推定する手順は以下のとおりである。

- 1）生育が平均的な地点を3カ所程度選ぶ（坪刈り収量調査の対象となる地点）。
- 2）各地点から健全な止葉を選び、葉身全長を約5等分した後、SPAD-502を用いて測定する。
得られた数値の平均値をSPAD値とする（葉身5カ所の平均）。
- 3）策定された推定式のxにSPAD値を代入してイネ乾物当たりのβ-カロテン含量を推定する。

(3) 輸送と長期保管技術

① 輸 送

輸送行程では、ラップフィルムの破損防止に細心の注意を払う。フィルム破損は、ベールグラブ等での把持時に発生しやすく、特にベールグラブから滑り落ちた場合は避けられない(表2-20)。また、把持作業で不必要にロールを変形させるとフィルム内への空気侵入を許してしまうので、丁寧な取り扱いが求められる。

表2-20 作業工程と1ロールあたりのフィルム損傷箇所数との関係

	工程①	工程②	グラブからの滑り落ち
4層	1.7	0.3	2.0
6層	0.3	0.0	0.7

工程①:ラッピング→グラブ把持→トラック荷台

工程②:トラック荷台→グラブ把持→保管場所

(秋田畜試2014)

② 保管場所

台風などで冠水が予想される場所は避け、排水良好な平坦な場所を選定する。コンクリート盤上が理想だが、同様に冠水には注意する。土間だからといって、ビニールシートを敷いて保管するとシート上に雨水が溜まるので避ける。また、軟弱地盤のためにタイヤやパレットを敷くと、ネズミの巣になる可能性があるので、砂利を敷くのが良い。もちろん雑草が繁茂するような状況も好ましくない。

③ ラップフィルムの巻き数と貯蔵性

フィルム破損がなくても、紫外線などによるフィルム劣化や粘着性低下による密着のゆるみから気密性は低下していく。フィルム劣化や密着のゆるみはカビの発生量に大きく影響する。フィルム劣化や密着のゆるみを少なくするためには、使用前のフィルム保管は高温高湿な場所を避けることと、雨天時のラッピング作業を避けることが必要である。そして長期貯蔵時には、フィルム巻き数を増加させて気密性の低下に対抗する。フィルムの巻き数を4層巻き、6層巻き、8層巻きにかえて保管した場合、4層巻きでは比較的早い段階からカビによる廃棄率が高くなる(図2-75)。一方、6層巻きでは調製後10ヵ月まではカビによる廃棄率は低く、さらに8層巻きにすると1年間を経過しても、廃棄率は全体のほぼ5%以内に抑制できる。このため、重複率50%で3回ラップの6層巻きを標準とし、収穫翌年の夏を越えるような長期的に保管するロールについては1回余分にラップして8層巻きにすることが経済性や作業性の点から推奨される。

保管は縦置き、2段積み程度とする。貯蔵期間中は定期的に点検を行い、フィルム破損を発見したら速やかに補修するか、早期に給与する。フィルム破損したロール数が多く、給与するまでに長期貯蔵せざるを得ない場合は再ラッピングすることが望ましい。

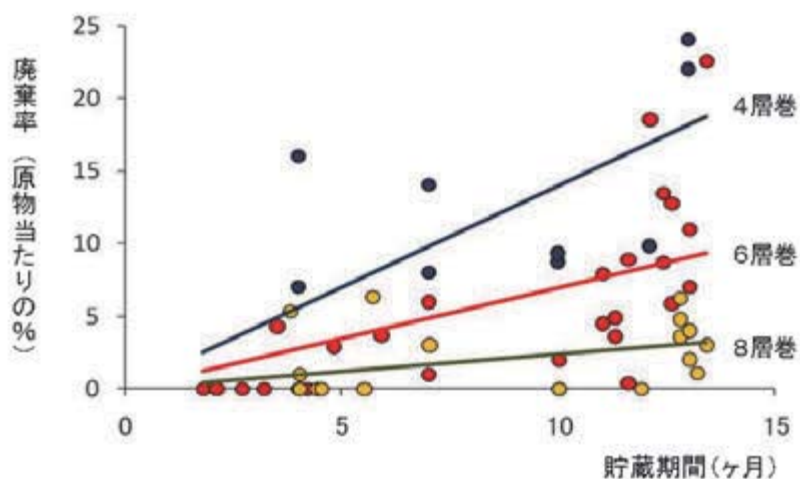


図 2-75 ラップフィルムの巻き数とカビ発生による廃棄率

(千葉畜総研 2005)

注)コンバイン型専用収穫機による尿素処理したロールペール 55 個を供試, 2004 年 10 月 2 日収穫

④ 鳥獣害対策

鳥害対策を施すことを基本とし、保管場所によっては獣害対策を加える。鳥害対策としては、防鳥ネットで周囲を完全に覆うのが理想であるが、テグスをロールの上 50cm の高さに 50cm 間隔で張れば、同様の高い効果が得られる。カラス対策に限れば、つや消し黒色のワイヤを用いると高い効果が得られることが報告されている。テグスやワイヤを使う場合、しなやかな支柱を用いると、ラップフィルムに触れて簡単にフィルムを裂いてしまうので注意する。

鳥以外に、ニホンジカ、イノシシ、タヌキ、アライグマ、ネズミなどによるフィルム破損の被害がみられる。その中でもニホンジカやイノシシがフィルムを食い破り、中のサイレージを採食する被害が増加している。ニホンジカやイノシシは、口蹄疫をはじめとする各種感染症を伝播する可能性があることから、飼料の経済的損失以上の大きなリスクをもたらす。これらに対しては、ロール全体を被覆シートなどで覆って、見えないようにすることで被害防止効果が期待できる。ただし、被覆シートで全体を覆うのは手間がかかり、また全体を覆うと場所によってはネズミ被害が発生する。その場合は、加害個体の捕獲による除去や侵入防止柵の設置を行う。

侵入防止柵として電気柵は、対象動物の目線の高さに張ることによって、鼻先でつついたりなめたりして感電し、心理的に侵入防止効果を得る。牛用の電気牧柵では 1 段目を 60cm 以上の高さにすることが推奨されているが、野生動物に対しては、目線に合わせて 1 段目をより低い高さに張らねばならない。1 段目をニホンジカは 30cm 以下、イノシシは 20cm 以下、タヌキ・アライグマに関しては 10cm 以下を目安にする。また、ニホンジカでは飛び越え防止に、最上段が 120cm 程度必要となる。イノシシならば、近畿中国四国農業研究センターで開発された「金網忍び返し柵」が比較的安価に設置できる。市販の高さ 1 m、10cm 格子の溶接金網を用い、上部 30cm ほどを外側に 20-30 度ほど折り曲げ、掘り起こされないように 5 cm は土に刺して設置する柵で、1 m 間隔で支柱を打つか、牛舎やパドックの柵を利用する (図 2-76)。柵の外側をトタンで覆って目隠しするとより効果的で、

アライグマやタヌキなどへの効果が加わる。事情に応じて電気柵と使い分けるのが良い。

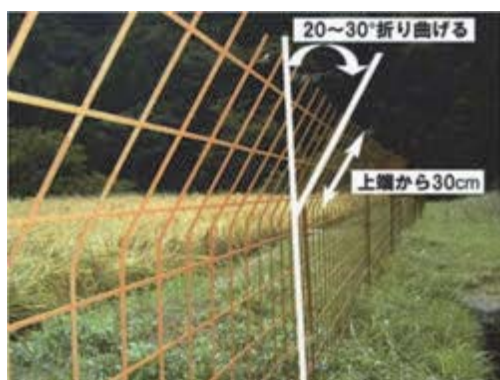


図 2-76 イノシシ対策の金網忍び返し柵
(近中四農研 2009)



図 2-77 ネズミ対策の広々配置

ネズミに関しては、これらの侵入防止柵で被害を食い止めることは難しい。捕獲や周囲の環境整備と併せて、ロールの配置方法を工夫して被害を防止する。すなわち、ネズミが常に捕食者（イタチ、猛禽類、ヘビ、猫等）を警戒しつつエサを探す習性を利用し、ロールベールを密集させて堆積するのではなく、間隔を空けて隠れ場所を作らないように広々と配置する（広々配置、図 2-77）。もともとラップフィルムへの負担を避けるため、ロールは密着せずに 20cm 程度は離して置くことが推奨されているが、この間隔を 50cm 以上（小型のミニロールは 30cm 以上）とし見通しを確保する。このようにロールの間隔を空けることによって人が保管状況を見回ることができ、フィルム破損等への対応も行いやすい。ただし、設置面積が大幅に増加することから、保管場所が十分に確保できる場合や保管場所を分散させることができる場合など、貯蔵スペースが十分に確保できることが必要条件となる。積雪地帯においては、特に間隔が狭いとロール間に雪のブリッジが架かってしまいネズミによる被害を防ぐことができない。このため、ロール間隔が十分に空けられるように、保管場所を選定する場合には、敷地内や近隣地域等の様々な舗装地に分散して保管するなどの工夫が必要となる。裸地に長期保管する場合は、ネズミが地面下にトンネルを掘って底部から食害を及ぼす被害が発生するため、網目 1cm 程度の金網（線径 1mm 程度のビニール被覆亀甲金網を推奨）または鉄板を敷いて底部を守る必要がある。金網を用いずにパレット、スノコやタイヤ等を敷くと、ロールの下にネズミの隠れ場所を作ることになり、逆に被害を助長してしまう。また、雑草の繁茂も効果を下げることから、金網に防草シートを組み合わせると良い。その他の留意点として、鳥害対策として防鳥ネットや網等で完全に覆うと捕食者の出入りも阻止して効果を下げってしまうため、テグスを利用することが望ましい。

（４）広域流通

① スtockヤードの必要性

稲発酵粗飼料の生産は、一般的な飼料作物とは異なり、畜産農家が栽培管理から収穫調製までの全ての作業を行う自己完結的な体系ではなく、耕畜農家が栽培管理を行い、畜産

農家へ流通する粗飼料である。WCS 用イネの作付面積の拡大にともない、栽培管理を耕種農家が行い、収穫調製については飼料イネ生産組織やコントラクター等が行って畜産農家へ流通する体系が中心となってきた。また、土地利用型農業法人等が栽培管理から収穫調製までの全ての作業を行う体系もある。このように、大規模な請負組織等が稲発酵粗飼料を生産する場合においては、面積拡大を図りながら供給先の畜産農家の戸数も多くなってくる。また、大区画水田に WCS 用イネを導入する場合などでは、生産圃場が平坦部で流通先の畜産農家が中山間部に位置することも多く、地域内流通が基本ではあるものの、生産圃場周辺に畜産農家が存在しない場合や飼料生産基盤が脆弱な畜産地帯でも稲発酵粗飼料が利用できるようにするためには、地域や県域を超えた広域流通を行うことも必要になってくる。特に広域流通を行う場合では、収穫調製の作業と同時にロールベールを畜産農家へ輸送していると輸送効率が非常に悪くなる。このような場合には、WCS 用イネの生産圃場の近くに一時保管場所（ストックヤード）を設け、後日、集中的に畜産農家へ輸送することが効率的である（図 2-78）。ストックヤードの設置条件としては生産圃場周辺に位置すること、浸水しない場所を選定することは当然のことであるが、非常に多くの稲発酵粗飼料が保管されることから、サイレージ臭等にも配慮して民家の隣接地は避けることも必要である。なお、ストックヤードにおける保管についても、前述の鳥獣害対策を行って安定した品質を維持することが必要である。また、一般的な飼料作物のように利用農家（畜産農家）が自ら栽培管理から収穫調製までを行い、その飼料を利用する場合では、品質の良否も畜産農家が個々の責任として処理されていたが、耕種農家が栽培管理を行い、大規模コントラクター等が収穫調製して流通（特に広域）する場合においては、生産物（稲発酵粗飼料）の品質を保持しながら畜産農家まで届ける流通システムを構築することが必要である。



図 2-78 スtockヤードでのロールの一時保管状況

② 輸送業務の外部委託化

ストックヤードを流通拠点として、稲発酵粗飼料をロールベールの形態で広域流通させる場合、地域内流通とは異なり生産者が自ら輸送業務を担うことは困難である。そのため、輸送業務を専門の運送業者に外部委託することも検討する必要がある。運送業務の外部委託化の利点は大型トラック等による多量輸送ができることにある。その一方で、輸送経費の低減化を図ることが重要な課題である。

まず、運送業者によるロールベールの多量輸送を行うためには、ストックヤード設置条件の一つとして、大型トラックが進入でき、ロールベールの荷積み作業が行える場所を選

定することが必要である。また、帰り便や他の業務の空期間を利用することも必要になってくる。稲発酵粗飼料（ロールベールサイレージ）は、生鮮食品とは異なり、発注から納品までの期間（リードタイム）が長く取れることが特徴であり、輸送時期を打合せて少しでも経費の削減を図れるように運送業者との連携を十分に図るようにする。また、運送業者のドライバーはフォークリフトの操作には熟練しているものの、ロールベールのハンドリング作業に用いるベールグラブの取扱いに不慣れである。そのため、ロールベールの荷積み、荷降ろし作業時にフィルムを破損させないことは当然のことながら、さらにストックヤードで発酵が進んだロールベールは、密封直後よりもフィルムの粘着性や復元能力も劣っていることから、強度な把持作業はロールの変形を招き、嫌気状態が保たれなくなり、その後の保存期間中にカビ発生リスクが高まる。そのため、運送業界で広く用いられているフォークリフトを用いて、しかもロールを変形させない簡易荷役具が開発されている（図2-79）。

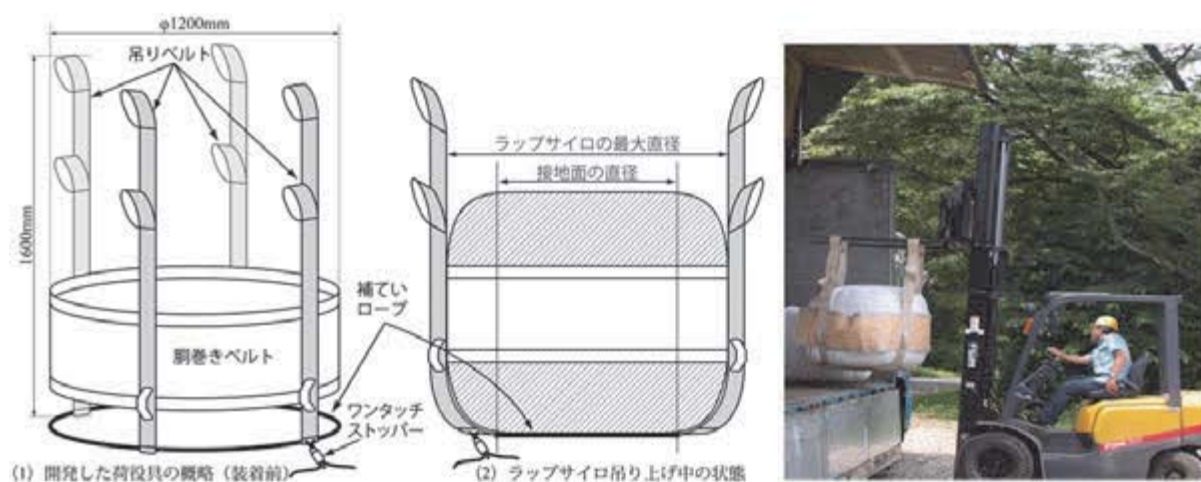


図2-79 ロールベール簡易荷役具の概略図とフォークリフトを用いたトラック荷積み作業

輸送業務の外部委託化にとって、もう一つ検討すべきことは、荷降ろし場所での大型トラックの進入と作業スペースの確保である。畜産農家の庭先まで大型トラックで輸送することは困難な場合が多く、荷降ろし場所を確保することで、運送業者へは拠点から拠点までを委託し、荷降ろし場所から各畜産農家までは自ら運搬する等の体制を検討することも必要である。また、この簡易荷役具は広域流通におけるフォークリフトを用いた作業に限らず、クレーン付トラック（ユニック車）で農道から吊り上げて圃場内からロールを搬出できることから、地域内流通においても、ベールグラブを装着したトラクタが進入できない軟弱な圃場からのロールベールの搬出作業にも活用できる（図2-80）。



図 2-80 クレーン付トラックと簡易荷役具を用いた作業

③ 稲発酵粗飼料の流通基準

広域流通になると、地域内流通のような耕種農家と畜産農家の相対取引（顔の見える関係）とは異なり、両者の顔が見えない関係での取引となる。そこで、利用者側の畜産農家にとっては飼料の安全性や品質を担保し、生産者側にとっては一層の品質や生産コスト低減のための収量の向上につなげるための「稲発酵粗飼料の流通基準」が（一社）日本草地畜産種子協会から公表されている（詳細は p178～183 の稲発酵粗飼料の流通基準を参照）。

ア イネWCSの流通におけるロットと荷姿の考え方

流通基準におけるロットの考え方は、1 圃場 1 ロットを基本としているが、隣接した圃場で同一品種、同じ圃場条件で、同じ栽培管理を行い、同一日に同一条件で収穫調製を行った圃場は同一ロットとみなす。流通にあたっての取引時の荷姿としては、立毛取引の場合では「原料イネ」、収穫密封直後に畜産農家へ流通したものは「ロールベール（原料）」、ストックヤード等で保管・発酵させてから流通させる場合には「ロールベール（サイレージ）」として、以下の表示票に必要事項を記載して提示する。

イ 原料イネ管理表示票

原料イネ管理表示票は全ての流通における全ての荷姿の場合でも記載・提示するものである。本票は販売者情報、圃場（ロット）情報、栽培管理情報、収穫調製情報から構成されている。まず圃場情報については圃場名（ロット番号）と生産地を記載し、栽培管理情報としては、栽培農家名、品種名、移植（直播）月日、堆肥、基肥、追肥施用月日の他に、除草剤及び殺虫殺菌剤についても散布月日と使用薬剤名を記載する。一方、収穫調製情報としては、収穫調製農家名（生産組織名）の他に、WCS 用イネの収穫期の熟度を記載する。収穫適期は糊熟期から黄熟期であるが、面積拡大にともない、糊熟期前の収穫や β -カロテンの低減を目的に黄熟期以降の収穫も考えられることから、収穫期の熟度については乳熟期から過熟期までの 5 段階で表示する。さらに WCS 用イネは水田で栽培されることから

圃場の状態によっては土砂が付着する可能性もあり、土砂の混入が発酵品質に大きく影響を及ぼすことから、圃場の状態について極良好、良好、不良の3段階で記載する。また収穫機械については、ダイレクトカット方式の専用収穫機（汎用型飼料収穫機、ロータリ式ハーベスタを含む）の他に牧草用収穫機で行われている場合も多く、ダイレクト収穫機の機種他に、牧草用収穫機体系の場合においては、予乾の有無と予乾日数を記載する。その他に、発酵品質や保管期間にも影響を及ぼすと考えられるフィルムの巻数や添加剤使用の有無と添加剤名も記載し、作物の状態についても、発酵品質や栄養価に大きく影響を及ぼすことから、雑草、病虫害、倒伏の程度についても3段階で記載する。なお、可能な限りロット内のロールの平均質量や収穫調製時の平均水分を記載する。

稲発酵粗飼料の場合では、栽培管理を行うのは耕種農家、収穫調製を行うのはコントラクター等の生産組織が中心であり、栽培管理者と収穫調製者が異なる場合が多い。特に面積拡大にともない、多くの耕種農家（栽培組織）が栽培管理を行い、収穫調製農家（生産組織）に収穫調製作業を委託することになり、各耕種農家が栽培管理情報を正確に記載して、収穫調製を行う生産組織等へ栽培管理情報を報告することが必要となってくる。このように耕種農家が正確な情報の記載と、その情報を伝達する必要があるが、稲発酵粗飼料を国産流通粗飼料として位置づけた場合、その安全性を確保するためには重要なことである。一方、収穫調製を行う生産組織が販売者である場合が多いが、栽培農家が販売者である場合もあり、さらに広域流通にともなって収穫調製者が第3者を介して販売することもある想定して、本票の最上段に販売者名と住所、連絡先等を記載するようになっている。これは、販売先（畜産農家）からのクレーム等の問合せ先を明確にしておき、迅速なクレーム対応ができる体制を整えておくためである。

ウ サイレージ品質表示票

サイレージ品質表示票では水分、TDN、粗タンパク質、NDF、pH、Vースコアの推奨値の他に、ビタミンA制御型肥育牛へ給与する場合のために、乾物中のβ-カロテン含量の参考値を記載してある。これらの成分分析については、同一ロット内から無作為に3点以上抽出して分析し、その結果を記載する。なお、本票は荷姿がロールベールサイレージの場合にのみ記載・提示する。

エ ロールベール表示票

本票は原料及びサイレージともロールベールの荷姿で流通する場合において、表示票をラベル印刷してロールベールに貼付して販売する（p181を参照）。なお、貼付ラベルは1年間経過しても、記載されている情報（文字等）が読み取れるように耐水耐光性の用紙を用いる（ラベル紙の型番等については、（一社）日本草地畜産種子協会に問合せのこと）。

以上のように、稲発酵粗飼料の流通基準が策定され、今後、本基準が流通するための基本となるが、各表示票に記載する項目等については、取引の当事者間で協議して決定する。

④ 生産履歴の管理

円滑な広域流通を促進するためには、品種や収穫月日などの栽培および収穫に関する生

産履歴情報を的確に管理して、利用者である畜産農家に提示する必要がある。生産履歴管理については、既に大規模コントラクターや広域流通を行っている生産組織等で行われているが、ほとんどの組織ではロールベールに通し番号や日付・圃場番号をロールベールに直接記載したり、事前に生産組織名や品種等の既知情報を印刷したラベル紙に、収穫調製後に日付や番号を記載したりし（図2-81）、その後で、圃場台帳と統合しているのが現状である。何れの場合も手作業で行われており、流通基準に準じて項目を記載するにあたり、作業の煩雑さを解消し、人的な記載ミスをなくすることが課題である。



図2-81 現在行われている生産履歴を管理する方法(手作業で情報を記載している)

このような生産履歴を管理するための各情報の取得と手作業による記載等の作業の煩雑さを回避し、人的作業ミスを防止するため、スマートフォンやタブレットのAndroid端末機を用い、移動基地局に収納したPC(Windows7)にFTPサーバ機能を持たせ生産履歴管理システムを開発中である。(図2-82左)。本システムは、事前にcsvファイルから圃場情報(圃場名、地番、品種等)等の流通基準にある項目をインポートし、作業者はAndroid端末機によって作業圃場を選択した後、栽培管情報(移植月日、施肥・防除情報等)を記録する。その後、収穫時には、収穫調製情報(収穫月日や熟度、雑草や病害虫関係、圃場状態等)を記録し、収集した情報を移動基地局にあるFTPサーバに無線でアップロードして、基地局内のラベルプリンターによって製品ラベル(ロールベール表示票)印刷できる。さらに、収穫時における作物や圃場の状態等は、Android端末機に内蔵されているカメラ機能を活用して、文字情報に加えて画像情報を需要者である畜産農家等に提示できる(図2-82右)。

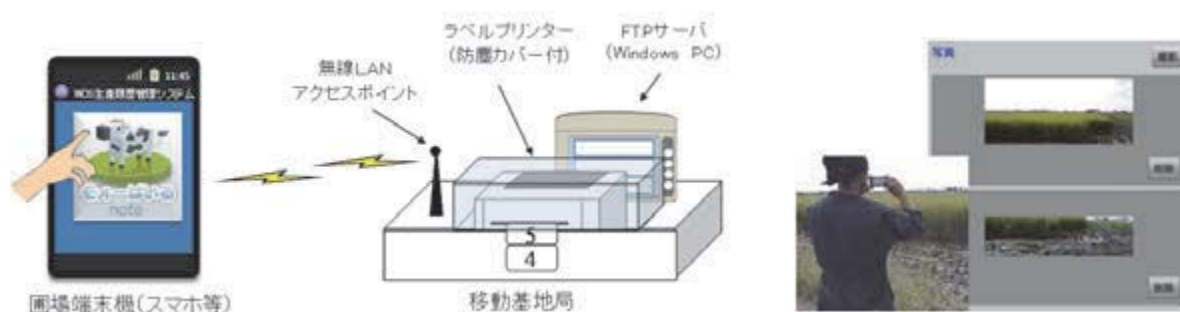


図2-82 開発中のAndroid端末機とラベルプリンターによる生産履歴管理システム

注) 写真右はカメラ機能を利用した画像情報提供のための作物や圃場条件の撮影

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と TMR 調製

- ① イネ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好な発酵品質を示すサイレージとなる。収穫時期や水分含有率などの調製条件に応じて添加資材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。
- ② 稲発酵粗飼料は熟期の進行にともなってデンプン含有率が高まり、他の成分は相対的に減少する。繊維成分の消化率は輸入乾草に比べておおむね低い。可消化養分総量 (TDN) は輸入乾草のチモシー、スーダングラス、バミューダグラスと同程度である。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おり、積極的な活用が望ましい。
- ③ 稲発酵粗飼料の嗜好性は高く、粗飼料価指数 (RVI) による物理性についても、チモシー乾草やスーダングラス乾草と同程度である。
- ④ 稲発酵粗飼料の硝酸態窒素濃度は、輸入乾草、トウモロコシサイレージ及び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) の含有量は高いが、熟期の進行やサイレージ調製の際の予乾処理により低下する。

(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（イネ、牧草、トウモロコシなどの飼料作物）をサイロやロールバ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）の三段階の発酵過程を経る。材料草としてのイネには乳酸菌や可溶性糖類（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が多い。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（ロールバール）内を嫌気状態にする。またロールバールでは、ラップが破損することで嫌気性が保たれなくなるため、ロールバールの移動時は注意する。

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% を下回る。稲発酵粗飼料では専用収穫機によるダイレクト収穫体系が多いため、降雨直後の収穫を避けたり、可能な限り露などの付着が少ない時間帯に収穫したりすることが望ましい。ダイレクト収穫において目標となる水分含有率は 65% 程度である。牧草収穫体系では予乾処理を行うことで材料草の低水分化が可能であり、この場合では乳酸

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。

③ その他

材料草の水分含有量が高いなど、サイレージ調製に必ずしも適した条件でない場合は、乳酸菌などの添加資材を使用することで良質な稲発酵粗飼料の調製が可能となる。

(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 3-1）が提唱されている。また、TN の測定は時間と労力が掛かるため、VFA と VBN のみで簡易評価する V2-スコア法（表 3-2）も提案されている。稲発酵粗飼料の品質を評価する場合は、V-スコア法もしくは V2-スコア法を用いることが望ましい。

表 3-1 V-スコア法によるサイレージの品質評価基準

VBN/TN=A	≤ 5	5~10	10~20	20<
点数 A'	50	$60-2 \times A$	$80-4 \times A$	0
酢酸+プロピオン酸=B	≤ 0.2	0.2~0.5		1.5<
点数 B'	10	$(150-100 \times B)/13$		0
酪酸以上のVFA=C	0~0.5	0.5<		
点数 C'	$40-80 \times C$	0		
V-スコア	A'+B'+C'	(80点 \geq : 良, 80~60点: 可, 60点 \leq : 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。

表 3-2 V2-スコア法によるサイレージの品質評価基準

VBN(mg)/新鮮物100g	$A \leq 20$	20~200	200<
点数 A'	50	$(1000-5 \times A)/18$	0
酢酸+プロピオン酸=B	$B \leq 0.2$	0.2~1.5	1.5<
点数 B'	10	$(150-100 \times B)/13$	0
酪酸以上のVFA=C	0~0.5	0.5<	
点数 C'	$40-80 \times C$	0	
V2-スコア	A+B+C	(80点 \geq : 良, 80~60点: 可, 60点 \leq : 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, 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、p117 図3-19 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、非構造化炭水化物（NSC）の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化炭水化物が豊富な茎葉部を併せ持つホールクロップサイレージである。実際の生産現場では、イネ科牧草やストロー類などの輸入乾草と置き換えて稲発酵粗飼料を給与するケースが多いと思われるが、輸入乾草とは異なる化学成分、消化性を持つことを先ず念頭に置く必要がある（図3-1）。

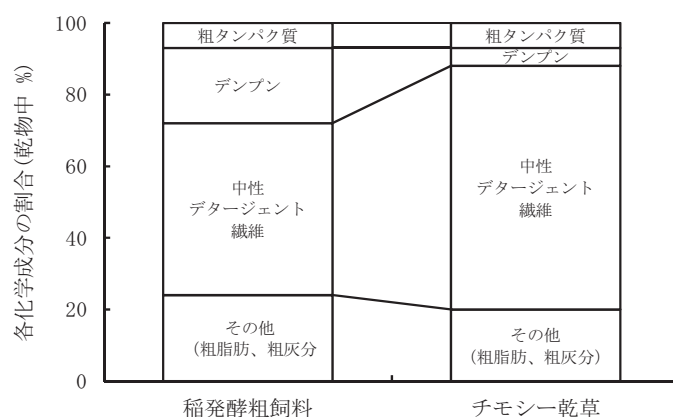
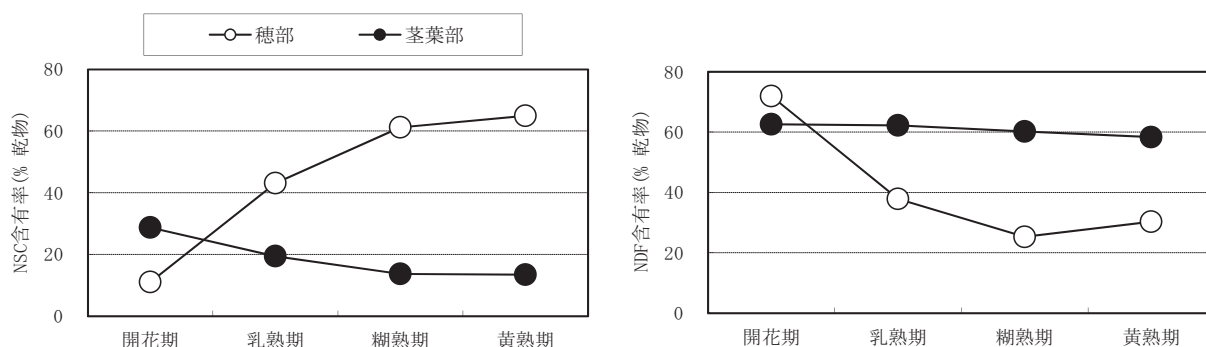


図3-1 稲発酵粗飼料とチモシー乾草の化学成分

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わるが、特に炭水化物含有率が最も顕著に変化する。穂部ではNSCであるデンプンが著しく増加し、相対的に中性デタージェント繊維（NDF）が減少する（図3-2）。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は徐々に減少する（図3-2）。



注1) NSC：非構造化炭水化物，NDF：中性デタージェント繊維(非構造化炭水化物)。

図3-2 登熟にともなうイネ（穂重型）の炭水化物含有率の推移

これらの傾向は、穂の割合が多い草型（穂重型）では顕著であるが、茎葉の割合が多い草型（茎葉型）では緩やかである。

図3-3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率の変化割合は大きいため、登熟にともなう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。

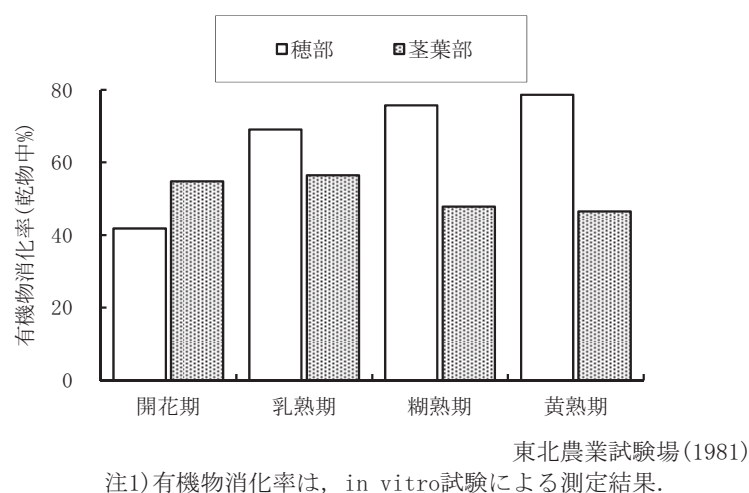


図3-3 登熟にともなう稲発酵粗飼料の有機物消化率の推移

図3-4は稲発酵粗飼料の登熟にともなう乾物収量、可消化養分総量（TDN）及び水分含有率の推移を示した図である。稲発酵粗飼料のTDNは、熟期の進行にともなう穂部の割合が高まるため増加していくが、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、黄熟期と比べて同程度、もしくは微減する。したがって、稲発酵粗飼料の収穫適期は、乾物収量と水分含有率も考慮すると“糊熟期～黄熟期”となる。

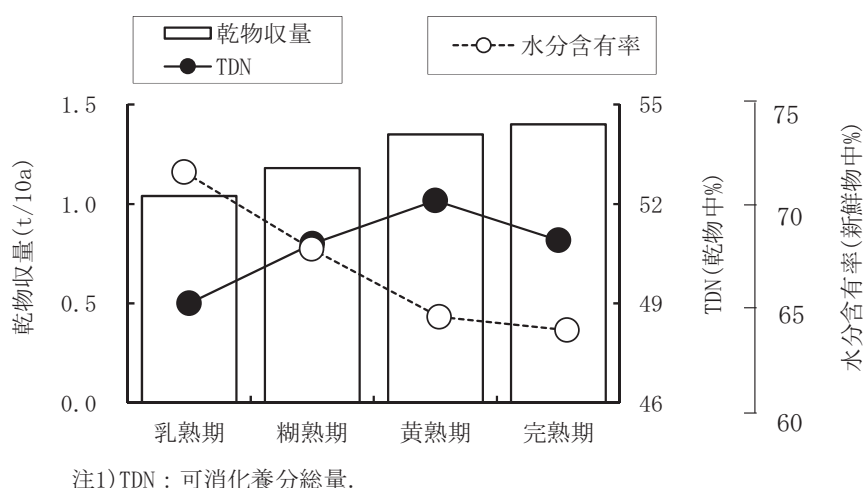


図3-4 登熟にともなう稲発酵粗飼料の乾物収量、可消化養分総量及び水分含有率の推移

表 3-3 に各飼料における消化率、栄養価を示した。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と同程度か、それらより高い。これは穂部に含まれるデンプンの影響である。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、過剰な量の稲発酵粗飼料を給与すると、乾物摂取量を抑制することで栄養不足に陥り、発育、増体及び乳生産などに影響するため注意が必要である。

また、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、調製方法など様々である。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 40～60% と非常に幅のある数値であった。特に TDN が低くなる原因としては、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。これらの原因は、本マニュアルに記載されている手段を講じることで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 3-3 各飼料の消化率ならびに栄養価

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(飼料用品種・黄熟期)	54	60	66	53	54.0
チモシー	51	50	58	57	54.4
輸入乾草	スーダングラス	51	38	56	60
	エンバク	38	40	58	66
	イタリアンライグラス	60	53	68	69
	バミューダグラス	75	51	52	64

日本標準飼料成分表(2009)

注1) チモシー (32%≦CF≦37%), スーダングラス (30%<CF<35%), エンバク (30%<CF<35%) の数値である。

注2) NFE: 可溶無窒素物, 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、栄養価が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ことで精密な飼料設計が可能となり、期待通りの生産性を得ることができる。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が考案されており、すでに各地のフォーレンジテストに利用されている。稲発酵粗飼料の TDN も他の自給飼料と同様に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 3-4)。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、酵素分析法で得られる細胞壁物質(OCW)、高消化性繊維(0a)を採用している。ちなみに OCW や 0a 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おり、ペプシン・セルラーゼ法(Goto・Minson 1977)により定量する *in vitro* 乾物消化率(IVDMD)を採用している。c 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 3-4 稲発酵粗飼料の可消化養分総量に関する推定式

a式	TDN=0.61×OM-0.43×OCW+1.03×高消化性繊維+16.62 (畜産草地研究所 2009)	(n=38, $r^2=0.83$)
b式	TDN=0.329×IVDMD-0.688×CA+44.5 (長崎県畜産試験場 2007)	(n=16, $r^2=0.82$)
c式	TDN=0.324×PP+39.3 (長崎県畜産試験場 2007)	(n=13, $R^2=0.67$)

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，OM：有機物，OCW：細胞壁物質，Oa：高消化性繊維，CA：粗灰分，
IVDVD：in vitro乾物消化率，PP：穂重割合。

(5) 嗜好性

稲発酵粗飼料の嗜好性は、これまでの試験成績によると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、稲発酵粗飼料の中でも品種、収穫時期（熟期）、収穫・調製方法等により嗜好性が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、良好な発酵品質である稲発酵粗飼料は嗜好性も良いとのことである。さらに良好な発酵品質の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は嗜好性が悪いだけでなく、カビの発生（カビ毒）や異物の混入などが疑われ、家畜の健康を害することもある。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などの添加資材を利用して良好な発酵品質を目指すことが、嗜好性に関しても重要である。

(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）で実施した試験成績では、開花期以降、登熟にともなって自由採食量が増加していくが糊熟期以降は、ほぼ平衡状態となる。そのときの稲発酵粗飼料（水分含有率 60%）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。また、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などに影響を受ける。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成績では、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で約 20kg（乾物で約 8kg）の採食が可能であった。

(7) 飼料の物理性

飼料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、対象とする飼料のそしゃく時間（採食時間と反芻時間の合計）を牛で測定し、乾物摂取量 1 kg 当たりのそしゃく時間（分）に換算した単位であり、この RVI は第一胃内環

境の恒常性と関連が深い。それは第一胃内で生産される有機酸に対して緩衝能を持つ唾液の分泌量がそしゃく時間に影響を受けるためである。表3-5に各飼料のRVIを示した。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部類と言える。

泌乳牛では、RVIで示されるそしゃく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及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飼養試験の成績では、それぞれのRVIが34.3、27.3及び36.9分であった。この結果より、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。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、そのそしゃくの効果で未消化子実の排せつ量が減少する。しかし、切断長が長くなると乾物摂取量が抑制され、乳量の低下を招く。これまでの試験成績によると、適切なRVIを確保し、乾物摂取量や未消化子実の排泄量も考慮した稲発酵粗飼料の最適な切断長は3.0cm程度である。

表3-5 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)

（8）子実の消化性

稲発酵粗飼料では未消化のままふんに排出される子実がよく問題視されるが、これはホールクロップ利用特有の現象であり、他の飼料作物と共通した課題である。また、日本標準飼料成分表などに記載のTDNより低くなるのではとの指摘もあるが、消化試験により測定されたTDNは未消化子実も含まれているため、その様なことは起こらない。したがって、飼料成分から推定されるTDNも消化試験の結果を反映しているため、その数値を飼料設計に利用することに問題はない。しかし、未消化のまま排出される子実は栄養価の損失となるため、その改善方法は検討されている。

一般に子実は登熟にともなって子実外皮及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を直接、第一胃内に浸漬した場合（牛にそしゃくさせない）、ほとんどが消化されず、アルカリや酵素などの化学的処理を施しても48時間後の第一胃内消失率は10%程度に留まる。しかし、粉碎や破砕などの物理的処理では約60%、籾殻を外した玄米では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

化性の粗穀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泄率は、乾物摂取量と給与飼料に占める稲発酵粗飼料の割合によって異なる。肉用牛繁殖雌牛、肥育牛、育成牛においては平均すると約10%、泌乳牛では50%に達することが報告されている。特に泌乳牛で未消化子実の排泄率が多いのは、乾物摂取量が多いので飼料の消化管通過速度が速くなり、子実の消化が進まないためである。その改善策としては、稲発酵粗飼料を含む粗飼料の給与量と切断長を調整して、適切なそしゃく時間を確保することで子実の消化を進め、不要な未消化子実の排泄を減らすことである。また、子実の大きい品種ではそしゃく時に破碎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

粗タンパク質 (CP) の第一胃内分解率は、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) 及び b の分解速度 (kd) からなる分解パラメータを測定し、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。

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

表 3-6 は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した。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ため注意が必要である。

表 3-6 各飼料中粗タンパク質の第一胃内分解パラメータ、有効分解率

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	61
	イタリアンライグラス	35	54	67
	スーダングラス	24	61	55
	トウモロコシ	57	25	73
サイレージ	ソルガム	44	44	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%) = $a + b \times kd / (kd / kp)$.

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3-7に各飼料の無機物含有率と硝酸態窒素濃度を示した。これまで稲発酵粗飼料のカリウム含有率は他の飼料と比べて低い水準であり、分娩時の低カルシウム血症や乳熱の予防として乾乳期の乳用牛に給与するには最適な飼料と考えられてきた。しかし最近、稲発酵粗飼料のカリウム含有率が必ずしも低いとは言えない場合があることが指摘されている。牛ふん堆肥を連用しカリウムが蓄積した圃場で栽培したイネではカリウム含有率が高くなること、またカリウム吸収能の高い系統、品種のイネがあることが明らかになってきた。これらを材料に調製した稲発酵粗飼料では、カリウム含有率が高くなることが想定される。現時点ではデータが少なく明確なことが言えないため、事前に飼料分析を実施して確認することが望ましい。なお、低カルシウム血症の予防のための飼料の陽イオン-陰イオン差（DCAD）についてはp112に記載した。

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、交換能が低下して酸素欠乏状態を引き起こす硝酸中毒となる。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が低い。

表3-7 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(飼料用品種・黄熟期)	1.20	0.23	0.11	0.19	80	
輸入乾草	チモシー	1.63	0.31	0.12	0.18	157
	スーダングラス	2.42	0.43	0.32	0.22	1109
	エンバク	1.52	0.22	0.14	0.17	185
サイレージ	トウモロコシ	1.65	0.24	0.13	0.25	369
	ソルガム	2.13	0.33	0.17	0.26	1343

日本標準飼料成分表(2009), 畜産草地研究所(2006)

表3-8に各飼料の β -カロテン、ビタミンE (α -トコフェロール) 含有量を示した。輸入乾草に比べて稲発酵粗飼料には α -トコフェロールが豊富に含まれている。この α -トコフェロールは体内の過酸化脂質の合成を抑制する生理作用(抗酸化能力)があり、泌乳牛では稲発酵粗飼料を給与することで生乳中の α -トコフェロール濃度が高まり、乳脂肪の酸化を抑制する効果、肥育牛では稲発酵粗飼料を給与することで肉中に α -トコフェロールが蓄積し、良好な肉色を保持する効果が報告されている。

表3-9に熟期別の稲発酵粗飼料(飼料用品種、予乾なし)の β -カロテン、 α -トコフェロール含有量を示した。 β -カロテン、 α -トコフェロールは葉部に多く含まれており、イネ全体では登熟にともなって徐々に減少していく。サイレージの調製では、僅かながら減少したとする報告が多い。 β -カロテン、 α -トコフェロールともに光(紫外線)、熱及び酸素によって酸化、分解されるため、予乾処理をすることで著しく減少し、2日間

以上の予乾処理を行った稲発酵粗飼料の β -カロテン含有量は稲わらと同程度になる。したがって、最近ではビタミン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させた稲発酵粗飼料の生産に取り組んでいる事例もある。

表 3-8 各飼料の β -カロテン、 α -トコフェロール含有量

飼料名		β -カロテン (mg/kg DM)	α -トコフェロール (mg/kg DM)
稲発酵粗飼料(飼料用品種・黄熟期)		32(9.6~144)	154(17~618)
乾草	チモシー	9(2.6~20)	13.5
	オーチャードグラス	13(5.3~20)	39.6
	バミューダグラス	15(0.8~36)	30.8
	稲ワラ	4(0.5~9.3)	21.1
サイレージ	トウモロコシ	42	38.5
	ソルガム	46	-----

日本標準飼料成分表(2009)、畜産草地研究所(未発表)

表 3-9 稲発酵粗飼料(飼料用品種・予乾なし)の β -カロテン、 α -トコフェロール含有量

熟期	β -カロテン (mg/kg DM)	α -トコフェロール (mg/kg DM)
乳熟期	36(7.3~92)	145(20~385)
糊熟期	51(2.1~100)	-----
黄熟期	32(9.6~144)	154(17~618)
完熟期	-----	50(6~154)

日本標準飼料成分表(2009)

(11)「たちすずか」の飼料特性

「たちすずか」は、生育の途中で穂の一部が退化する極短穂(ごくたんすい)遺伝子を保有する品種で、成熟期における乾物中の子実割合が5~15%と著しく少ない「極短穂型」の品種である(図3-5)。「たちすずか」は子実の割合が著しく少ないため、茎葉部の成分組成や消化性などの飼料特性が従来の穂重型品種や茎葉多収型品種と大きく異なるため、区別して扱う必要がある。本項では、「たちすずか」の飼料特性について解説する。



図 3-5 「たちすずか」(右)と「クサノホシ」(左)の穂

①発酵特性

イネは出穂すると光合成産物である糖を穂に転流させ子実を実らせるが、穂が著しく小

さい「たちすずか」では、糖の転流先である穂の容量が不足するため、茎葉部に多量の糖が残留する。「たちすずか」の糖含量は、出穂時には既に穂重型品種より多いが、穂への転流が終わる出穂後 20 日目頃から 40 日目頃にかけて急激に高まり、出穂後 30 日以降における「たちすずか」の乾物中糖含量は 8～15%にも上り、穂重型品種の 2～5%と比較して著しく多い。「たちすずか」の糖は主成分であるスクロースと少量のグルコース及びフルクトースで構成され、発酵の際に乳酸菌などの微生物の発酵基質として利用される。従来品種の稲発酵粗飼料は発酵に必要な糖が不足しやすく発酵品質が劣るとされているが、「たちすずか」は豊富な糖含量により発酵が進みやすく、発酵粗飼料の品質が優れる傾向が認められる。発酵粗飼料の調製過程における発酵様相は、添加する乳酸菌の種類や天然の付着菌の種類によって異なるが、一般的には糖含量が多い「たちすずか」の発酵粗飼料は乳酸の生成量が多く、短期発酵では残存糖、長期発酵では糖アルコールであるマンニトールが多く含まれることが特徴である（図 3-6）。一方、稲発酵粗飼料ではエタノール生成量が多くなりやすいが、「たちすずか」においてもアルコール発酵が極端に優先されるケースは観察されておらず、エタノール含量は穂重型品種と同等である場合が多い。

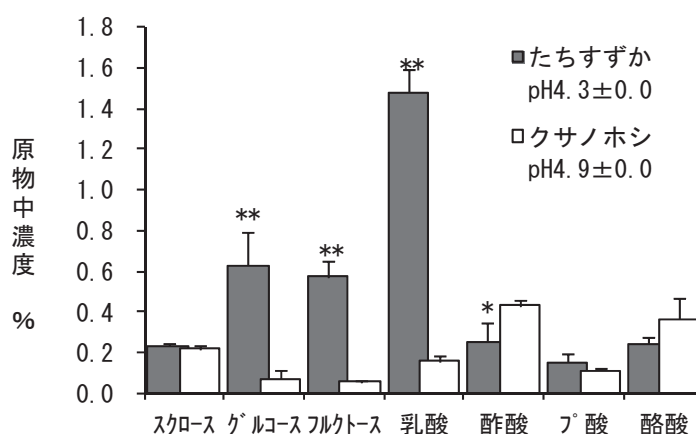


図 3-6 サイレージ中糖及び有機酸濃度

瓶詰サイレージ（詰込密度：150kgDM/m³，環境温度：14℃，
発酵期間：3ヶ月，乳酸菌：無添加）

このように「たちすずか」は糖含量が多く発酵に有利であるが、天然の乳酸菌付着数が少ない場合は乳酸菌の添加が必要であることや、収穫時に茎葉組織が潰されて糖を含む草汁が原料草の表面を滲出させる必要がある点は従来品種と同様に、注意が必要である。

②成分組成・消化率

「たちすずか」は、イタリアンライグラスと比較して可溶無窒素物が多く、粗繊維と粗タンパクの含有率が低い飼料であり、成分組成は日本標準飼料成分表の飼料用品種と同様の値である（表 3-10）。「たちすずか」は穂が著しく小さく、でんぷんを多量に含む子実が極端に少ないにも関わらず、他の飼料用品種稲と成分組成が同様であるのは、前項で述べ

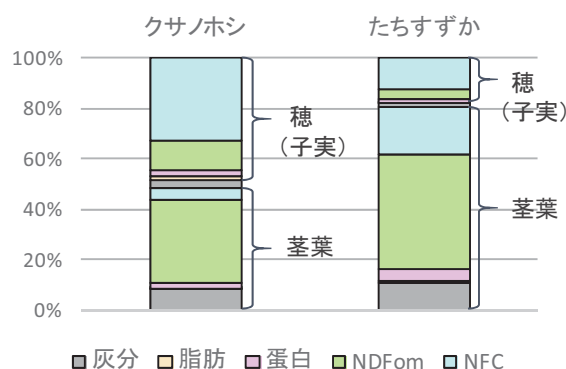


図 3-7 各成分の穂部・茎葉部別分布

た茎葉への糖の蓄積により、茎葉部に分布する非繊維性炭水化物（NFC）が多いためである（図 3-7）。

表3-10 成分組成

飼料名	DM%				
	TDN	粗蛋白	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維
刈アライグラス乾草(出穂期) ¹	62.2	11.3	2.7	43.1	33.2
刈アライグラス乾草(開花期) ¹	53.7	9.4	2.4	45.4	34.6
トモロシサイレーヅ(黄熟期) ¹	66.4	8.0	3.0	60.2	22.7
飼料イネサイレーヅ(飼料用品種・黄熟期) ¹	54.0	5.8	2.4	51.2	26.0
飼料イネサイレーヅ(たちすずか・フィールドデータ) ²	58.5	6.4	2.3	53.6	25.4

¹: 日本標準飼料成分表数値(2009年版), ²: H24年広島県産実測値, TDN: 可消化養分総量

「たちすずか」の成分消化率では、粗タンパク、粗脂肪、可溶無窒素物の消化率は多品種と同様であるが、粗繊維の消化率は飼料用品種が約 50%であるのに対し、約 60%と、10 ポイントも高いことが特徴である。粗繊維の消化率が高いのは、難消化性のリグニン含量が少ないことによるが、「たちすずか」の茎葉部における低リグニン化の機序については明らかでない。

「たちすずか」の可消化養分総量（TDN）は、これまでに実施した複数の消化試験において 58～61%と推定され、平成 24 年度に広島県内で生産された約 100 検体のフィールドサンプルの TDN 推定値の平均は 58.5%であり、従来品種より数ポイント高い値であった（表 3-10）。尚、稲発酵粗飼料の場合、不消化子実の発生による栄養損失を生じるため、実際に有効な TDN は子実の利用性に影響されることを考慮する必要がある。「たちすずか」発酵粗飼料給与時の不消化子実発生率は、他品種と変わらないが、飼料に含まれる子実が圧倒的に少ないため、不消化子実発生量が少なく栄養ロスも少ない点が大きなメリットである。

③出穂後の変化

従来品種の稲発酵粗飼料は刈遅れによる品質の低下が大きいと、刈取り時期の変動による栄養価のバラツキが課題であった。原料草の成分組成は出穂後に水分含量、タンパク含量が低下し可溶無窒素物と粗繊維が増加した後、出穂後 40 日目頃を過ぎると従来品種でも成分組成は安定して推移する。しかし、その後も大きく変化するのが糖含量と第一胃内における消化性である。従来品種の糖含量は出穂後ほぼ直線的に減少し続けるため、刈遅れた場合は原料草の糖含量が少なくなり発酵不良の原因となる。一方、「たちすずか」の糖含量は出穂後 40 日目頃にピークとなり、それ以降出穂後 90 日目まで高いまま推移する（図 3-8）。また、第一胃内における乾物消失率も、従来品種の「クサノホシ」では急速に低下し続けるのに対し、「たちすずか」は消化しやすさが維持される（図 3-9）。このように、「たちすずか」はその特徴である糖含量の高さや消化しやすさが長期間維持されることから、安定した品質の飼料生産が可能であり、この点は実用面における大きなメリットである。

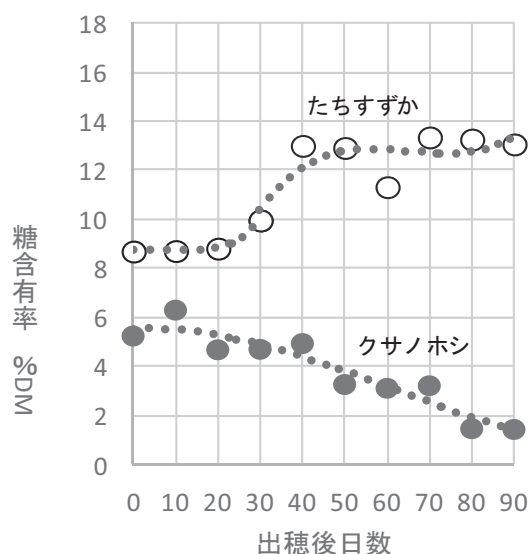


図3-8 糖含量の変化

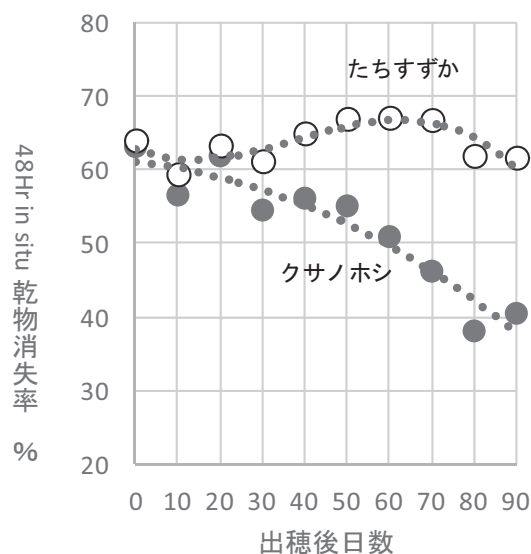


図3-9 消化性の変化

(12) TMR調製

栄養のバランスがとれた飼料として牛に与えるために、稲発酵粗飼料は穀類などの飼料と混合し、完全混合飼料（TMR：Total Mixed Ration）に調製するのが望ましい。この調製法は乳牛に与える飼料として採用される場合が多いが、最近では肥育牛でも用いられている。乳用牛や肥育牛の飼養において群飼した場合、粗飼料と濃厚飼料を分離給与すると、強い牛だけが濃厚飼料を多く食べることが多い。そのような場合に個体ごとの飼料摂取の偏りを防ぐのに TMR は有効である。

TMR は、調製後すぐに給与するフレッシュ TMR と、調製後 20～30 日程度発酵させた後に給与する発酵 TMR のタイプがある。

前者は、冬期には影響は少ないが夏期には発熱しやすく嗜好性や乾物摂取量が低下することがある。これらを改善するために、プロピオン酸やギ酸を主成分とした二次発酵防止剤を添加することもあるが、家畜への馴致が不可欠である。一方、後者は、混合後に TMR をフレコンバッグで脱気密封したり、フィルムでラッピング密封し乳酸発酵させることにより、夏期にも貯蔵性や嗜好性を確保できる利点がある。フィルムで密封する方法として混合した飼料を細断型ロールベアラで成形・ラッピングする方法や、角型のベールに調製する方法も開発されている。

図 3-10 は 30 日貯蔵した発酵 TMR を開封後、外気に放置し、品温の推移を調査したものであるが、20 日間以上にわたり品質は安定している。そのため、貯蔵性に優れる発酵 TMR は流通飼料として利点があり、発酵 TMR を調製している TMR センターも多くなっている。

発酵 TMR は、貯蔵発酵中に飼料中の粗タンパク質や易発酵性炭水化物の含量が変化することが予想されたが、フレッシュ TMR と栄養的な差は認められていない（表 3-11）。また、乳牛への給与においては良好な採食量や乳生産が確保できる（表 3-12）。

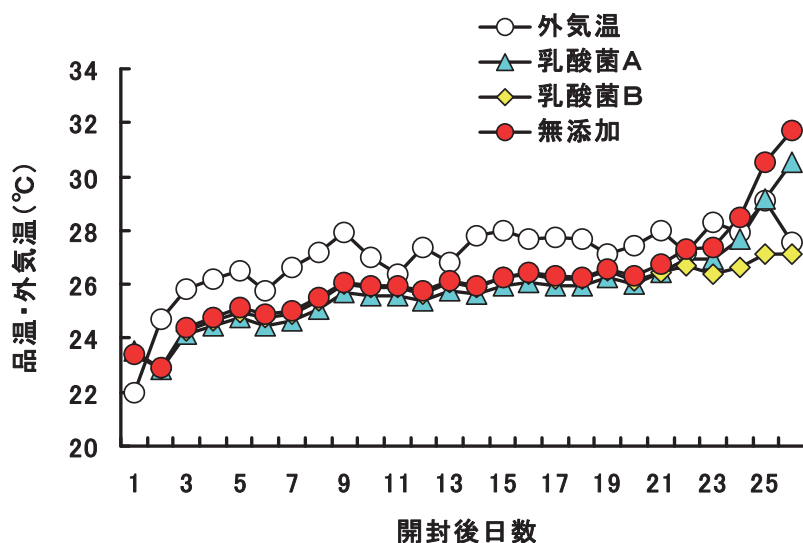


図3-10 30日貯蔵TMRの開封後のTMR品温の推移

表3-11 稲発酵粗飼料を用いたフレッシュTMRと発酵TMRの消化率および栄養価（山本ら、2005）

項目		フレッシュTMR	発酵TMR
消化率(%)			
DM	乾物	70.8	70.9
OM	有機物	73.7	73.6
CP	粗タンパク質	75.2	75.5
EE	粗脂肪	83.6	83.8
NDF	中性デタージェント繊維	62.4	64.4
NFC	非繊維性炭水化物	85.6	85.3
GE	総エネルギー	73	72.5
DE(Mcal/kg)	可消化エネルギー	3.46	3.34
TDN(%)	可消化養分総量	71.4	71.2
TDN=可消化OM量+可消化EE含量×1.25			

表3-12 発酵TMRの採食性、乳生産および第一胃内性状（山本ら、2005）

項 目		通常	発酵
平均体重	(kg)	634	636
体重増減量	(kg)	5	7
乾物摂取量	(kg/日)	21.8	22.4
乳 量	(kg/日)	29.0	30.7
FCM 乳 量	(kg/日)	28.1	29.9
乳 成 分 量	(kg/日)		
乳 脂 肪 量		1.12	1.18
乳蛋白質量		0.92	0.99 *
乳 糖 量		1.27	1.37
無脂固形分量		2.46	2.66
第一胃内溶液性状			
揮発性脂肪酸	(mM/dl)	9.0	9.2
A/P比		3.9	3.6 *

1) 試験期間中はミスト噴霧と送風機による暑熱対策を実施。

2) * : 区間に有意差あり (P<0.05)。

3) FCM : 4%脂肪補正乳、A/P : 酢酸/プロピオン酸

TMR の調製は、図 3-11 に示す手順で行われる。刃の付いた飼料混合機であれば、稲発酵粗飼料のロールペールをそのままほぐしながら投入しても攪拌の過程で切断され、他の飼料と混ざる。刃の付いていない混合機では、あらかじめ 1.5～3.0cm 程度に細断して投入するのが混合精度を高める。

一般に切断長が長いと乾物摂取量が抑制される。乾物摂取量は稲発酵粗飼料の切断長の長短に影響を受け、切断長が短い方が、乾物摂取量、乳量が高い傾向にある（図 3-12、図 3-13）。一方、切断長の短い稲発酵粗飼料の給与では、子実排せつ率が高くなる問題がある（新出・岩水、2008）が、3cm 前後の切断長であれば乾物摂取量の抑制を是正でき、子実排せつ率を低下できる（新出ら、2008）。細断型収穫機により調製された稲発酵粗飼料は、3.0cm 程度に細断されているため、TMR 原料として望ましい。

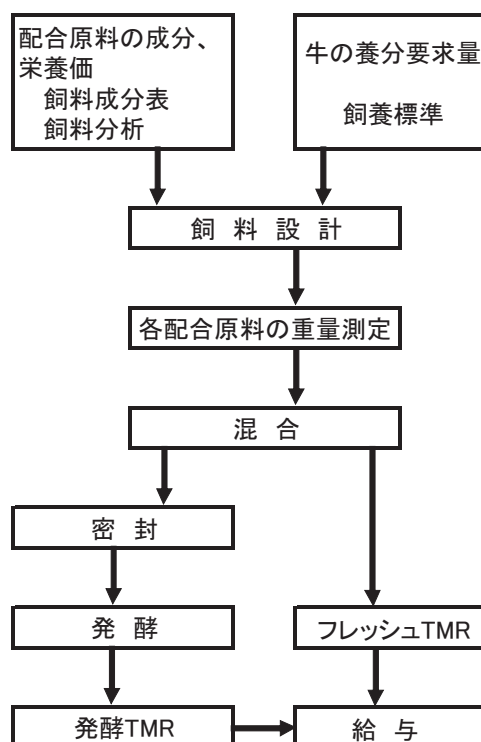


図3-11 TMR調製の手順

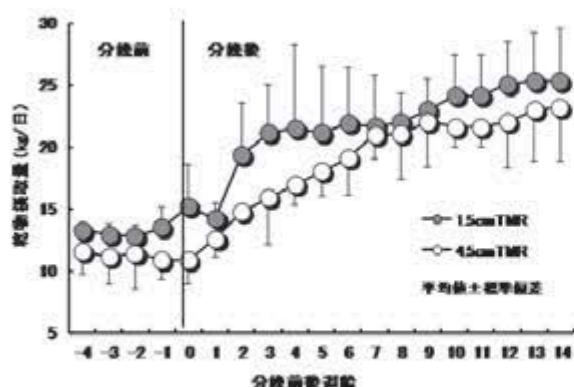


図3-12 乾物摂取量の推移
注) 分産日を0週齢とした

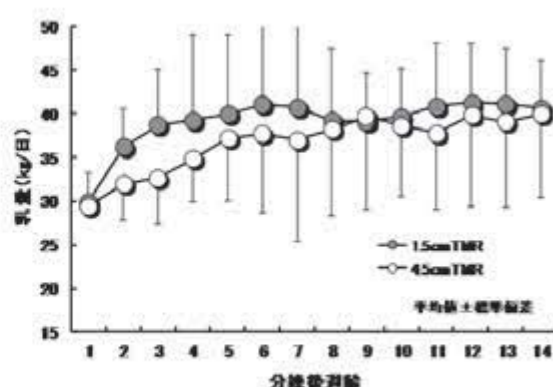


図3-13 乳量の推移

発酵 TMR の発酵の進み方は、外気温に左右されるが、炎天下における温度上昇による熱変性などの TMR の変質を回避するためには、室内あるいは屋外の木の下などの気温の上昇が少ない場所に保管するのが望ましい。注意することは、一般のサイレージと同様であるが、TMR の嫌気状態を維持する必要がある、取り扱いの失宜や鳥獣害などにより穴が開かないようにすることが大切である。

また、夏期は発酵スピードが速いことから、TMR を入れたビニール内袋が大きく膨らみ、包装した留め金具が脱落したり、ビニールが暴発したりする場合がある。これに対して、フレコンバッグの包装をきちんすること、フレコンバッグの吊り下げ紐を結ぶこと（図 3-14）、3 段積み以上にしないことなどに注意する必要がある。場合によっては、暴発を抑制するために、ビニール袋内で発生したガスを抜く逆支弁パッチ 1～2 個程度を側面に取り付ける（図 3-15）こともある。一方、冬季低温時には乳酸発酵の速度が遅くなるため、

TMR センター等における流通在庫管理に課題があり、低温条件で活性を示す乳酸菌の探索が行われている。

通常、発酵 TMR は 20～30 日程度貯蔵した後、給与を開始するが、TMR センターでこれらを保管、貯留するスペースがない場合には、農家庭先に搬入するなどの方法もある。



図 3-14 フレコンバッグの結び方



図 3-15 ガス抜きの逆支弁パッチ

2 乳用牛への給与

(1) 育成牛

育成牛（7～10ヶ月齢）には、チモシー乾草の代替としてイネWCSを給与でき、1日当たり原物で約10～13kgを給与可能である。給与に際しては、限られた乾物摂取量の中で発育に要する養分を充足させるよう飼料設計を行う。実際の給与はごく少ない量から始め、牛の状態を観察して消化不良等に注意しながら給与量を徐々に増やしていく。

(2) 乾乳牛

乾乳期は、成長する胎児への養分供給、長期の乳生産により疲労した乳腺組織の再生や母体の休息、次の泌乳に向けたルーメン微生物叢の馴致やルーメン絨毛の形成を促す時期である。乾乳期は粗飼料主体の飼養となるため、イネWCSを給与する時期としては最適である。乾乳期の実用的給与量は、1日当たり原物量で、乾乳前期が9～12kg、分娩3週間前が7～11kg、分娩2週間前が6～9kg、分娩1週間前が5kg前後である。給与に際しては、以下の点に留意する。

①イネWCSは嗜好性が概ね良い。しかし、過剰に給与する（飽食など）と過肥や乾乳後期では濃厚飼料の摂取量減少による栄養不足に陥るため、イネWCSの給与量やボディコンディションに注意する。

②イネWCSへの馴致は乾乳前期（乾乳直後～分娩3週間前）に済ませる。

③給与飼料中の粗タンパク質（CP）含量は経産牛では12%程度、未経産牛では15%程度になるように調整する。なお、イネWCSの単味給与はCP不足になるため行わない。

(3) 泌乳牛

分娩後は、急激な泌乳量の増加にともない、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、泌乳最盛期に向かい乾物摂取量が増大することから、高品質な飼料給与が求められる。一方、泌乳中後期の乳牛では、十分量の飼料を摂取可能になるので、泌乳前期に比べイネWCSの給与量を多めに行うことができる。泌乳初期における実用的給与量は、日乳量20～30kg、30～40kgおよび40kg以上で、それぞれ原物で8～10kg、6～8kgおよび3～6kg程度である。

なお、実際の給与では、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週間前から泌乳用飼料に慣れさせる。

②適正な飼料設計：飼料成分は、品種、栽培、収穫、調製条件で異なるため、飼料分析は必須であり、それに基づいた飼料設計を適正に行う。

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。

(4) 「たちすずか」の給与

子実の割合が極めて少ない「たちすずか」は、子実排せつによる栄養ロスが少なく、繊維の消化性が良いことから、従来品種に比べて栄養価が高い。「たちすずか」をTMR中に乾物で23%程度混合しても、長期間良好な泌乳成績を維持することが可能である。

(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、現場では既に実施されているものの、試験成績は極めて少ない状況にある。ここでは、体重 200kg 程度の育成前期牛への給与試験（千葉・石川・茨城・神奈川・富山の 5 県協定試験）や、初妊牛に対する分娩前の給与試験（新潟県、広島県）事例を紹介し、育成牛への給与に関する留意点等を述べる。

①育成前期牛に対する給与

7 ヶ月齢（体重 200kg 程度）から 10 ヶ月齢までの育成牛では、チモシー乾草の代替として稲発酵粗飼料（水分含有率 62% 程度、乾物中 TDN 含有率 56% 程度）を給与できる。試験では日増体量の目標値を 950g と設定し、必要なエネルギー量（日本飼養標準・乳牛 2006 版）の 35.5% に相当する濃厚飼料を制限給与し、粗飼料として稲発酵粗飼料を飽食させたが（表 3-13）、この時期の育成牛は、一日当たり原物で約 10～13kg の稲発酵粗飼料を摂取することが可能であった。粗飼料にチモシー乾草を給与した場合の日増体量は 0.94kg であったが、稲発酵粗飼料を給与した場合は 1.02kg であり、チモシー乾草と遜色がなく高い発育が可能であった。

表3-13 育成牛への稲発酵粗飼料給与結果(10頭の平均)

週齢	体重(kg)	日増体量(kg/日)	乾物摂取量(kg/日)			CP充足率(%)
			稲発酵粗飼料 乾物	濃厚飼料 (原物)	合計	
31	225	0.72	4.2	(11.0)	5.9	107
33	238	1.20	3.9	(10.3)	5.7	109
35	255	1.15	4.7	(12.3)	6.6	112
37	270	0.98	4.6	(12.2)	6.6	114
39	284	1.05	4.9	(12.9)	7.0	116

稲発酵粗飼料の給与に当たっては、給与開始から 1～2 週間で食滞を起こす牛が散見されたことから、1～2 週間程度の馴致期間が必要である。また、実際の給与は原物で 4 kg（乾物で 1.5kg）程度から始め、ふんの状態を観察して消化不良等に注意しながら給与量を増やしていく。なお、上記試験では、フレール型ダイレクト収穫機で収穫調製した稲発酵粗飼料を使用した。実際の給与では、発酵品質及び熟期や切断長によって嗜好性や摂取量が左右されることが考えられるので、残飼量に注意しながら給与量を調整する必要がある。

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 3-14 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 3-14 に示したように、摂取でき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。

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、広島県では、12～13 ヶ月齢の育成牛 5 頭を用いて、濃厚飼料を定量給与（2.5～3.0kg/日）し、粗飼料として「イ

タリアンライグラスヘイレージ+乾草」あるいは「稲発酵粗飼料」を、1週間毎に切り替えて計4週間給与する試験を行った。その結果、粗飼料の切り替え時に摂取拒否は観察されず、粗飼料の乾物摂取量は「イタリアンライグラスヘイレージ+乾草」の5.8kg/日に対して、「稲発酵粗飼料」は6.5kg/日と高い値を示した。これらのことから、稲発酵粗飼料は、育成牛の粗飼料として、十分使えるものと考えられる。

なお、稲発酵粗飼料は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もあるため、水分含量以外にも各成分含量、栄養価を把握して、牛の発育状況を観察しながら必要養分を充足させる給与を行うことが肝要である。

表3-14 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)

(2) 乾乳牛への給与

ここでは乾乳期間を約2カ月間として、乾乳直後から分娩3週間前までを乾乳前期、分娩3週間前から分娩まで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泌乳成績だけでなく、次の繁殖成績にも係わってくることから、常に各個体の栄養状態を把握しておくことが重要となる。栄養状態の指標となるボディコンディションスコア(BCS)は、家畜の体脂肪蓄積割合(肥り具合)を数値で示したものである。一般に乾乳期を通してのBCSは3.25～3.50を維持することが飼養管理の指針である。特に乾乳期では必要以上のエネルギーを摂取することで肥りやすく、過肥になると分娩後に脂肪肝やケトosisなどの疾病を引き起こすため注意が必要である。なお、BCSの調整は乾乳期に入る前(泌乳後期)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。

以前より繁殖成績の向上に寄与する機能性物質としてβ-カロテン、ビタミンE(α-トコフェロール)が注目されているが、稲発酵粗飼料は収穫時期や調製方法によって差異はあるもののβ-カロテンやα-トコフェロールを豊富に含んで飼料である。β-カロテンやα-トコフェロールは、体内の過酸化脂質の合成を抑制する生理作用(抗酸化能力)を有しており、免疫機能を亢進することで疾病予防や繁殖成績の向上に貢献すると考えられているため、稲発酵粗飼料の給与によっても、それら効果が期待される。

① 乾乳前期(乾乳直後～分娩3週間前)

乾乳前期の養分要求量はそれ程多くないため、粗飼料主体での飼養管理が基本となる。稲発酵粗飼料のみの給与(単味給与)では、子実があるためエネルギーを充足させることは可能であるが、粗タンパク質(CP)は不足するため、大豆粕などのCP含有量の多い飼料を併給する必要がある。給与飼料全体のCP含有率は、経産牛では12%程度、未経産牛で

は15%程度が望ましい。また、稲発酵粗飼料を飽食（自由採食）させると過肥が懸念されることから、BCSに注意を払いながら給与量を制限する必要がある。

② 乾乳後期（分娩3週間前～分娩）

乾乳後期は移行期とも呼ばれ、胎子の急激な成長のため養分要求量が増加する一方、成長する胎子や子宮による消化管の圧迫、分娩や泌乳に係わるホルモン分泌でホルモンバランスに変化が生じて起こる食欲減退により、乾物摂取量が減少していく。その対応としては、栄養価の高い粗飼料や濃厚飼料を増給して給与飼料全体の養分濃度を高めていくことが重要となる。この時期の養分摂取量が、分娩後の乳生産性、繁殖性、疾病発症率などに影響するため、特に注意が必要となる。また、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給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泄率は、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。

③ 乾乳期における給与量の上限

表3-15は、分娩4週間前の乾乳牛（平均体重680kg）に稲発酵粗飼料（水分含有率65%程度）を自由採食させ、稲発酵粗飼料を含んだTMRを徐々に増給させた飼養試験の成績である。この結果によると、分娩4週間前の乾乳牛では一日当たり稲発酵粗飼料を原物で17～20kg（乾物で6～7kg）を摂取することが可能であった。また、分娩3週間前以降、養分要求量を充足させるために徐々にTMR（濃厚飼料）を増給していったが、分娩1週間前では稲発酵粗飼料を原物で約9kg（乾物で約3kg）を摂取した。

表3-15 分娩4週間前から稲発酵粗飼料を給与した飼養試験の成績

分娩前	体重(kg)	乾物摂取量(kg)			乾物中含量率(%)				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) 稲発酵粗飼料とTMR(乾物中CP17%，TDN75%，稲発酵粗飼料30%配合)を給与した。

④ 実用的給与量

表3-16には、乾乳期における稲発酵粗飼料の最大摂取量と実用的給与量を示した。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)含有率が低く、その消化性も低いため、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3-15の飼養試験で得られた最大摂取量の6割に留めた量を実用的給与量とした。したがって、残りの分

に相当する粗飼料としては、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）などを給与することが望ましい。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当たっては 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ことが必須である。

表 3－16 乾乳期における稲発酵粗飼料の実用的給与量

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4週間前まで	15.0～20.0	5.3～7.0	9.0～12.0	3.2～4.2
	分娩3週間前	13.0～18.0	4.5～6.3	7.0～11.0	2.7～3.8
乾乳後期	分娩2週間前	10.0～15.0	3.5～5.3	6.0～9.0	2.1～3.2
	分娩1週間前	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2-4の試験成績より得た数値である。

注3)実用的給与量は最大摂取量の6割とした。

⑤ 飼料の陽イオン－陰イオン差（DCAD）

低カルシウム血症や乳熱は、分娩直後の乳生産に必要なカルシウムを腸管からの吸収、骨からの動員および腎臓での再吸収で充足できないことで起きる代謝病である。分娩前、血液の酸塩基平衡において緩やかな代謝性アシドーシスにすると、副甲状腺や副甲状腺ホルモン受容体の機能が活性化され、腸管からの吸収や腎臓での再吸収等が増加するため、分娩時の血液中カルシウム濃度の急激な低下を防げる。この緩やかな代謝性アシドーシスにするための指標が飼料の陽イオン－陰イオン差（DCAD）であり、ナトリウム（Na）、カリウム（K）、塩素（Cl）、硫黄（S）の各含量から DCAD 値が求められる。

$$\begin{aligned} \text{DCAD (mEq/100g DM)} &= (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^{2-}) \\ &= [(\text{Na}(\%)/0.023) + (\text{K}(\%)/0.039)] - [(\text{Cl}(\%)/0.0355) + (\text{S}(\%)/0.016)] \end{aligned}$$

泌乳牛の給与飼料の DCAD は 20～40（mEq/100g DM）、乾乳牛は-15～-5（mEq/100g DM）が適当であると言われている。これまで稲発酵粗飼料はカリウム濃度が少ないため乾乳牛への給与が勧められてきた。しかし最近、他の飼料作物と同様に牛ふん堆肥を連用しカリウム蓄積が進んだ圃場で栽培したイネのカリウム含有率が高くなること、カリウム吸収能の高い系統、品種のイネがあることが明らかになってきたため、事前に飼料分析を実施することが望ましい。

（3）泌乳牛への給与

① 分娩後～泌乳最盛期

ア 稲発酵粗飼料の給与の上限

表 3－17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）及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が、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。

表3-17 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

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3-16、図3-17）。

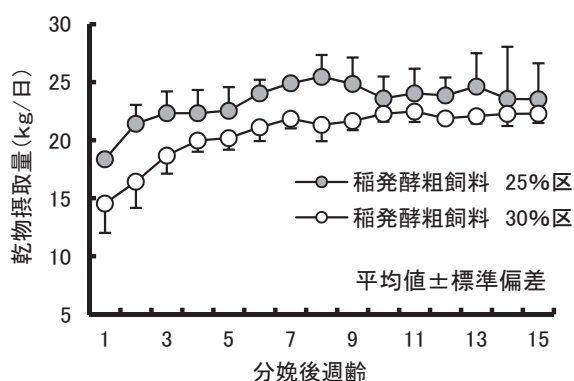


図3-16 稲発酵粗飼料割合と乾物摂取量
(広島総技研畜技センター)

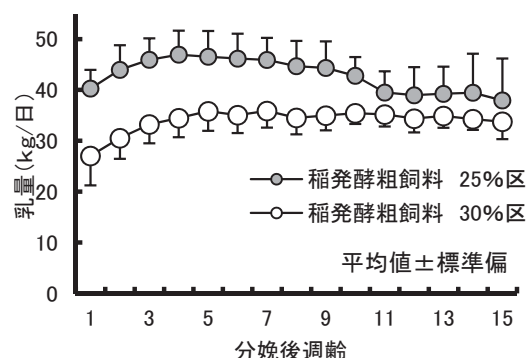


図3-17 稲発酵粗飼料割合と乳量
(広島総技研畜技センター)

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、刈遅れのものは用いるべきでない。出穂後30日より早い刈りのものや、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。

イ 稲発酵粗飼料に求められる留意事項

（ア）適期収穫と粃の消化性

これまでの研究において、搾乳牛では10～50%の粃（子実）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、粃が難消化性の粃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3-18）。

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、稲発酵粗飼料の粃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に、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、完熟した粃は脱粒しやすいことから、粃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1 kg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。

一方、粃排せつによる栄養的な損失を抑制するために、粃付着割合の少ない茎葉型イネの育種も進んできている（Ⅲ-2-（4）「たちすずか」の給与（p120～123）で紹介）。

（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 飼料用米の泌乳牛への利用

水田フル活用の事業の中で、稲発酵粗飼料のみならず、飼料用米の栽培利用が拡大してきた。飼料用米の利用先は、当初、鶏、豚であったが、泌乳牛への給与事例も増加している。イー（ア）で示したように、稲発酵粗飼料における粃のふん中への排せつが問題となっており、飼料用米の利用は、圧ペン、破碎、挽き割り等の処理が前提となる。

分娩前後の乳牛に対して稲発酵粗飼料を粗飼料の主体とし、トウモロコシや大麦の輸入穀類の代替として飼料用米（粃米）を用いた発酵TMRの有用性が実証されている（山本ら 2011）。具体的には、分娩から分娩後10週間、圧ペントウモロコシと圧ペン大麦を、挽き割り処理した飼料用米で25%代替し調製した発酵TMR（表3-18）を給与しても、乳生産、ルーメン内容液性状及び血液性状への影響は認められていない（表3-19）。

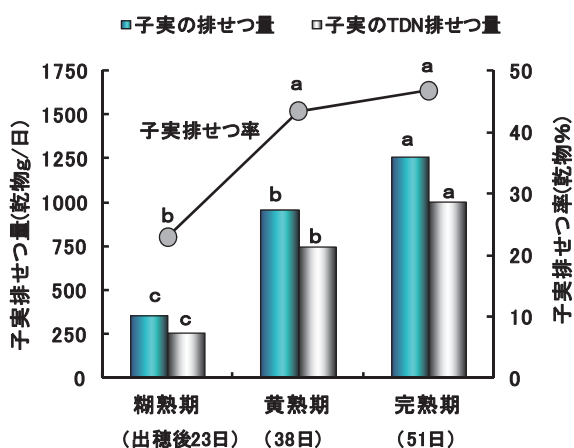


図3-18 刈取期別の子実排せつ量と排せつ率
異符号間に有意差(abc: P<0.05)

(広島畜産センター 2001)

泌乳牛への飼料用米の給与についての詳しくは、『飼料用米の生産・給与技術マニュアル<2014年版>（（独）農業・食品産業技術総合研究機構編）』を参照されたい。

表3-18 発酵TMRの飼料構成と成分組成

項目	輸入飼料 TMR	自給飼料 TMR
乾物混合割合(%)		
チモシー乾草	25.0	—
稲発酵粗飼料（水分67.5%）	—	25.0
イタリアンライグラスS	10.0	10.0
圧ペントウモロコシ	15.0	—
圧ぺん大麦	10.1	—
飼料用米（挽き割り）	—	25.0
ビール粕（乾）	10.0	10.0
豆腐粕（乾）	10.0	10.0
その他飼料	20.0	20.0
加水	有	無
飼料成分組成		
乾物（%）	57.2	57.0
CP	14.9	14.7
EE	4.0	3.8
NDF	42.5	37.4
NFC	32.8	38.3
TDN	73.7	72.0
その他飼料：フスマ、大豆粕、ビートパルプ、糖蜜、 ビタミン、ミネラル含む		
CP：粗タンパク質、EE：粗脂肪		
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		

表3-19 分娩後10週間の成績

項目	輸入飼料 TMR	自給飼料 TMR
乾物摂取量(kg/日)	22.2	23.2
乳量(kg/日)	42.1	43.2
乳成分		
乳脂率(%)	4.37	4.39
乳タンパク質率(%)	3.01	3.09
乳糖率(%)	4.34	4.41
無脂固形分率(%)	8.35	8.50
MUN(mg/ml)	14.4	15.5
ルーメン内容疫性状(分娩後5週目)		
pH	6.87	6.97
総揮発性脂肪酸(mmol/dl)	8.61	8.53
A/P比	3.05	3.20
血液性状		
GOT(IU・L)	70	69.3
BUN(mg/dl)	15.8	17.5
Glu(mg/dl)	45.3	49.5
T-Cho(mg/dl)	273.3	284.0
Ca	10.4	10.7
P	6.0	5.9
MUN：乳中尿素窒素、A/P比：酢酸/プロピオン酸比		
GOT：アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ		
BUN：血中尿素窒素、Glu：グルコース、		
T-Cho：総コレステロール、Ca：カルシウム、P：リン		

エ 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）に基づき稲発酵粗飼料を活用する飼料設計の手順を示すが、詳しくは添付ソフトウェア（Windows 7の環境までの動作は確認）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3-20のようにそれぞれの養分要求量が算出される。

表3-20 泌乳牛の養分要求量(体重650kg、平均環境温度20℃、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、稲発酵粗飼料と都府県で一般的な自給粗飼料のトウモロコシサイレージを組

み合わせた飼料メニュー、また、稲発酵粗飼料、イタリアンライグラスサイレージと飼料用米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3-21に示す。

表3-21 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
イタリアンライグラスサイレージ（①出穂）	67.1	32.9	4.1	11.9	20.1	3.7	21.9	0.15	0.12
飼料用米（玄米破砕）	13.8	86.2	7.9	1.4	4.2	71.1	81.3	0.03	0.3
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
ビール粕（生）	74.3	25.7	6.9	4.9	16.1	0.0	18.2	0.05	0.13
豆腐粕（乾）	8.2	91.4	26.3	20.7	34.5	19.8	86.3	0.37	0.37
フスマ	11.3	88.7	15.7	12.6	34.4	29.0	63.9	0.12	0.98
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
炭酸カルシウム	0.4	99.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.73	0.01
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

飼料名	水分	CP	ADF	NDF	TDN	Ca	P
①稲(黄熟期)	62.7	2.6	11.6	18.1	20.8	0.062	0.063
②トウモロコシ(黄熟期・全国)	73.6	2.1	7.7	12.6	17.4	0.04	0.05
③イタリアンライグラスサイレージ(出穂)	67.1	4.1	11.9	20.1	3.7	21.9	0.15
④飼料用米	13.8	7.9	1.4	4.2	71.1	81.3	0.03
⑤アルファルファヘイキューブ(普通品)	10.8	14.7	32.9	40.7	19.7	49.4	1.16
⑥ビートパルプ	13.4	10.9	22.8	43.3	26.4	64.6	0.51
⑦乳牛用基礎配合2	12.1	16.8	10.5	22.0	40.9	70.6	0.279
⑧綿実	8.3	19.8	32.0	41.6	7.7	80.9	0.18
⑨大豆粕	11.7	46.1	7.9	12.6	22.4	76.6	0.29
⑩第三リン酸カルシウム	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	31.83	18.47

（ウ）給与メニューの作成

飼料計算セルに、表2-9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。表2-10が稲発酵粗飼料とトウモロコシサイレージを組み合わせた飼料メニュー、表2-11が稲発酵粗飼料、イタリアンライグラスサイレージと飼料用米を組み合わせた飼料メニューの一例である。

（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。同一圃場産の飼料でも、収穫日や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（図3-19）。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個のロールベ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、粗タンパク質、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）。

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高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。

粗タンパク質が要求量通りに給与されている場合でも、粗タンパク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タンパク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。日本飼養標準・乳牛（2006年版）では、第一胃における粗タンパク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タンパク質（ECPd）が示されている（1-（9）粗タンパク質の第一胃内分解率参照）。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、特に、子実型イネ品種は、他のイネ科牧草に比べて非繊維性炭水化物に富む粃（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、物理的効果が高い。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3-22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3-23には補正したNDF含量もあわせて示した。

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。



図3-19 フィードサンプラー

表3-22 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（％）

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
アルファルファヘイキューブ（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、ヘ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

表3-23 稲発酵粗飼料、イタリアンライグラスサイレージと飼料用米（玄米）を用いた飼料メニューと養分充足率（％）

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	8.0	8.0	10.0	10.0
イタリアンライグラスサイレージ（①出穂期）	18.0	18.0	15.0	15.0	15.0	13.0	13.0
飼料用米（玄米破碎）	8.0	7.5	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5
ビートパルプ	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0
ビール粕（生）	11.0	11.0	10.0	9.0	8.5	8.0	7.0
豆腐粕（乾）	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.3	2.0
大豆粕	3.0	2.5	2.0	1.5	0.5	-	-
フスマ	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.2
炭酸カルシウム	0.25	0.25	0.23	0.20	0.20	0.20	0.20
第三リン酸カルシウム	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.05	0.04
養分充足率							
DM充足率（％）	103.6	101.2	102.1	103.4	103.1	103.9	100.1
CP充足率（％）	113.2	112.3	112.7	113.0	107.7	105.4	105.9
TDN充足率（％）	100.9	100.8	104.2	107.7	109.8	113.2	112.9
Ca充足率（％）	105.9	110.5	111.8	112.7	121.5	128.1	115.0
P充足率（％）	117.4	111.5	114.7	117.3	117.7	109.8	108.1
粗飼料割合（％） 1)							
	29.1	31.6	32.5	34.8	37.1	40.5	45.4
稲発酵粗飼料割合（％）	8.0	8.7	12.2	13.1	14.0	18.9	21.1
飼料用米（玄米破碎）割合（％）	24.6	25.1	26.5	26.5	26.3	26.2	26.9
NDF含量	36.5	37.1	36.4	37.2	38.6	39.4	39.6
NFC含量	34.4	33.9	35.3	35.3	35.0	35.1	35.1

1) 稲発酵粗飼料、イタリアンライグラスサイレージを粗飼料とした

次に、稲発酵粗飼料を実用的給与量とし飼料用米を乾物25%前後組み合わせた飼料メニューと養分充足率を表3-23に示す。

実際に飼料用米を牛に給与する場合の留意点として、粳米、玄米のいずれにおいても何らかの破碎加工処理を施さないと利用性が極端に低下する。また、重量ベースで飼料用米をトウモロコシや大麦圧ペンと代替する場合、TDN含量が低下することも含め、乳牛への給与においては、馴致期間を1週間以上設けたうえ、ルーメンアシドーシスの発生を注視しながら養分調整するなどの対応が必要である。

(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、①NDF含量、②NFC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、牛の栄養状態は反芻などのそしゃく行動、ふんの性状、ボディコンディション、乳成分や血液成分などをモニタリングして診断する。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及び40kg以上でそれぞれ原物で8～10kg、6～8kg及び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3-24に示した。

表3-24 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	
	サイレーシ ^①	(%) 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)
輸入チモシー乾草	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)
輸入チモシー乾草	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イレージの割合。

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の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。

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、表3-22、表3-23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以上及び35kg以下でそれぞれ原物6～8kg及び8～10kg程度となる。

(4)「たちすずか」の給与

従来普及種（子実型品種）の稲発酵粗飼料は前述のように、泌乳牛へ給与した場合、子実排せつが増加すること、繊維の消化性が悪いことなどから、給与割合が増加すると乾物摂取量が抑制され、泌乳成績が悪化する。一方、子実の割合が極めて少ない「たちすずか」は、子実排せつによる栄養ロスが少なく、繊維の消化性が良いことから、従来品種に比べて栄養価が高いことが明らかとなっている。ここでは、「たちすずか」の泌乳牛への給与効果、給与事例について紹介する。

①「たちすずか」の給与効果

粗飼料を稲発酵粗飼料のみとし乾物で30％、同一の濃厚飼料を乾物70％の割合で混合した「たちすずか」と「クサノホシ」のTMR（表3-25）を泌乳中期牛に給与した結果を表3-26に示す。

泌乳成績では、乳成分は差が認められなかったが、「たちすずか」TMRは乳量、FCM量が多く、MUN（乳汁中尿素窒素）が低かった。また、増体成績も優れ、「たちすずか」の飼料価値が高いことが明らかになった。

表3-25 TMRの構成・養分含量(乾物)

	たちすずか TMR	クサノホシ TMR
稲発酵粗飼料割合	30.0	30.0
濃厚飼料割合	70.0	70.0
DM(乾物)	55.2	55.3
CP(粗タンパク質)	15.9	16.1
EE(粗脂肪)	5.1	5.2
NDF(中性デタージェント繊維)	32.6	32.9
NFC(非繊維性炭水化物)	40.3	39.8
NFC(可消化養分総量)	76.9	75.8

(広島総技研畜産技術センター)

表3-26 TMR給与結果

		たちすずか TMR	クサノホシ TMR	P
乾物摂取量	(kg)	22.8	23.1	ns
乳量	(kg)	41.6	38.9	P=0.06
FCM量	(kg)	38.5	36.3	P=0.06
乳成分				
乳脂率	(%)	3.51	3.56	ns
乳タンパク質率	(%)	3.25	3.21	ns
乳糖率	(%)	4.57	4.56	ns
無脂固形分率	(%)	8.82	8.76	ns
MUN	(mg/dl)	12.6	14.9	P<0.05
体重	(kg)	611	591	P<0.05

FCM量：4%脂肪補正乳量，MUN：乳汁中尿素窒素

ns：有意差なし

(広島総技研畜産技術センター)

乳脂率 3.5%の牛乳 1 kg 生産に要する TDN 量は 0.31kg であり、「たちすずか」TMR の計算上の TDN 摂取量を基準とした場合、乳量差 2.7kg から算出される「クサノホシ」TMR の TDN 損失量は 0.837kg と推定された。このときの子実排せつ量は、「クサノホシ」TMR が 1.05kg/日で、「たちすずか」に比べて極めて多い（図 3-20）。このことが乳量差につながる TDN 損失の大きな要因であると考えられる。また、そしゃく行動を調査した結果では、「たちすずか」TMR の採食時間は「クサノホシ」TMR と同等であったが、反芻時間は「たちすずか」TMR が長く、RVI（粗飼料価指数・摂取飼料 1 kg 当たりの総そしゃく時間）が高いことが明らかとなった（図 3-20）。「たちすずか」は繊維の消化率が高いものの、茎葉割合が多いことから、RVI が高くなり、結果的に乾物摂取量には差が生じなかったものと考えられる。

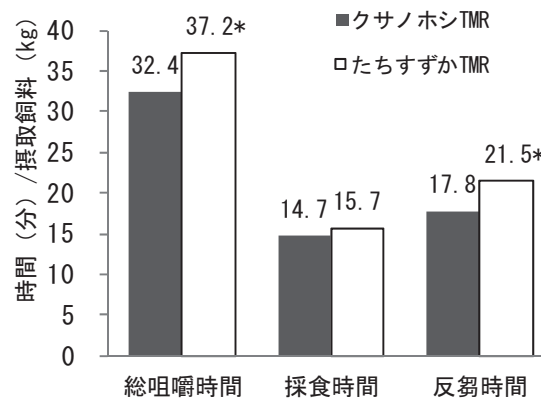


図3-20 TMRごとのそしゃく時間

*: p<0.05

以上のことから、「たちすずか」は子実排せつが少なく、飼料価値が高いことから、乳量、増体の増加効果がある。一方で「たちすずか」は茎葉割合が多い分 RVI が高くなり、繊維の消化性が高くても乾物摂取量の増加への効果は相殺される。稲発酵粗飼料の形状は、収穫機械の違いや切断長によって大きく異なる。今後は、「たちすずか」をはじめとする茎葉型品種に適した切断長等を明らかにすることで、より効果的な利用が期待できる。

②「たちすずか」の給与事例

搾乳頭数 40 頭規模、繫ぎ式の酪農家で、平成 24 年 1 月から搾乳牛全頭に「たちすずか」TMR を周年の給与している事例を紹介する。

TMR 構成と混合割合を表 3-27 に示した。「たちすずか」WCS は原物 600kg/日（2 ロール）を混合し、乾物混合割合は 29.3%となる。給与飼料は「たちすずか」TMR に加え、乳量に応じて配合飼料、圧ペン大麦を給与し、さらにチモシー乾草を 1.3kg/日程度追加給与

している。給与飼料全体に対する「たちすずか」WCSの乾物給与割合は23％程度で、原物量としては14～18kg/日・頭の給与である（表3－28）。牛群検定成績から平均305日補正乳量と乳成分の推移を図3－21、図3－22に示した。「たちすずか」TMRは嗜好性がよく、摂取量が安定していたため、乳量、乳成分は良好に維持できている。また、繁殖成績は以前より受精回数が減少し、受胎率がやや高くなるなど改善する傾向もみられている。

以上のことから、「たちすずか」を乾物23％程度混合したTMRの長期間給与においても、泌乳成績を良好に維持することが可能である。

表3-27 TMRの構成と混合割合

飼料の種類	原物 kg	乾物比 %
たちすずかサイレージ	600	29.3
アルファルファ乾草	60	7.6
配合飼料	230	29.6
ビール粕（生・脱水）	300	15.5
圧ペントウモロコシ	80	10.2
綿実	30	4.1
トウフ粕（生）	30	0.9
大豆粕	20	2.6

表3-28 飼料給与設計

乳量（kg）	25	30	35	40	45
原物給与量（kg）					
たちすずかTMR	30	33	35	37	40
チモシー乾草	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
圧ペン大麦	0	0	0	1	1
配合飼料	3	4	5	5	6
粗飼料割合（％）	35.6	34.2	33.0	32.0	31.2
たちすずか給与量（原物kg）	13.5	14.5	15.5	16.5	17.6
たちすずか給与割合（％）	23.5	22.9	22.3	23.2	22.7
飼料の養分含量（乾物中％）					
粗タンパク質（CP）	15.8	16.0	16.1	15.9	16.0
可消化養分総量（TDN）	74.5	74.9	75.3	75.5	75.8
粗脂肪（EE）	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4
中性デタージェント繊維（NDFom）	33.1	32.3	31.7	31.4	30.9
非繊維性炭水化物（NFC）	38.6	39.1	39.5	40.3	40.5

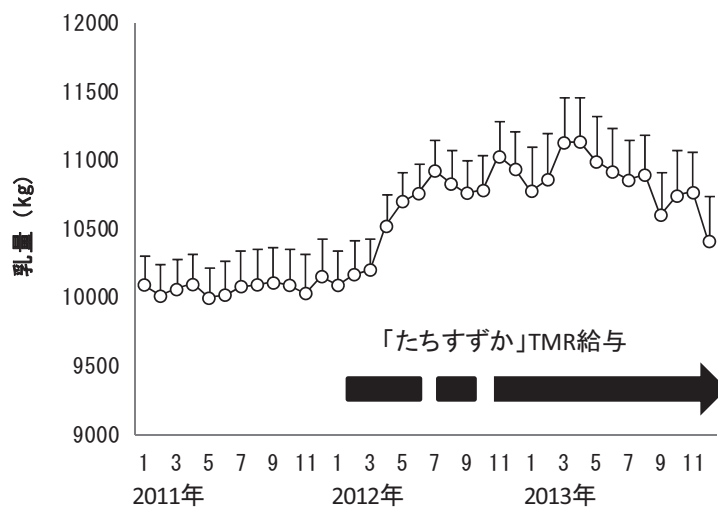


図3-21 305日補正乳量の推移

※「たちすずか」のTMRの給与以前は購入乾草主体(粗飼料中1/3の「クサノホシ」WCSを含む)TMRを給与
 ※→矢印の途切れた時期は、「たちすずか」WCSの不足により他の粗飼料を給与

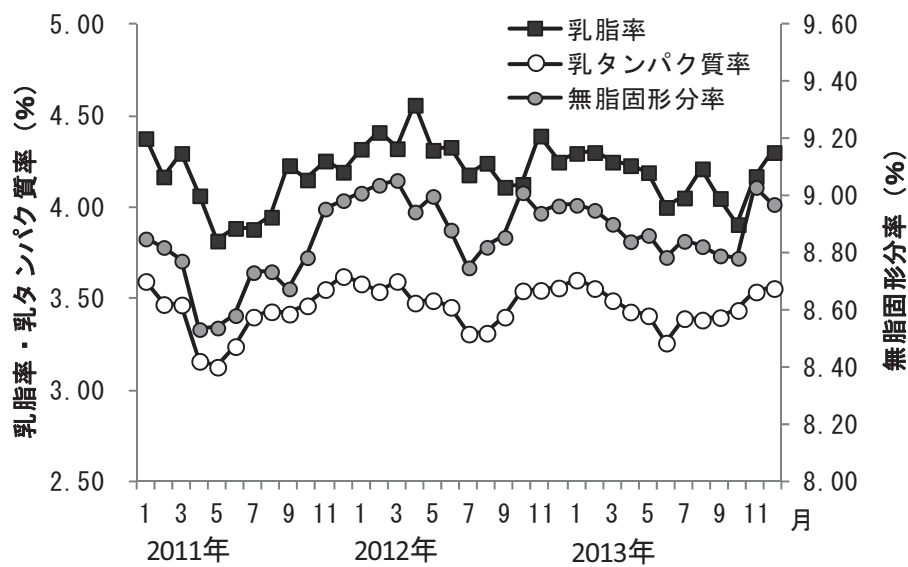


図3-22 乳成分の推移

3 肉用牛への給与

(1) 育成牛

肉用子牛を育成する場合は、市場での価値を高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。稲発酵粗飼料は粗タンパク質含量（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、本文中の給与例を目安にする。

(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中に単味給与は避け、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、本文中の給与例を目安にする。

(3) 肥育牛

稲発酵粗飼料中のビタミン含量は、刈取時期や予乾の有無により大きな影響を受けるため、肥育に用いる際は、給与する稲発酵粗飼料の刈取時期や調製法に十分注意する必要がある。実際の給与では、本文中の給与例を目安に、以下の点に留意して給与する。

- ① 飼料の急変は避け、十分な馴致期間を設ける。
- ② 稲発酵粗飼料は刈取時期や調製法の違いによって β -カロテン含量が大きく変動するので、特にビタミン A 制御型の肥育へ用いる場合は、 β -カロテン含量を把握することが必要である。
- 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、中期は給与を控える。
- 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。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。肉用子牛の育成において飼料中のタンパク質が重要である。稲発酵粗飼料を子牛育成期に給与する場合は、CP を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。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 含量と同様に 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。さらに、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、肉用牛への給与に際しては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であるが、子牛育成においても同様である。

給与試験の結果を踏まえ、表3-29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ヵ月齢）が1.5～2.0 kg、育成終了時（9ヵ月齢）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ヵ月齢）で6～6.5 kg程度給与が必要となる。

表3-29 黒毛和種子牛への稲発酵粗飼料の給与例 (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3-30に示した。稲発酵粗飼料の給与は出生後3～8ヵ月齢未満の5ヵ月間で、原物あたり1～6 kg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1 kgを定量給与するとともに、粗タンパク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3-30 交雑種子牛への稲発酵粗飼料の給与例 (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1 kg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。

(2) 繁殖牛への給与

① 稲発酵粗飼料の栄養価及び採食量

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。

②稲発酵粗飼料へ的大豆粕の補給効果

稲発酵粗飼料は粗タンパク質含量が低い、それ以上にイタリアンライグラスに比べるとアミノ酸含量が低く（表 3－31）、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。

稲発酵粗飼料に大豆粕を 1 kg 程度補給することにより、血漿総タンパクは正常に推移し（図 3－23）、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 3－32）。

表3－31 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

表3－32 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

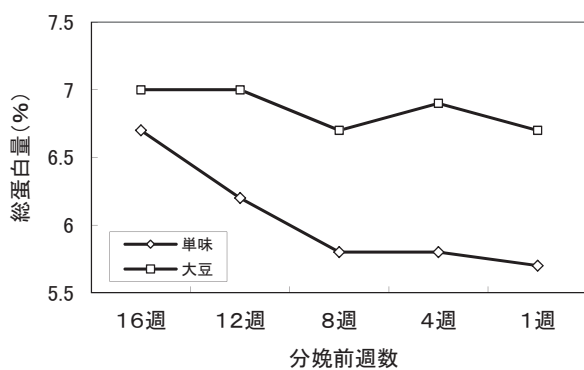


図 3-23 大豆粕給与時の血漿総タンパク

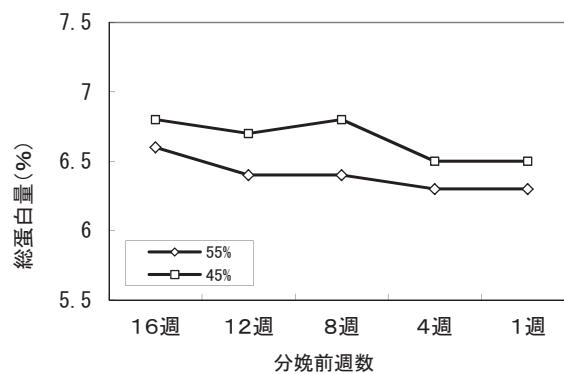


図 3-24 牧草併用時の血漿総タンパク

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 3-24）、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タンパク質（CP）含量が 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肉用繁殖牛への稲発酵粗飼料の給与例

表 3-33～35 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。飼料給与例に従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3-33 肉用繁殖牛への稲発酵粗飼料の多給例 (原物 kg/日・頭)		
	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3-34 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/日・頭）

	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3-35 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/日・頭）

	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。

⑤ 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 3-36 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 3-8 で乾草の給与量が表 3-5～7 と比較して少ないのは、乾草の CP 含量が 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3-36 稲発酵粗飼料を利用した繁殖ステージ別給与例

	(原物kg/日・頭)								
繁殖ステージ	妊娠末期			授乳期			維持期		
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 ヶ月から増加に転じている。さらに、9 ヶ月後には分娩前の体重まで回復している（図 3-25）ので、表 3-36 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。

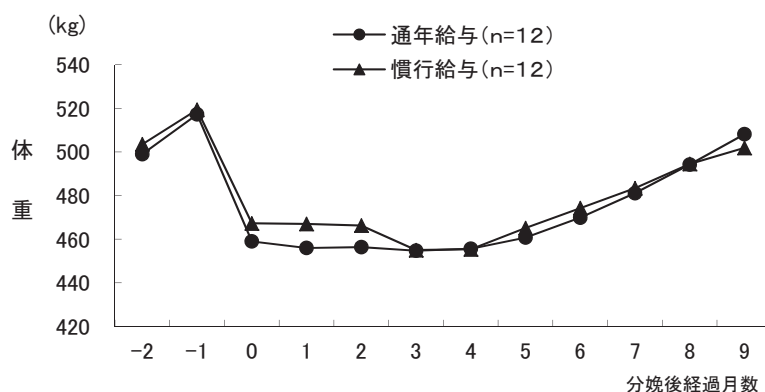


図3-25 分娩前後の体重の推移

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 ヶ月後の離乳時体重 123kg、DG0.97kg/日で子牛の発育も良好である（表 3-37）。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 500 μ g/dl 以上となり慣行給与に比べ 3～4 倍、 β -カロテン濃度も 300 μ g/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3-37 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 \pm 16.0	66.4 \pm 18.6	1.3 \pm 0.5	351 \pm 18.6
慣行給与	12	54.8 \pm 21.0	72.8 \pm 24.6	1.3 \pm 0.5	358 \pm 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 \pm 3.8	36.0 \pm 8.5	122.8 \pm 22.5	0.97 \pm 0.19
慣行給与	12	291 \pm 6.3	35.3 \pm 7.9	122.5 \pm 21.8	0.96 \pm 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

(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、イタリアンライグラスなどの牧草と比較すると、ケイ酸含量が多い影響で灰分が多く、CP がやや少なく 7 % 程度である。栄養価は、品種や熟期などで異なるが、TDN 含量でおよそ 52～55% である。肥育牛では、濃厚飼料が多給されるので稲発酵粗飼料の CP や TDN 含量の低さはあまり問題にならない。稲発酵粗飼料の物理性としては、粗飼料価指数（乾物摂取量当たりの総そしゃく時間）に関するデータが黒毛和種繁殖牛で出されており、稲わら 77.6 分/kgDM、稲発酵粗飼料 70.7 分/kgDM、チモシー乾草 63.5 分/kgDM という結果であった。したがって飼料の物理性からみると、稲発酵粗飼料はチモシー乾草よりも反芻等を促す物理的特性がやや高い傾向にあると言える。また稲

発酵粗飼料の物理性は稲わらに近いが、稲わらよりも消化性が良いので、特に肥育後期に稲発酵粗飼料のみを粗飼料源として給与する場合は、反芻胃の機能を健全に保つためにも給与量が極端に少なくならないように注意する。

稲発酵粗飼料中のビタミン含量は、刈取時期や、予乾の有無により大きな影響を受けるので給与前にビタミン含量を把握する必要がある（図 3-26）。 β -カロテンはビタミン A 前駆体であり、消化管より吸収され体内でビタミン A に変換される。1 mg の β -カロテンは、体内で 400IU のビタミン A に転換される。したがって、特にビタミン A 制御型肥育に稲発酵粗飼料を用いるためには、稲発酵粗飼料中の β -カロテン含量の把握と、その低減技術が必要である。 β -カロテン含量は飼料イネの品種や熟期によって異なり、完熟期には β -カロテン含量が大きく低下する。更に、 β -カロテンは酸素や紫外線によって分解することから、サイレージ調製の際に予乾処理を行うことにより、稲発酵粗飼料の β -カロテン含量を減少させることが可能である。黄熟期に刈取後、1 日予乾してサイレージ調製すると、 β -カロテン含量が刈取時の約 7 割に減少することが報告されている。したがって、完熟期に収穫調製を行ったり、刈取後に予乾処理を行うことによって飼料中の β -カロテン含量を十分低減させることが出来れば、ビタミン A 制御型肥育へ稲発酵粗飼料を用いることも可能である。ビタミン E 含量の高い稲発酵粗飼料は、 β -カロテン含量も高い傾向にある（図 3-26）。したがって稲発酵粗飼料を給与し牛肉中にビタミン E を蓄積させ高付加価値化を図る場合は、稲発酵粗飼料の給与時期と給与量に留意する必要がある。

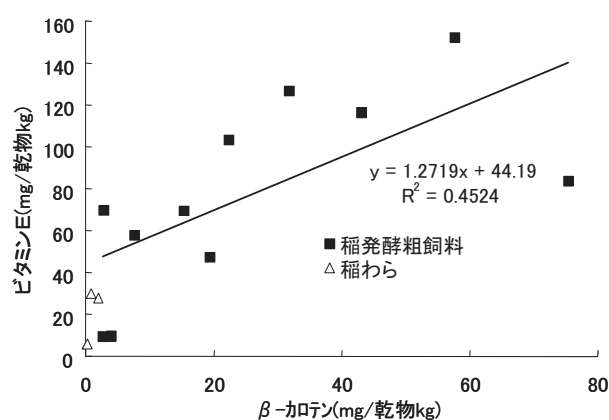


図 3-26 稲発酵粗飼料中の β -カロテンとビタミン E 含量の関係

イ 稲発酵粗飼料の摂取量と枝肉成績

（ア）摂取量と日増体量

これまでに行われた稲発酵粗飼料を給与した黒毛和種去勢牛の肥育試験成績を取りまとめ、表 3-38 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に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。

表 3-38 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

	肥育前期(15) 9～14 ヲ月齡	肥育中期(3) 15～21 ヲ月齡	肥育後期(10) 22～28 ヲ月齡
稲発酵粗飼料(kg)	2.2±0.7	1.4±0.9	1.3±1.0
濃厚飼料(kg)	5.7±1.4	6.8±0.5	7.1±1.0
摂取飼料合計(kg)	7.9±2.1	8.2±0.6	8.4±0.6
D G(kg)	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。

(イ) 枝肉成績

稲発酵粗飼料を給与した肥育試験の結果をまとめると枝肉格付けは、肉質等級で 2～4 等級の範囲を示し平均 3.2 であり、BMS No. は 5.2 (2.8～6.8) である。黒毛和種の BMS No. の全国平均と比較しても肉質的には遜色ないものが得られている。また肥育終了時の平均月齡は 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しており、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と同等の肥育成績が得られている。

脂肪の色 (BFS No.) に関しては、稲発酵粗飼料を給与してもほとんどの試験で 3.0 程度であり、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結果が得られている。したがって稲発酵粗飼料中の β -カロテンが脂肪色に及ぼす影響は小さいと思われる。

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。稲発酵粗飼料は稲わらよりも β -カロテン含量が高いため、ビタミン A の影響が比較的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 濃度を目標値まで低下させるため稲発酵粗飼料の給与を控えた方が安全である。肥育の前期及び後期に稲発酵粗飼料を給与する場合、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ので、稲発酵粗飼料をある程度多めに給与してもよい。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給与事例では、稲発酵粗飼料を肥育後期に原物で 5 kg 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、 β -カロテン低減を目的として、予乾処理を行ったり、完熟期に収穫を行うと、稲発酵粗飼料中の α -トコフェロール含量も大幅に減少する。したが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、刈取時期や予乾の有無等、実際に給与する稲発酵粗飼料の調製方法やビタミン含量を把握することが必要である。

オ 黒毛和種去勢牛への給与例

稲発酵粗飼料の給与量の目安を表3-39に示す。稲発酵粗飼料の水分含量は、予乾の有無や刈り取り時期によって異なってくるので、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、ビタミンAの要求量を満たすためには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3-39 黒毛和種去勢牛への稲発酵粗飼料給与例 (原物 kg/日・頭)

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)	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(ヵ月)	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 稲発酵粗飼料を用いた発酵TMR給与

発酵TMRはフレッシュタイプのTMRを数週間嫌気発酵させたもので、長期保存が可能であり、開封後の変敗も起こりにくいという特徴を有している。従って発酵TMRの利用促進を図ることにより、地域で生産される稲発酵粗飼料や食品副産物等の自給飼料の一層の有効活用が可能となると考えられる。黒毛和種去勢牛を10ヵ月齢から30ヵ月齢までの肥育全期間に食品副産物と稲発酵粗飼料を用いた発酵TMRを給与したTMR区と、乾

草と配合飼料を給与した対照区を設けて飼養した試験が報告されている。発酵 TMR の原料割合は、肥育前期用 TMR（10 ヲ月から 20 ヲ月齡時に給与）は原物当り稲発酵粗飼料 30%、食品副産物 40%（発酵ビール粕及び発酵トウモロコシ粕混合品）、配合飼料 30%であり、肥育後期用 TMR（21 ヲ月から 30 ヲ月齡時に給与）は原物当り稲発酵粗飼料 20%、食品副産物（同上）30%、配合飼料 50%であった（表 3－40）。その結果、枝肉重量や BMS No. 等に TMR 区とオーチャードグラス乾草及び市販配合飼料を給与した対照区で差は認められなかった（表 3－41）。また TMR 区は、牛肉中へのビタミン E の蓄積により、牛肉の脂質酸化や肉色の褐色化が抑制された。従って、稲発酵粗飼料を用いた発酵 TMR を黒毛和種去勢牛に肥育全期間給与することにより、牛肉中のビタミン E 含量が増加し、冷蔵保存中の肉色の変色防止ならびに脂質酸化の抑制に効果があると考えられた。一方、発酵 TMR に用いられている自給飼料の中には、果汁粕や野菜屑等 β -カロテン含量が非常に高いため、肥育牛に大量に給与すると脂肪が黄色化する可能性がある原材料も存在する。従って、肉牛肥育用発酵 TMR は用いる自給飼料の特性や飼料設計等に十分留意する必要がある。

表 3－40 稲発酵粗飼料を用いた発酵 TMR の飼料成分

	肥育前期 TMR	肥育後期 TMR	配合飼料	乾草
乾物率 (%)	56	57	87	88
粗タンパク質 (%DM)	13	14	15	8
N D F (%DM)	43	31	14	62
A D F (%DM)	24	17	5	37
粗灰分 (%DM)	7	6	4	9
T D N (%DM)	72	77	86	55
β -カロテン (mg/kgDM)	16	7	0.1	0.5
α -トコフェロール (mg/kgDM)	60	22	2	3

表 3－41 発酵 TMR 給与が枝肉成績に及ぼす影響

	枝肉重量	皮下脂肪	筋間脂肪	バラ厚	胸最長筋 粗脂肪	BMS	B C S	B F S
	(kg)	cm	cm	cm	%	No.	No.	No.
対照区	428	2.3	6.5	7.4	29.0	6.7	3.5	2.2
TMR 区	440	2.1	7.5	7.5	28.7	6.5	3.3	2.2

キ 稲発酵粗飼料のビタミン E にもとづく牛肉の品質保持

稲発酵粗飼料を積極的に利用した肥育法として、稲発酵粗飼料中のビタミン E 含量が高い点を活用し、牛肉の高付加価値化を図る肥育体系が考えられる。実際、稲発酵粗飼料を給与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。ビタミン E は、抗酸化作用を有することから、稲発酵粗飼料の給与によりビタミン E が牛肉中に蓄積されると、牛肉の酸化を抑制する効果が期待できる。黄熟期に収穫調製を行った良質な稲発酵粗飼料はビタミン E を乾物当たり 100mg/kg 以上含んでいる。これ

までの牛肉中へのビタミンE蓄積と酸化抑制効果を検討した研究の結果から、抗酸化能を発揮するためには牛肉 1kg 当たり約 3mg 程度のビタミンEを蓄積させることが必要であることが明らかになっている。従って稲発酵粗飼料の給与により、牛肉中のビタミンE含量が十分増加すると、肉色の褐色化や脂質の酸化が抑制され、牛肉に機能性を付加することが可能となる。実際に、稲発酵粗飼料の給与により、冷蔵保存中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）の増加が対照区より抑制され（図3-27）、牛肉脂質酸化度合いの指標であるTBARS値も、稲発酵粗飼料の給与区が対照区より低く抑えられる（図3-28）。

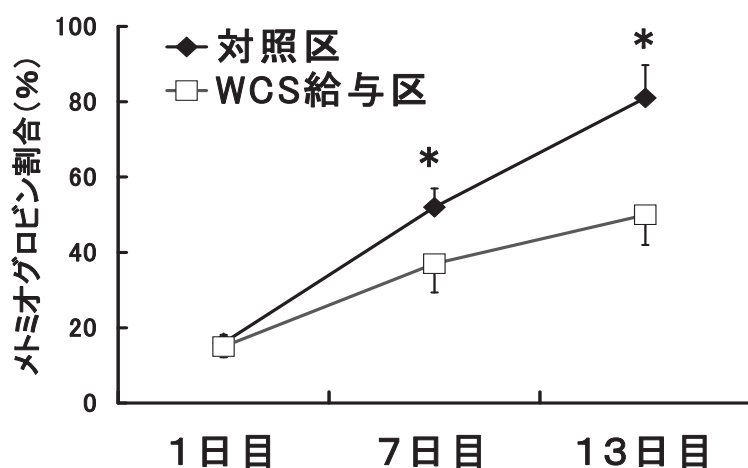


図3-27 稲発酵粗飼料の給与が牛肉のメトミオグロビン割合に及ぼす影響
畜産草地研究所 山田ら（2010）

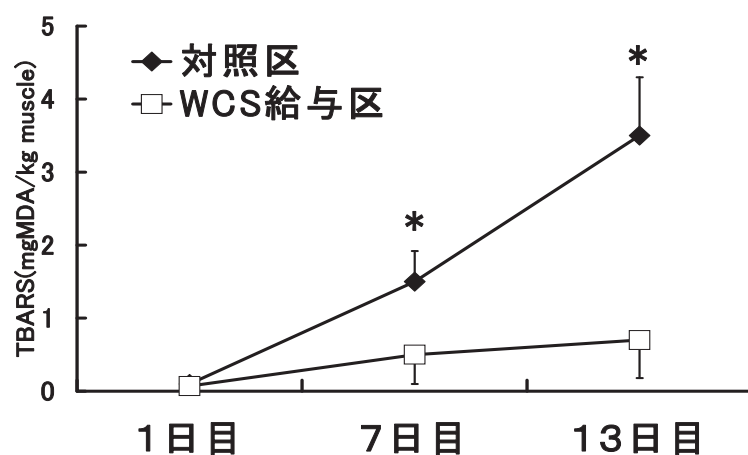


図3-28 稲発酵粗飼料の給与が牛肉のTBARS値に及ぼす影響
畜産草地研究所 山田ら（2010）

② 交雑種(黒毛和種×ホルスタイン種)

ア 交雑種去勢牛への稲発酵粗飼料の給与

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ることが報告されている。したがって、発酵品質の良い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例を表3-42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、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必要である。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。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た。β-カロテン含量が低い稲発酵粗飼料では給与量を増やすかビタミンA剤の添加が必要となる。

表3-42 交雑種去勢牛への稲発酵粗飼料給与例				(原物kg/日・頭)		
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3-43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。

表 3-43 交雑種雌肥育牛への稲発酵粗飼料給与例		(原物kg/日・頭)		
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
	ルーサンペレット	0.2	—	—

表 3-44 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。

表3-44 給与飼料の成分値		(乾物)						
飼料名	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	T D N	β カロテン	α トコフェロール
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/kg)	(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
ルーサンペレット	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 3-45 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、肥育終了時体重及び肥育期間中の DG は各々 854kg、1.0kg/日で、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 3-45 交雑種雌肥育牛の飼料摂取量と発育

(原物kg)

給与区分	稲発酵 粗飼料	チモシー 乾 草	稲わら	ル-サ 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3-29)。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3-30)。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。

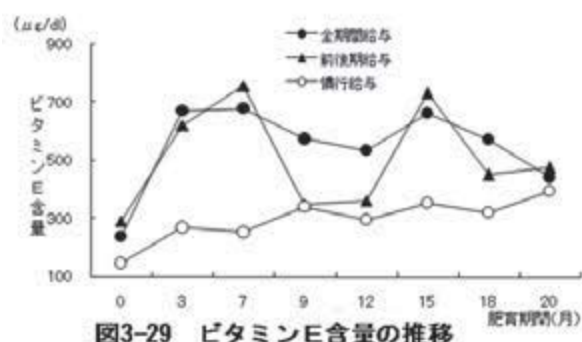


図3-29 ビタミンE含量の推移

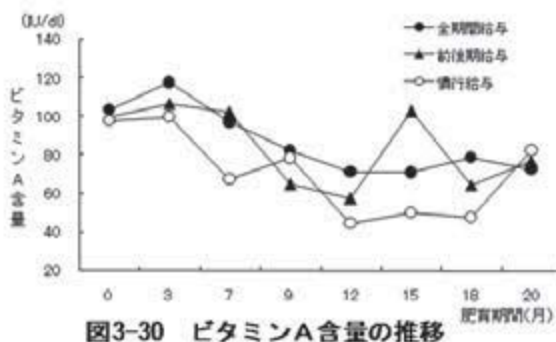


図3-30 ビタミンA含量の推移

(エ) 枝肉成績

枝肉成績について表3-46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、ロース芯面積及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3-43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、ロース芯面積及び肉質等級についてはいずれも優れる傾向にある。

表3-46 交雑種雌肥育牛の枝肉成績

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 No.)	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4 mg/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3-31、図3-32）。

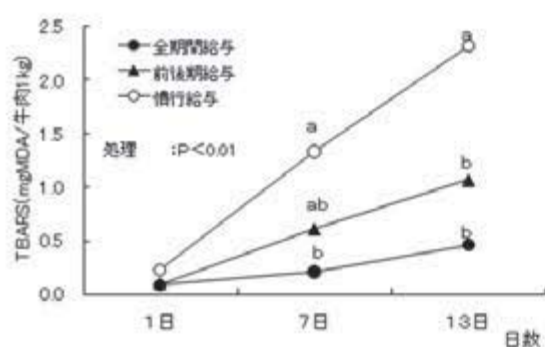


図3-31 貯蔵中のTBARS値の変化

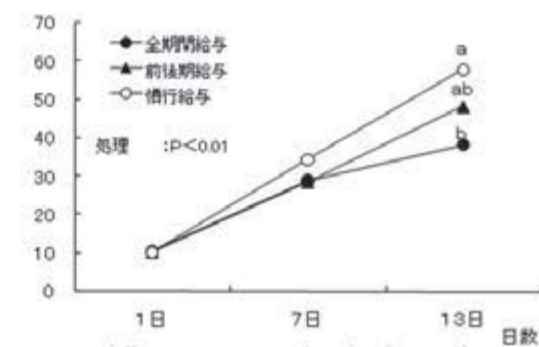


図3-32 貯蔵中のメトミオグロビン割合の変化

(カ) 給与上の注意

交雑種及び黒毛和種は、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が必要である。

③乳用種去勢牛

稲発酵粗飼料は、エン麦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3～9 kg 程度であるが、嗜好性が良く摂取量が多い。

ア 乳用種去勢牛への稲発酵粗飼料の給与例

表3-47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3-47 乳用種去勢肥育牛への 給与例 (原物kg/日・頭)

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

イ 他の粗飼料と組み合わせた稲発酵粗飼料の給与例

稲発酵粗飼料はロールによって発酵品質の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、他の粗飼料と組み合わせて給与することを推奨する。現場で利用されている他の粗飼料と組み合わせた場合の給与例を表3-48に示す。

表3-48 他の粗飼料と組み合わせた稲発酵粗飼料の乳用種去勢牛への給与例 (原物kg/日・頭)

肥 育 期	前				中				後				期	
肥 育 月 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
生 後 月 齢	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
目 標 体 重	300				500				650				800	
チモシー乾草	2.0	1.5	1.0	0.5										
稲WCS	1.0	2.0	3.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
ウィートストロー				0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
配合飼料A	7.0	8.0	8.5	5.0	2.0	0.0								
配合飼料B			0.5	5.0	8.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0

ウ TMR給与例

表3-49及び表3-50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%区)、②前期に16%のTMR、後期に10%のTMRを給与(16-10%区)したところ、26-16%区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ことが示された。

表3-49 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3-50 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%区		16-10%区	
	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3-51 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 No.	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

稲発酵粗飼料を混合した 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 3 cm 程度に細切することが望ましい。

IV

地域の取り組み事例

1 北海道愛別町における稲発酵粗飼料の生産と肉用牛への給与の取り組み

(1) 地域名及び生産組織名

北海道上川郡愛別町：愛別町稲発酵粗飼料生産部会

(2) 地域の概要

愛別町は、北海道の屋根と呼ばれる雄大な大雪山連峰の麓にあり、近郊の旭川市から北東に位置している。

耕地面積は 1,840ha、基幹作物である水稻を中心に、畜産やメロン、キュウリ、米なす等の施設野菜が導入されている。また、昭和47年からの水田転作に伴い、きのこの生産にも取り組んでおり、現在では北海道内随一のきのこの産地として知られている。



(3) 稲発酵粗飼料の取り組みの経緯及び概要

①取り組みの契機とこれまでの経緯

愛別町では、水田転作物目として主にそば、牧草、麦、大豆が作付けされてきた。しかし、山間部のほ場は排水性が悪く畑作物を栽培するには生産性が低い状況にあった。このことから、排水性が悪いほ場条件でも新たな機械の投資をせず、稲作農家取り組みやすい品目が長年求められていた。

WCS用イネの栽培取り組みは、①府県では既に、平成10年頃より取り組みが始まっており、飼料作物として位置づけされていたこと、②愛別町は、北海道内の他の水田地帯と比べ畜産業が近くで取り組まれていたこと、③平成13・14年に、米需給対策として行われた稲の青刈り処理の取り組み等がきっかけとなり、水稻農家の持つ機械施設を有効に活用できる転作物目として、平成15年より栽培が始まった。

開始2年間は、試験栽培の位置づけで3戸程度の作付けだったが、平成17年より専用の収穫機械を導入して本格栽培が始まった。その後数年間で作付面積は、収穫機械の能力と適期収穫を考慮して20～25haの間で推移し、収穫物を近隣の畜産農家へ供給してきた。

平成21年に町内に出荷していた畜産農家の紹介により、十勝地方の畜産農家へ出荷が始まった。これにより出荷先が確保でき、農業施策が農業者戸別所得補償制度に移行しWCS用イネの作付け希望が増えたことから、翌年には、さらに収穫機械一式を導入し面積の増加に対応している。

また、平成23年より供給していた畜産農家からの要望により、濃厚飼料の代替飼料として、飼料米の加工にも取り組み始めた。

飼料米は、玄米を粉砕し濃厚飼料に混合して給与されることが多く、十分な消化が見込めないとの考えから、もみ米を粉砕し発酵させたもみ米サイレージの加工・調製にも取り組み、畜産農家からは栄養価、嗜好性も高い飼料として評価を得ている。現在は需要が伸び、十勝地方の他、根室地方の畜産農家へも供給している。

②稲発酵粗飼料生産組織

稲発酵粗飼料生産部会は平成17年に設立され、愛別町内のWCS用イネ作付け農家で構成されている。生産部会では、稲発酵粗飼料の収穫調製、運搬、保管及び販売と、共通経費の清算業務を行っている。

表1 愛別町における稲発酵粗飼料取り組みの経緯

年度	取り組み	年度	取り組み
15	イネWCS試験栽培	21	イネWCS十勝地方へ出荷開始
16	イネWCS試験栽培	22	収穫機械導入
17	収穫機械導入	23	イネWCS胆振地方へ出荷開始 もみ米サイレージ調製開始
18		24	収穫機械導入
19		25	もみ米サイレージ根室地方へ出荷
20	湛水直播栽培開始	26	

収穫調製は、1セット当たり収穫機械、ラッピングマシン、トラック等による3セット4人体制で構成員が収穫作業に携わり、畜産農家に供給する体制ができている。

③町や農協等の支援組織等の概要

上川中央農協は、生産部会と協力し収穫物の販売先確保と販売契約業務、需要量と作付面積の調整を行っている。近年は、作付け希望が増えたため新たな販売先の開拓も必要であるが、需要量が多すぎて作付面積との調整が図れないケースもある。町内の作付けも限界があることから、最近では、近隣の他町村も含めた広域的な供給体制の構築も図っている。

愛別町は、農業振興計画で稲発酵粗飼料の普及を位置づけ、種子に対して一定額の補助を行ってきた。また、生産部会で使用している最初の収穫機械は、町を通じて強い農業づくり交付金（生産振興総合対策事業）を利用して導入された。

上川農業改良普及センターは、WCS用イネ栽培における肥培管理や病虫害防除、収穫調製について、生産部会を通し支援を行っている。平成20年からは、低コスト化へ向けて湛水直播栽培に取り組み始め、栽培体系の確立に向けた支援を行っている。

また、発酵が完了した稲発酵粗飼料は生産部会で定期的に飼料分析し、そのデータを普及センターでとりまとめ、翌年の対策を立てている。

（４）栽培・管理、収穫・調製の役割分担及びその条件

①役割分担

作付け農家



- ・WCS用イネの作付け
- ・栽培管理

愛別町稲発酵粗飼料生産部会



- ・収穫物の作業受託
- ・収穫物の保管
- ・育苗・移植作業受託（一部）
- ・収穫物搬送（一部）

畜産農家



- ・収穫物の保管
- ・給与
- ・収穫物搬送（一部）

②条件（収支と助成金）

表 2 平成25年度収支

（単位：円／10a）

	イネWCS作付け農家		稲発酵粗飼料生産部会		利用者（畜産農家）	
収入①	※水田利活用	80,000	作業受託料金	13,000	※※事業助成	4,000
	販売代金	24,864				
	計	104,864				
支出②	作業委託料金	13,000	燃料費	13,000	購入代金	24,864
	資材・出荷費等	5,894	オペレータ料金			
	計	18,894	計	13,000	計	24,864
収支①－②	合計	85,970	合計	0	合計	-20,864

※水田利活用向上（新規需要米）対策、※※ハイグレード稲発酵粗飼料利活用促進型助成 H23～H25

（5）栽培・管理体系

①種子

栽培品種は、既存の主食用稲が主体である。収穫期の集中時期を回避するため、平成20年より極晩生のWCS用イネ専用種「たちじょうぶ」を導入し、試験栽培を行っている。

表 3 利用品種及び播種量

品 種	入 手 先	価 格	播種量
たちじょうぶ	北海道農業研究センター	550円／kg	2.5kg／10a
ななつぼし	上川中央農協	440円／kg	〃
きらら397	〃	〃	〃
大地の星	〃	〃	〃
はくちょうもち	〃	480円／kg	〃
風の子もち	〃	〃	〃
しろくまもち	〃	〃	〃

②栽培・管理体系

表 4 栽培～収穫の概要

作 業	時 期	使 用 機 械	備 考
種子予措・育苗	4月上～5月下旬		
耕起作業	4月下～5月中旬	ロータリー	
代かき	5月中旬	ハロー	
移植	5月下～6月中旬	乗用田植機	
（中略）			
収穫調製・搬出運搬	8月中～10月中旬	イネWCS専用収穫機、 ラッピングマシン、トラック、 パワショベル、ロールアップ等	収穫期： 糊熟～黄熟期

③栽培・管理体系のポイント

基本的な栽培は主食用稲と同じであるが、供給先の主体となる肥育牧場向けにはβ-カロテン含有量を低減させるため窒素肥料を主食用稲の7割程度の施肥とした。収穫時にロールに土が混入するとサイレージの品質が著しく低下するため、深水管理は行わない等の工夫をしている。

また、病害虫防除は家畜に給与することが前提のため、本田においての薬剤茎葉散布は行わず、育苗時の予防薬剤処理に留めている。

④栽培面積と作付け戸数

平成15年より開始したWCS用イネの栽培は当初2.1haであったが、その後栽培面積を伸ばし、平成23年には49.8haとピークに達し、近年は40ha前後で安定している。

（６）収穫調製体系

良質発酵を促進するため、WCS用イネの水分は55～65%程度を目標としている。そのため、早期落水を行い、収穫を8月中旬頃の糊熟期から開始し、適正水分と栄養価が最大に達する黄熟期で収穫のピークを迎えるように調整している。その際、朝露が乾いてから収穫を行う等の注意を払っている。

また、稲の稈は中空であるためロール内が嫌気性になりやすく、牧草のサイレージと比較すると乳酸発酵しにくい特徴がある。そのため収穫物に乳酸菌を添加し、ラッピングも6層以上にし、密度の高いロールを作ることによってサイレージの品質向上に努めている。



図1 栽培面積と作付け戸数の推移

表5 収穫調製の概要

収穫面積	収 量	総収量	水分	乾物収量
44.0ha	2,006kg/10a	882.8t	65%	702kg/10a

表6 サイレージ態様

サイレージ態様	ベール直径	ベール重量	総個数	収 穫 機 (面積)
ラップサイレージ	100cm	320kg	2,149個	通常型2台 (33.9ha)
		360kg	542個	細断型1台 (10.2ha)



写真1 WCS用イネの収穫風景

（７）輸送・保管体系

①保管場所と輸送方法

収穫・ラッピングされたロールは、屋外のストックヤードで2段積みで静置する。ストックヤードに置ききれないロールは、一時、ほ場脇に保管する。収穫約1ヵ月後から発酵状態を確認し、給与できるものから順次出荷している。

②輸送・保管にかかる責任体制

収穫、ロール調製、ラッピングの過程が完了するとともに、収穫日と生産者番号をラップに記載している。輸送は、近隣の畜産農家へは生産部会が輸送しているが、遠隔地の畜産農家は飼料流通業者を介して輸送を行っている。

飼料分析は出荷時期に合わせて実施しており、分析結果を畜産農家へ提供している。



写真2 搬出される稲発酵粗飼料

（８）平成25年度飼料自給力強化支援事業における給与実証試験

①事業の概要

ア 事業名

飼料自給力強化支援事業（国産稲わら等安定流通利用促進）

イ 実施内容

国産稲わら等の利用促進を図るための検討及び実証

ウ 取り組み内容

稲発酵粗飼料の分析を行い、飼料設計に基づいて、給与した群と給与しない群を調査する。また、稲発酵粗飼料には、新たな添加剤を使用し、発酵調製による品質の確認を行う。

エ 事業申請

上川中央農業協同組合

②稲発酵粗飼料の分析値について

表 8 稲発酵粗飼料の分析値（分析：十勝農協連）

分析 No.	水分 (%)	一般分析(乾物中) (%)				発酵品質(原物中)						V-スコア (点)
		CP	TDN	NDF	デンプン	pH	乳酸	VBN/ T-N	酢酸	プロピオン 酸	酪酸	
①	61.8	7.0	61.0	47.7	17.7	4.0	1.97	8.9	0.59	0.10	0.10	80
②	60.6	7.5	62.4	43.0	22.1	4.1	1.84	9.1	0.60	0.07	0.06	83
③	64.0	8.2	63.3	41.9	15.8	4.5	1.35	11.5	0.61	0.13	0.15	68
④	61.5	5.7	64.6	45.9	32.8	4.0	1.77	4.4	0.10	0.01	0.03	97
⑤	62.5	5.8	65.2	44.7	19.3	4.0	1.66	4.3	0.09	0.01	0.07	94
⑥	58.2	8.1	64.1	44.2	27.8	4.6	1.98	8.1	0.19	0.10	0.33	67
⑦	62.5	5.2	65.6	47.6	33.0	4.9	0.33	13.6	0.32	0.08	0.58	33
平均	61.6	6.79	63.7	45.0	24.1	4.3	1.56	8.6	0.36	0.07	0.19	74.6

※H24年産①、②、③ H25年産④、⑤、⑥、⑦

※V-スコア：80点以上「良い」、79～60点「普通」、59点以下「悪い」

※添加剤としてBIO-PKCを使用

分析したサンプル7点の平均水分は約60%と7点いずれも理想的であった。稲発酵粗飼料のCP（粗蛋白質）は7%以下が一般的であるが、サンプルの平均は6.79%であった。TDNは55%前後が一般的であるが、サンプルの平均は63.7%であり、いずれのサンプルも60%を超えた。

発酵品質についてpHは4.2以下が理想であるが、平均4.3、嗜好性の指標となるV-スコアでは、平均が74.6点と品質は「普通」であるが、⑦のサンプルが平均を大幅に下げていた。⑦のサンプルは乳酸が低く、アンモニア態窒素／全窒素、酪酸の数値も高いことから収穫中に土が混入した可能性が考えられる。

新しく使用した添加剤BIO-PKCは従来の乳酸菌に枯草菌や酵母等が加えられている添加剤である。⑦のサンプル以外は栄養価（一般成分）も問題なく、V-スコアも①～⑥の平均値は81.5点と良質なサイレージの品質を示している。このことから、収穫時に発酵を妨げるような異物混入等が無ければ、BIO-PKCは添加剤として十分に有用であると考えられる。

表 7 平成 25 年度飼料自給強化支援事業構成員

構 成 員	区 分
イネWCS生産者	イネWCS調製・供給
牧場3法人	イネWCS給与実践
飼料流通業者2社	給与牧場へ配送調製
北海道農政事務所	事業確認
上川中央農業協同組合	事務局、事業申請
愛別町役場産業振興課	助言
帯広畜産大学	助言、取りまとめ
上川農業改良普及センター	助言、飼料データの分析



写真 3 使用した添加剤

③給与実証効果

生産部会と稲発酵粗飼料の売買契約を行っている、十勝地方の肉用牛肥育牧場2法人で給与実証を行った。稲発酵粗飼料を給与する実証区と既存飼料のみを給与する対照区を設定し、稲発酵粗飼料を給与することによる既存飼料の低減及び、日増体重と発育を確認した。

また、肥育牛の発育については良・普通・不良の3段階で、稲発酵粗飼料の品質についてはS・A・B・C・D（良い～悪い）の5段階で給与者が評価した。

ア A牧場 経営形態：肉用牛（肥育） 品種：ホルスタイン

表9 A牧場における稲発酵粗飼料給与実証結果

対照区（イネWCS無給与区）						供試牛頭数		給与ステージ				10 ～ 19ヶ月齢					発育結果（頭）			平均日増体重						
						10頭		給与開始日				平成25年9月22日					良 普通 不良			1.18 kg						
								給与終了日				平成25年12月13日					3 5 2									
								給与日数				8 2 日														
実証区（イネWCS給与区）						供試牛頭数		給与ステージ				10 ～19ヶ月齢					発育結果（頭）			平均日増体重						
						10頭		給与開始日				平成25年9月22日					良 普通 不良			1.19 kg						
								給与終了日				平成25年12月22日					5 3 2									
								給与日数				8 8 日														
イネWC		カビの発生					雑草の混入					発酵品質					嗜好性									
Sの品質		S	A	B	C	D	S	A	B	C	D	S	A	B	C	D	S	A	B	C	D					
評価（％）		93.1	6.9	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0	95.4	4.5	0	0	0					
		配合飼料前期					配合飼料後期					乾 草					ビール粕					イネWCS				
対照区給与量①		24.3 kg／頭					94.0 kg／頭					15.0 kg／頭					7.1 kg／頭					0.0 kg／頭				
実証区給与量②		23.6 kg／頭					88.2 kg／頭					7.4 kg／頭					7.4 kg／頭					14.0 kg／頭				
飼料低減量①-②		0.7 kg／頭					5.8 kg／頭					7.6 kg／頭					-0.3 kg／頭					-14.0 kg／頭				

2 TMRセンターを核とした大規模繁殖経営における 稲WCSの利用

(1) 地域名及び生産組織名

鹿児島県肝属地域（鹿屋市、垂水市、東串良町、錦江町、南大隅町、肝付町）

鹿児島きもつき農業協同組合 TMRセンター（鹿屋市串良町）



図1 TMRセンターの様子



図2 県内位置図における肝属地域

(2) 地域の概要

肝属地域は、鹿児島県東部の大隅半島に位置し、北西部に高隅山系、東部に国見山系が連なり、この山系に挟まれた中央部には、畑地帯である笠の原台地と肝属川流域に平坦な水田地域が広がっています。耕地面積は 18,729ha あり、約 7 割が畑地帯であることから畜産と園芸を基幹作目とした県内有数の農業地帯となっています。水稻は、肝属川流域の鹿屋市、東串良町、肝付町を中心に作付けされており、飼料用稲も同地域で作付けが盛んです。

(3) 稲WCSの利用と概要

①飼料用稲生産の経緯

肝属地域における飼料用稲の生産は、平成 13 年から転作用として始まり、徐々に栽培面積が増加し、戸別所得補償制度の導入を契機に飛躍的に拡大しました。平成 25 年度は 776.5ha と県内の約 40%を占め、肉用牛繁殖及び酪農経営で夏の牧草としての利用も定着しています。

図3 肝属地域の飼料用稲の栽培面積推移

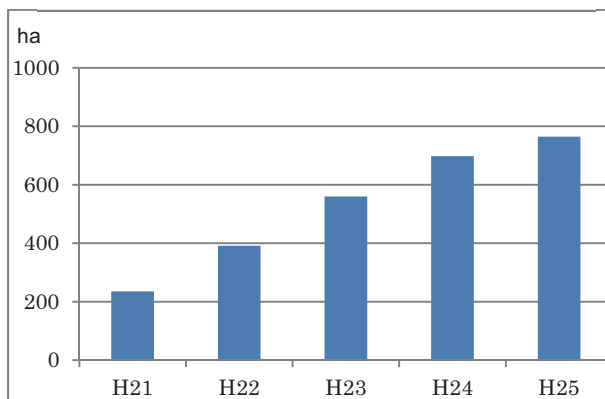
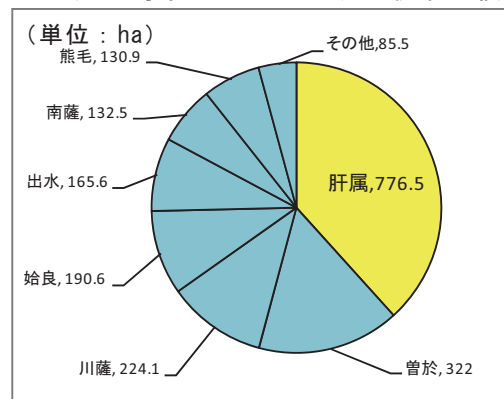


図4 鹿児島県における地域別栽培面積



鹿児島県農産園芸課 H25.7 推計値

②大規模繁殖経営分業化の核となるTMRセンターの概要

管内農家の高齢化により、肉用牛飼養頭数が減少する中、地域の肉用牛生産基盤強化及び家畜市場への子牛上場頭数の維持拡大を図るため、地域内で飼料生産、繁殖牛管理、子牛育成管理を分業化した体制を構築しました。

鹿児島きもつき農協と新規就農者で設立されたきもつき大地ファーム(株)は、畜産基盤再編総合整備事業（H21-23）を活用して、肉用牛繁殖雌牛1,000頭の繁殖農場を整備しました。

また、農協は、同事業（H22-23）を活用して、農協の所有するでん粉工場から排出されるでん粉粕の有効活用、飼料生産に係る労力軽減、飼料自給率の向上及び安定的な飼料供給を目的として、でん粉粕と地域内粗飼料等を混合したTMRを製造するTMRセンターを整備しました。併せて、県経済連が繁殖農場で生産された子牛の哺育・育成を担う施設を地域内に整備しました。

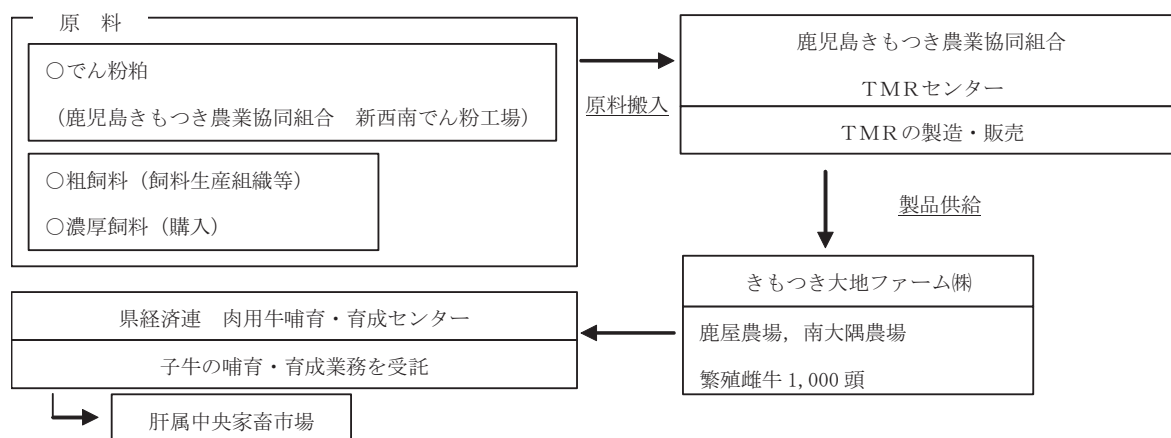


図5 大規模繁殖経営分業化体制

（４）栽培管理、収穫調整の役割分担及びその条件

①役割分担

TMRセンターは、地域内の飼料生産組織等からの稲発酵粗飼料等の粗飼料と農協のでん粉工場から排出されるでんぷん粕に濃厚飼料を混合調整し、TMRを製造し、(株)大地ファームや新規参入繁殖農家へ供給しています。

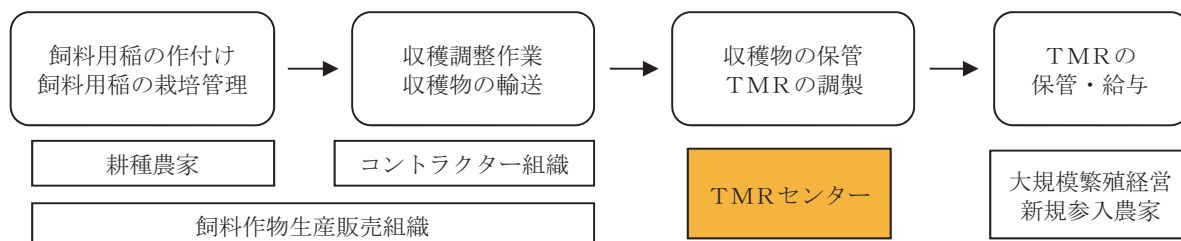


図6 栽培管理、収穫調製の役割分担

②稲WCSを供給する飼料生産組織の概要

- ・青刈り稲飼料用生産組合（肝属郡東串良町）

設立年度：平成20年 供給実績(H25)：約108ha（内 稲WCS：50.5ha）

東串良町内の飼料用稲、イタリアンライグラスの収穫・調製作業を受託

・(株)肝付アグリ（肝属郡肝付町）

設立年度：平成 19 年 供給実績（H25）：約 190ha（内 稲WCS：30ha）

肝付町にて牧草サイレージ、稲発酵粗飼料、稲わらの生産販売

〔 高齢農家等の飼料用稲の生産作業を完全受託
登録農家（主に大規模水稻農家）のWCS用イネの収穫調整作業を受託 〕

③粗飼料購入・輸送・保管条件

TMRの原料であるでんぷん粕の水分含量が高いため、ロールサイレージの標準水分含量は45%以下に設定しています。粗飼料の購入価格は、納品日、品目毎にロールサイレージの補正重量※に基本単価をかけた価格を標準価格として設定しています。なお、基本単価は、水分量、発酵状況、雑草等の混入状況を検査し、結果に応じて決定しています。※補正重量：平均重量(kg) × (100－平均水分量(%)) / (100-15(%)) で算出

稲WCSは、ロールサイズ 100cm×100cm のラップサイレージを概ね 5,400～6,200 円で購入しています。



図7 ロールサイレージ重量測定の様子



図8 ロールサイレージ検査の様子

粗飼料の輸送は各飼料生産組織が実施し、品質劣化の要因を明確にするため、TMR原料として利用するまでセンターでは移動しないことから、開封時に品質劣化していた場合、各飼料生産組織の責任となります。

④購入稲WCSの成分

表 1 購入稲WCSの成分値

サンプル	水分	乾物率	乾物中(%)							
			粗タンパク質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	ADF	NDF	TDN
WCS①	62.0	38.0	5.77	1.76	44.7	32.8	15.0	38.3	68.4	52.3
WCS②	23.8	76.4	4.29	—	43.7	30.2	21.9	47.9	73.8	—

サンプル	ミネラル乾物中(%)			
	Ca	P	Mg	K
WCS①	0.28	0.26	0.25	1.36
WCS②	0.23	0.16	0.09	1.36

⑤粗飼料確保のポイント

TMRセンターで利用する粗飼料は 100%地域内産を利用しており、前述の 2 組織を含む地域内の計 4 つの飼料生産組織から確保しています。牛にとって、年間を通じて同じ飼料を給与することが重要なことから、TMRセンターと原料を供給する飼料生産組織で生産部会を設立し、年 2 回 TMRセンターが要望する粗飼料を供給する作付体系等を協議しており、購入粗飼料は、保存性及び TMR 調整時の作業性から部会で統一した規格にしています。また、良質粗飼料生産を行うための技術研修や面積拡大に係る情報交換、スケールメリットを活かした生産資材の共同購入等による効率的な粗飼料生産と相互の技術向上を図っています。

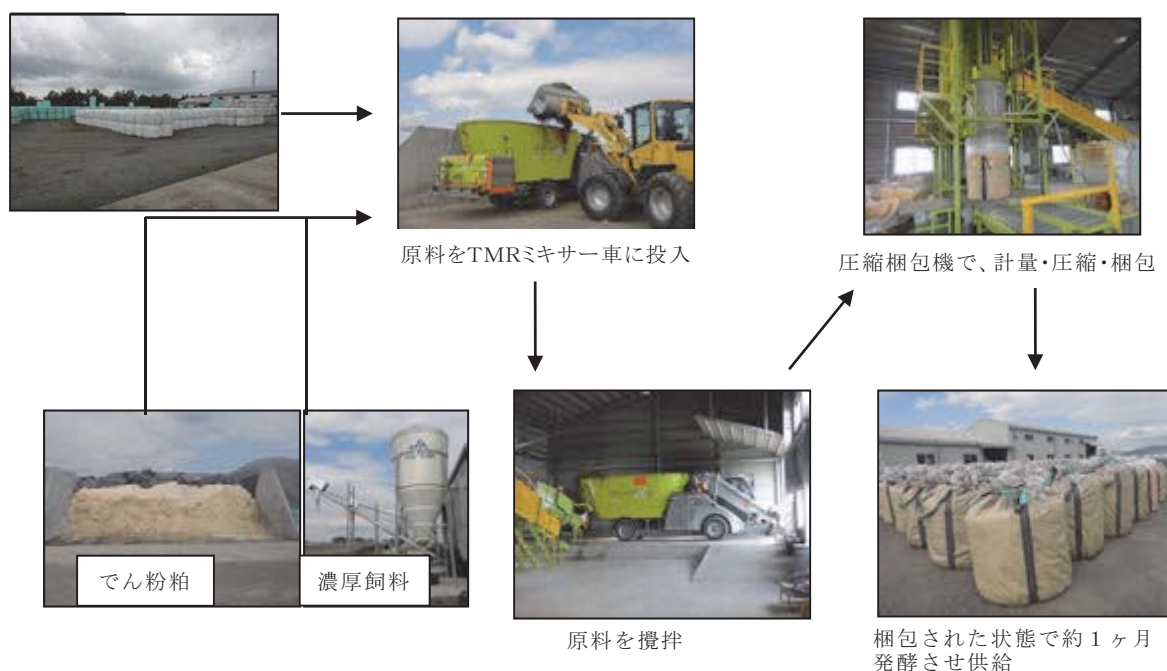
⑥飼料生産組織への支援概要

各市町からは作業機械の導入支援や飼料生産組織の運営支援等を、県からは飼料生産組織及び TMRセンターの連携強化を目的に粗飼料生産部会の活動支援と併せて、TMR 原料の品質管理等に必要な機材導入の支援を受けています。

(5) TMRの製造工程・実績・販売条件

① TMRの製造方法

飼料生産組織等から供給される粗飼料、バンカーサイロで保管されているでん粉粕と配合飼料を TMR ミキサーに投入・攪拌混合し、フレコンバックに圧縮・脱気後、約 1 ヶ月間発酵させた後、製品として供給しています。



② TMRの配合設計

配合設計は、でん粉粕が 37.5%と最も高く、濃厚飼料 6.3%、粗飼料としてイタリアンライグラス 25.0%、スーダングラス 18.7%、エン麦 6.3%、稲WC S 3.1%、稲わら 3.1%となっています。

③ TMRの生産実績及び計画

平成 24 年から操業し、平成 25 年度は 6,022 t の TMR を生産し、繁殖雌牛約 1,080 頭分の飼料として供給しました。使用した原料は、でん粉粕 2,244 t、粗飼料及び配合飼料 3,806 t で、うち稲 W C S は、189 t 使用しました。平成 26 年は、約 8,000 t を生産する予定です。

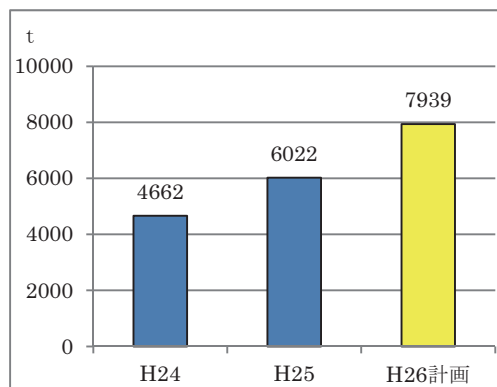


図 10 TMR生産推移

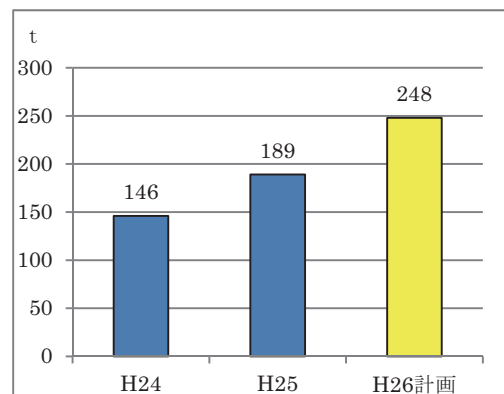


図 11 稲WCSの利用量推移

④ TMRの流通状況

TMR は、きもつき大地ファーム(株)及び新規参入農家に販売しています。

製品形態は、フレコンバック（700kg、650kg）仕様のみで、単価は 27～30 円/kg です。製造コストは表 2 のとおりです。定期的に大地ファームの各農場へ輸送し、新規参入農家は各自輸送する体制となっています。



図 12 TMRの保管状況

表 2 発酵TMRの製造コスト(単位:円/650kg)

T M R 製 造 経 費	項目	金額
	資 材 費	14,237
	粗飼料購入費	10,760
	配合飼料費	2,049
	資材費	773
	燃料費	655
	人 件 費	1,037
	減価償却費	978
	修 繕 費	430
	そ の 他	800
	合 計	17,480

⑤ TMRの飼料成分と栄養価

TMR の水分は 60%以下で調整され、一般成分は、粗タンパク質が 6.9%とやや低い値となっています。なお、繁殖牛に必要とされる β -カロテンは、0.63～1.34mg/100g とばらつきがあるものの、必要量の 2～4 倍含まれています。発酵品質は、pH、Vスコア及びフリーク評点いずれも良好な数値を示しています。

表3 TMRの一般成分 乾物(%)

サンプル	水分	粗タンパク質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	予想TDN
H25.9分析	56.3	6.9	2.0	54.4	23.8	12.9	56.0

表4 TMRの発酵品質(%)

サンプル	乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	吉草酸	VBN/TN	pH	V-score	フリースコア	水分
H25.1分析	3.32	0.08	0.00	0.04	0.00	2.70	4.2	97.6	100	59.0

⑥ TMR給与状況

給与量は、飼料計算を基に日量15～16kgに設定し、牛の状況に応じて調整されています。なお、16kg給与した時の充足率はDMが116%、TDN130%、CP100%となります。

TMRを給与している榑大地ファームの繁殖成績は平均分娩間隔349日と良好な成績であり、子牛の生時体重は平均34.7kgと比較的大きな子牛が生産されています。



図13 TMRの様子



図14 TMR給与の様子

⑦ TMR生産のポイント

平成24年5月からTMR生産を開始しましたが、操業開始当初は、TMR給与による軟便、乾物不足が原因と見られる行動など繁殖牛への影響がみられ、試行錯誤しました。牛が採食による十分な満足感を得るために、粗飼料の切断長も重要な要因であり、対応として、混合ミキサーへの投入順、混合回数等も考慮しています。また、TMRミキサーの混合負荷を考慮し、ボールカッターで切断し投入することで、ミキサーの刃の摩耗対策を講じています。

⑧ TMRセンターへの支援体制と今後の課題

地域の方々の協力と各種補助事業の活用により、TMRセンターを核とした大規模繁殖経営分業体制での1,000頭規模の繁殖農場が設立され、低コストなTMRを給与し、効率的な肉用牛繁殖経営を開始することができました。

現在も、図15のとおり、地域の関係機関を中心に各経営体へ支援をいただいています。TMRセンターは、TMRの配合割合、給与方法の検討などについて、県畜産試験場を中心に技術支援を受けています。

今後の課題としては、稲WCSを含む原料の安定確保、TMR生産では、栄養バランスの取れた高品質な製品かつ経済的な配合割合の検討を進める必要があり、現在、攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業等を活用して新たな発酵TMRの調整に取り組んでいるところです。また、新規参入者へのTMRの利用拡大も併せて進めて行く計画です。

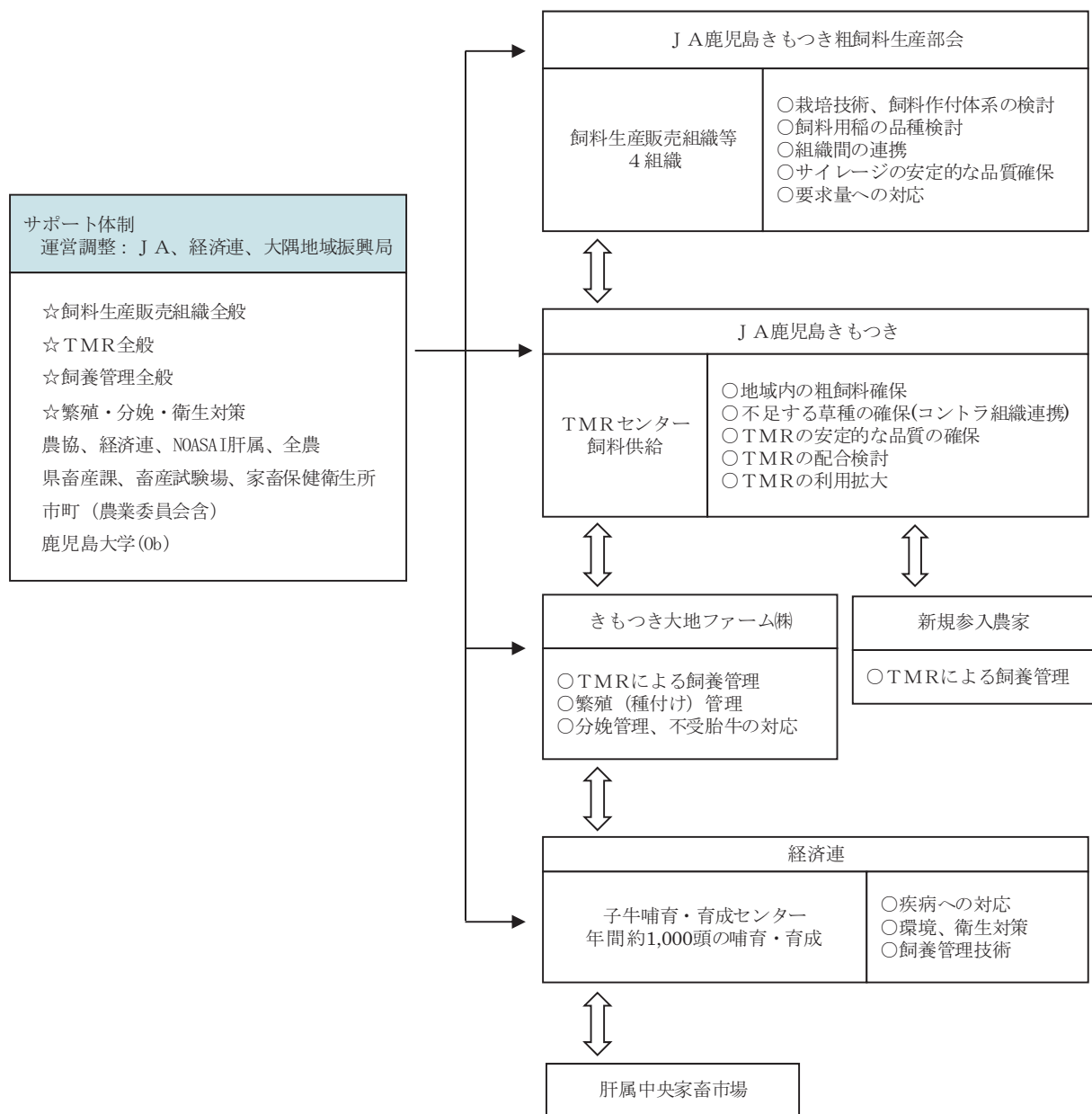


図 15 大規模繁殖経営分業化を効率的に運営するためのサポート体制

3 TMRセンターを基軸とした耕畜連携

広島県酪農協による「たちすずか」「たちあやか」の利用

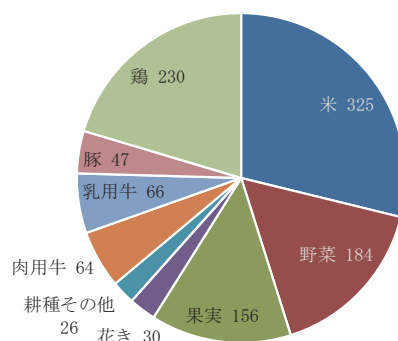
(1) 地域名及び生産組織名

広島県全域 広島県酪農業協同組合

(2) 地域の概要

広島県は、南に温暖な瀬戸内海、北に積雪の多い中国山地、その中間に高原地帯が広がり、多様な自然条件のもと、中山間地に点在する狭小な耕地で地域の基幹的産業の一つとして農業生産が行われている。農業産出額は、米、鶏（卵）、乳用牛、肉用牛が多い（図2-1）。

広島県農業の特徴として、集落営農型農業生産法人（以下、「集落法人」）による農地の集積がある。平成26年8月31日現在、法人数246、集積面積5,900haとなっており、県全体の耕地面積の10.4%、水田面積の14.0%を占めている。広島県の転作率は約40%であり、集落法人では主力の米の他、野菜、大豆、飼料作物などを作付けしている。



資料 農林水産省「生産農業所得統計」（平成24年）

図2-1 農業産出額（億円）

(3) 稲発酵粗飼料の取り組みの経緯及び概要

① 取り組みの契機とこれまでの経緯

全国的に面積が急増した平成13年に、広島県でも1地域で専用収穫機が導入され本格的な生産が始まった（約32ha）。その後の3年間でさらに7地域が専用収穫機を導入し、それぞれの地域（おおむね旧町程度の範囲）で耕畜連携が始まり、平成15年までには県内7か所に組織ができ、面積は約100haになった。しかし、その後4年間は新たな増加はなかった。その背景には、栽培、収穫調製、給与のそれぞれの場面での技術的課題が大きかったことがある。

当時の広島県におけるWCS用稲の主な作付品種は「クサノホシ」で、その特徴は、多収だが倒伏し易く、不消化モミが多いというもので、栽培（倒伏しやすい）と給与（多給できない）の両方で技術的な注意を要するものだった。

これらの課題に応じて登場したのが、極短穂型の「たちすずか」である。広島県では、試験研究と普及の両組織が連携して、「たちすずか」の多収栽培技術や飼料給与技術を確立するとともに、革新的な品種としてWCSと採種の多収技術普及に努めた結果、平成23

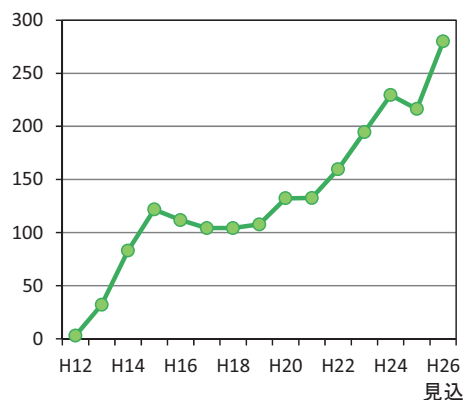


図3-1 WCS稲面積（ha）

年以降、急速に作付けが拡大した。

また、同時期に専用収穫機が細断型に改良されたことで、発酵品質は格段に向上し、さらに、稲発酵粗飼料に対する補助金の充実なども追い風となって、作付面積の増加と品種転換が飛躍的に進んだ。また、平成 25 年には同じく極短穂型の中生品種「たちあやか」が品種登録され、広島県ではいち早くその栽培に取り組み、収穫開始時期の前倒しによる収穫適期の拡大を期待して、平成 26 年には全面積の 5 % で作付されている。

②生産組織（構成農家数と役割分担）

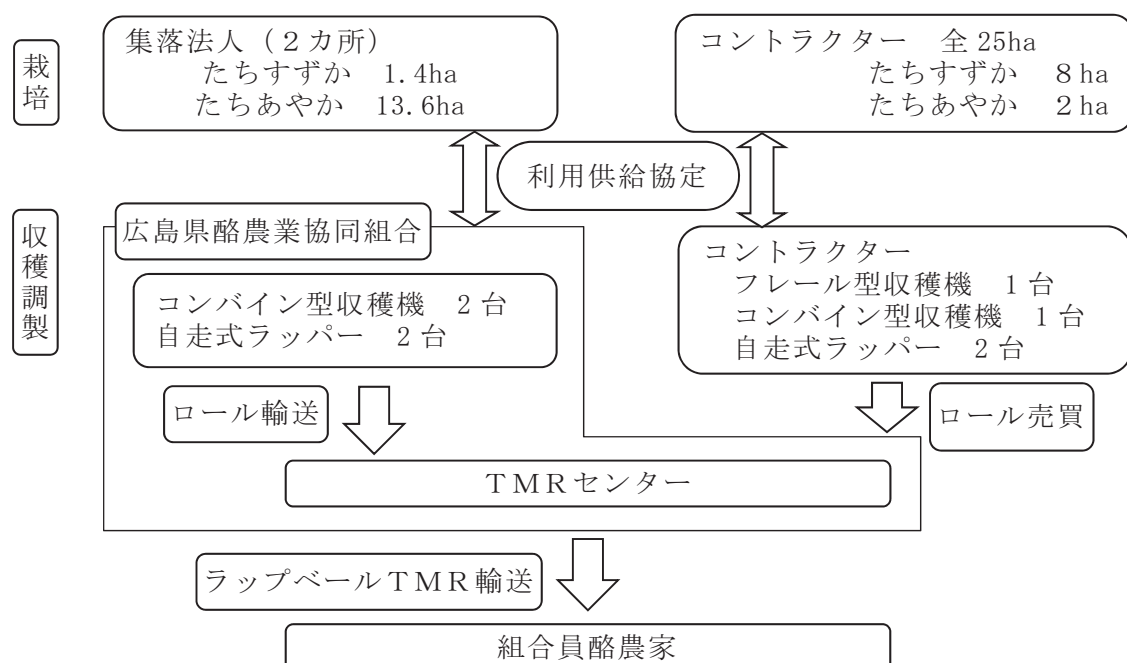
県内には、11 の耕畜連携地域があるが、それぞれが収穫の労力と規模の点で余力のない状態であり、さらなる需要と供給の拡大には新たな組織展開が必要だった。このような中、広島県酪農業協同組合は厳しさを増す飼料情勢なども背景に、規模拡大を進める組合員酪農家の労働時間短縮と地域内自給飼料の利用による安価で安定した良質飼料の供給を目指して、高性能の機械を備えた TMR センターを整備するとともに、極短穂型 W C S 用稲「たちすずか」「たちあやか」の収穫調製体制を整備した。

TMR センターは、広島県酪農業協同組合の直接運営であり、稲 W C S の収穫調製は民間会社（運送業）への作業委託によって運営している。

稲 W C S は、集落法人と広島県酪農業協同組合の栽培利用供給協定によって行われる直接調達と既存のコントラクターからの購入によるものの 2 つの入手ルートで賄われる。

（４）栽培・管理、収穫・調製の役割分担及びその条件

①役割分担（平成 26 年の例）



②条件

平成 26 年度は、刈取りからローラーの酪農協保管場所への搬出までの収穫作業料金が 28,000 円/10a（税別）で、ローラーの買取価格は 3,100 円/個（税別）としており、広島県

内の平均的収量 9 個/10a であれば、収穫費用と販売額がほぼ同額となる。

(5) 栽培・管理体系

①種子

表 5-1

品 種	入手先	価 格	播種量
たちすずか	全農広島	850 円/kg	3 kg/10a

種子増殖は県内の集落法人が全農広島と契約して実施しており、県内需要量は賄える体制としている。さらに、酪農協が飼料作物生産利用供給協定を結ぶ生産者の種子は、酪農協が一括発注して確保できる体制としている。

②栽培・管理体系

収穫までは作付農家が管理し、収穫からバールの搬出・輸送を酪農協が請け負う。

表 5-2 栽培・管理体系

作 業	時 期	使用機械	ポイント
種子予措・育苗	4 月中旬～5 月中旬	JA 育苗センター	自家育苗も多数あり
移植	5 月上旬～6 月中旬	乗用田植機	株間 25cm 以上
中干	8 月上中旬		強く干す
落水	9 月上旬		出穂期に実施
収穫調製 搬出輸送	10 月上～11 月上旬	専用収穫機 自走式ラッパー バールグリッパー トラック	搾乳牛用の収穫適期 は出穂後 35 日から 60 日程度

③栽培・管理体系のポイント

種子価格がやや高価であることと耐倒伏性を確保する観点から、県では疎植（株間 25cm 以上）を勧めている。5 月中旬の移植ならば 2kg/10a の種子量で平均的な収量を得ることは可能である。施肥管理は、牛ふん堆肥と組み合わせることによって化学肥料は尿素だけで問題はない。また、全農広島では、「たちすずか」、「たちあやか」のそれぞれに茎葉多収用の専用肥料を製造販売している。この専用肥料は被覆型であり、側条田植機で施用できるため、夏の追肥作業が省力できるだけでなく、施肥時期の見誤りや量の誤りなども防ぐことができる。極短穂型の品種は、施肥時期が遅れたり、肥料が少ない場合に穂が大きくなる性質があるため、極短穂型の特徴を生かした稲 W C S を作る上では専用肥料の利用効果は大きい。

(6) 収穫調製体系

酪農協は 2 機の細断型専用収穫機（コンバイン型、ロールバール、直径 1 m、重量 280kg）を用いて、刈取り時には乳酸菌を添加し、ラップフィルムは 8 層として、周年利用のため安全に保管できるよう対策している。

表 6－1 収穫の概要

品種	収穫面積	収量	総収量	水分	乾物収量
たちすずか たちあやか	15ha	3,000kg/10a	450t	65%	1,000kg/10a

(7) 輸送・保管体系

①輸送方法及び保管場所

酪農協の収穫分は、契約する運送会社が収穫後ただちにTMRセンターへ輸送する。

コントラクターからの購入分は、コントラクターが自己施設敷地内に輸送・保管し、後日、TMRセンターへの輸送を酪農協が行う。

②責任体制

全てのロールに、生産者・圃場・収穫日・品種を記入している
(図 7－1)。



図 7-1 ベール
(収穫直後)

(8) 製造飼料

①TMRの種類

搾乳牛用として、高泌乳牛群(泌乳前期・最盛期)用と中泌乳牛群(泌乳中期)用を発酵TMRとして調製する。

②栄養価

搾乳牛用 2 種類の栄養価は、表 8－1 のとおり設計している。

表 8－1

TMR 種別	乾物率 (%)	乾物中 (%)						
		TDN	CP	ADF	NDF	NFC	Ca	P
高泌乳用	55.0	74.9	16.7	20.5	33.7	38.5	0.93	0.40
中泌乳用	55.0	73.2	16.1	21.9	36.4	36.6	0.80	0.30

(9) 栽培・管理および収穫・調製にかかるコスト

収穫費用は前述のとおり、28,000 円/10a であり、この費用構成は、機械リース料、労務費(運送会社への委託部分)、資材費(ベールネット、ラップフィルム、燃料など)であり、一定以上の面積を請け負うことで採算がとれる。この金額は、広島県内の他地域における収穫料金と同程度である。

TMR製造コストは、TMRセンター専従職員の労務費、施設機械の維持・償却費、原料購入費であり、輸入乾草の代わりに県内産稲WCSを使用することによってコストダウンが図られる。

(10) その他

①収穫の状況

平成 26 年は、「たちあやか」の収穫を 9/25 から始めた(図 10-1)。
草丈は、多肥のところで 150cm 超(図 10-2)、少肥のところで 130cm



図 10-2
多肥たちあやか
(9/26、150cm)



図 10-3
少肥たちあやか
(9/26、130cm)



図 10-1
たちあやか収穫



図 10-4
多肥の穂



図 10-5
少肥の穂



図 10-6
たちすずか
(9/26、140cm)

(図 10-3) であり、それぞれ水分と穂に違いが出ている(図 10-4、5)。また、同じ地区に同じ条件で作付けしている「たちすずか」は、まだ草丈が伸びつつある生長途中のため、収穫開始までにはさらに 2 週間程度が必要な状態である(図 10-6)。

②製造工程

TMR センターでは、TMR をキューブ状のベールに成形する圧縮梱包機を整備しており、1 個 500kg のベールを 1 時間に 20 個製造する能力がある。



ミキサーに
原料投入



四角いベールに
成形 (500kg)



敷地内に保管
発酵 1 か月



組合員の牧場へ
輸送

③今後の展開

計画では、稲 W C S の需要量が 100ha 以上に相当するため、積極的に集落法人などの水稲農家に作付けの呼びかけを行っている。また、現状の収穫能力は 50ha 程度なので、作付面積の拡大に応じて収穫体制の強化も進める必要がある。

「たちすずか」「たちあやか」を使用した搾乳牛用 TMR の大量製造、大量供給は初めての事例であり、利用組合員のモニタリングを欠かすことなく国産粗飼料の積極的利用を軌道に乗せるべく万全を期さなければならない。

V

参考資料

1. WCS用イネの多収実証栽培 ----- 162
2. 飼料イネの立毛放牧技術とイネWCSの冬季屋外利用技術、
及び水田周年放牧体系----- 166
3. 肝蛭症について ----- 173
4. 稲発酵粗飼料給与が畜産物の品質に及ぼす効果 ----- 175
5. 稲発酵粗飼料の流通基準 ----- 178

1 WCS用イネの多収実証栽培

WCS用イネの多収栽培（風乾収量2 t/10a）を目指して平成21年度～23年度に、東北、関東及び九州地域における飼料用イネ品種の実規模における収量性を明らかにするために栽培試験を実施した。この実証試験に供試したWCS用イネ品種、施肥様式等の諸条件は年度により異なり、平成21年度～22年度は施肥量を変えることにより多肥の効果を調べ（表1、表2）、多肥条件の有効性が認められたことから、平成23年度は多肥条件で複数の品種の特性を調査した（表3）。以下に地域ごとの試験結果をまとめるとともに、三年間の実証栽培を通じて東北及び関東で目標値であった風乾収量2 t/10aを達成した要因についてまとめた。

（1）東北地域における多収実証試験

① 平成21年に実施した山形県酒田市における「べこあおば」を供試した結果では、試験地が鳥海山の麓に近くて標高がかなり高いため、WCS用イネの生育は抑制ぎみで、施肥量間にはほとんど差がなく、風乾収量は1,164 kg/10aにとどまった（表1）。

② 平成22年に実施した宮城県登米市における「夢あおば」及び「北陸193号」を供試した結果では、液肥活用により多肥区の風乾収量の方が高く「北陸193号」が1,330 kg/10aで前年の酒田市の結果より多収であった（表2）。

③ 平成23年に実施した宮城県登米市における「夢あおば」、「べこあおば」、「モミロマン」及び「北陸193号」を供試した結果では、「北陸193号」の風乾収量が2,439 kg/10a、TDN収量も1,304 kg/10aと超多収となった（表3）。

④ 平成21年～23年の3か年を通じてみると、東北地域においては平成23年に中生品種の「北陸193号」を供試した堆肥・尿液肥主体の多肥栽培で、風乾収量が2トン/10a超、TDN収量も1.3トン/10a超の多収となった。



図1 山形県酒田市の多収実証栽培試験風景

（2）関東地域における多収実証試験

① 平成21年に実施した栃木県大田原市における「はまさり」を供試した結果では、多肥区で風乾収量が1967 kg/10a、TDN収量が1,014 kg/10aとかなりの多収となった（表1）。

② 平成22年に実施した栃木県大田原市における「北陸193号」及び「はまさり」を供試した結果では、「北陸193号」の風乾収量が多肥区で2,671 kg/10a、TDN収量が1,586 kg/10aの超多収、少肥区でも風乾収量が2,120 kg/10aと多収であった（表2）。

③ 平成23年に実施した栃木県大田原市における「夢あおば」、「モミロマン」及び「北陸193号」を供試した結果では、「北陸193号」の風乾収量が2,383 kg/10a、TDN収量が1,351 kg/10aと超多収となった（表3）。

④ 平成21年～23年の3か年を通じてみると、関東地域においては平成22年に中生品種の「北

陸 193 号」を供試した堆肥・尿液肥主体の多肥栽培で風乾収量が 2 t /10a 超、TDN 収量も 1.5 t /10a 超の多収となった。



図2 栃木県大田原市における多収実証栽培試験の液肥施用風景

(3) 九州地域における多収実証試験

- ① 平成 21 年に実施した熊本県菊池市における「ニシアオバ」を供試した結果では、風乾収量が 1,788 kg/10a、TDN 収量が 907 kg/10a とかなりの多収が得られた（表 1）。
- ② 平成 22 年に実施した熊本県菊池市における「アキマサリ」を供試した結果では、風乾収量が 1,537 kg/10a、TDN 収量が 931 kg/10a のかなりの多収が得られた（表 2）。
- ③ 平成 23 年に実施した熊本県大津町における「ミナミユタカ」及び「タチアオバ」を供試した結果では「ミナミユタカ」の風乾収量が 1,800 kg/10a、TDN 収量が 814 kg/10a とかなり多収が得られた（表 3）。
- ④ 平成 21 年～23 年の 3 か年を通じてみると、九州地域においては試験期間を通じて風乾収量がおおよそ 1,800 kg/10a となったか、TDN 収量で 900 kg/10a 超とかなりの多収が得られた。

表 1 平成 21 年度 山形県・栃木県・熊本県における多収実証栽培試験

試験場所・品種	施肥処理	移植日	収穫日	収穫時 草丈 cm	収穫時茎 数 本/株	風乾率 %	風乾収量 kg/10a	TDN収量 kg/10a	サイレーン収量 kg/10a
山形県酒田市 べこあおば	多肥区	5月18日	9月25日	91.5	19.9	41.0	1,135	727	2,790
	標肥区	5月18日	9月25日	92.9	19.4	42.4	1,164	726	2,490
栃木県大田原市 ハマサリ	多肥区	5月15日	10月7日	132	32.8	22.6	1,967	1,014	3,657
	標肥区	5月15日	10月7日	131	27.9	22.0	1,885	989	3,634
熊本県菊池市 ニシアオバ	堆肥のみ	6月13日	9月24日	130	22.8	35.1	1,788	907	2,570

注①：山形の 10a 当たり施肥量；多肥区が堆肥 2.0 トン（窒素 11.0kg 相当）、液肥（豚尿）窒素成分量で 5.0kg、化成肥料を窒素成分量で 6.1kg、追肥として液肥で窒素成分量で 8.2kg、窒素の年間合計施肥量は 30.3kg。標肥区が堆肥 2.0 トン、基肥として液肥で窒素 3.4kg、化成肥料で窒素成分量 4.0kg、追肥として液肥で窒素 6.8kg 施用。窒素の年間合計施肥量は 25.2kg。

注②：栃木の 10a 当たり施肥量；多肥区が堆肥 3.0 トン（窒素 16.5kg 相当）、基肥として化成肥料で窒素 2.5kg、液肥で窒素 26.9kg、追肥として窒素 16.4kg 施用。年間合計施肥量は 62.3kg。標肥区は堆肥 2.5 トン（窒素 13.7kg 相当）基肥として化成肥料で窒素 2.5kg、液肥として窒素で 13.5kg、追肥として液肥で窒素 18.5kg 施用。年間合計窒素量は 48.2kg。

注③：熊本における施肥量は堆肥 3.0 トン/10a のみ施用。

表2 平成22年度 宮城県・栃木県・熊本県における多収実証栽培試験

試験場所・品種	施肥処理	移植日	収穫日	収穫時 草丈 cm	収穫時茎 数 本/株	風乾率 %	風乾収量 kg/10a	TDN収量 kg/10a	サイレーン収量 kg/10a
宮城県登米市 夢あおば	多肥区	6月5日	9月23日	115 a	12.0 ab	30.9 b	972 b	479 b	2,520
	少肥区	6月5日	9月23日	103 b	9.4 b	34.1 a	860 b	390 c	1,484
宮城県登米市 北陸193号	多肥区	6月5日	9月23日	121 a	14.5 a	26.2 c	1,330 a	652 a	3,080
	少肥区	6月5日	9月23日	112 a	14.2 a	28.0 c	1,023 b	499 b	2,800
栃木県大田原市 北陸193号	多肥区	5月22日	10月27日	139 a	18.0 b	31.2 b	2,671 a	1,586 a	3,212
	少肥区	5月22日	10月27日	126 b	16.6 b	34.2 a	2,120 b	—	—
栃木県大田原市 はまさり	多肥区	5月22日	10月27日	134 a	24.7 a	21.7 c	1,681 c	933 b	3,278
熊本県菊池市 アキマサリ	液肥区	6月26日	10月15日	103	19.0	43.9	1,537	931	籾収量 681
	対照区	6月26日	10月15日	107	21.0	44.6	1,596	916	籾収量 688

注①：宮城の10a 当たり施肥量；多肥区が堆肥 1.5 トン（窒素 18.0kg 相当）、基肥として化成肥料を窒素成分量で 2.8kg 施用。追肥として液肥を窒素成分量で 10kg 施用し、年間合計窒素施用量は 30.8kg。少肥区は堆肥 0.5 トン（窒素 6.0kg 相当）に基肥として化成肥料で窒素成分量 2.8kg 施用。追肥はなく、窒素の年間合計施用量は 8.8kg。

注②：栃木の10a 当たり施肥量；多肥区が堆肥 3.5 トン（窒素 19.3kg 相当）、基肥として化成肥料で窒素 2.0kg、液肥が窒素 9.0kg 施用。年間合計窒素施用量は 30.3kg。少肥区は堆肥 2.5 トン（窒素 13.7kg 相当）基肥として化成肥料を窒素成分量で 2.0kg 施用し、追肥はなし。年間合計窒素量は 15.7kg。

注③：熊本の10a 当たり施肥量；液肥区が堆肥 2.0 トンに液肥として豚尿（窒素成分量 3.4kg 相当）を施用。対照区は堆肥 2.0 トンのみ施用。

注④：表中の形質値に共通のアルファベットを付したものはその場所の形質において品種間に有意差（5%）がないことを示す。

表3 平成23年度 宮城県・栃木県・熊本県における多収実証栽培試験

試験場所	品種・施肥 処理	移植日	収穫日	収穫時 草丈 cm	収穫時茎 数 本/株	生草収量 kg/10a	風乾率 %	風乾収量 kg/10a	サイレーン収量 kg/10a
宮城県登米市	夢あおば	6月10日	9月22日	134 a	17.0 c	7,119 b	20.8 b	1,476 b	2,427
	べこあおば	6月10日	9月22日	108 c	24.8 a	7,321 b	24.3 a	1,777 b	3,013
	モミロマン	6月10日	10月6日	137 a	18.0 c	7,992 b	21.7 b	1,737 b	3,733
	北陸193号	6月10日	10月6日	132 b	20.4 b	11,239 a	21.6 b	2,439 a	3,760
栃木県大田原市	夢あおば	5月27日	9月16日	118 c	14.6 c	3,943 c	42.5 a	1,673 b	2,385
	モミロマン	5月27日	10月27日	124 b	16.5 b	5,004 b	36.7 b	1,830 b	2,613
	北陸193号	5月27日	10月27日	131 a	18.4 a	7,432 a	32.1 c	2,383 a	3,360
熊本県菊池郡 大津町	ミナミユタカ	6月18日	9月28日	142 *	16.0	5,405	44	1,800 *	2,770
	タチアオバ	6月18日	9月28日	126	21 *	5,137	45	1,690	2,670

注①：宮城の施肥量は10a 当たり堆肥 0.5 トン（窒素 6kg 相当）、基肥として化成肥料を窒素成分量で 2.8kg 施用。追肥として液肥を窒素成分量で 10kg 施用し、年間合計窒素施用量は 18.8kg。

注②：栃木の施肥量は10a 当たり堆肥 3.5 トン（窒素 19.3kg 相当）、基肥として化成肥料で窒素 2.0kg、液肥が窒素 8.7kg 施用。年間合計窒素施用量は 30.0kg。

注③：熊本の10a 当たり施肥量；堆肥 2.0 トンに基肥として化成肥料で窒素 6kg 相当、追肥として窒素 3kg 相当を施用。

注④：表中の形質値に共通のアルファベットを付したものはその場所の形質において品種間に有意差（5%）がないことを示す。
また、*を付した品種は同一場所内の他品種と比較して有意差があることを示す。

(4) 平成 21～23 年度におけるWCS 用イネの多収実証栽培試験結果のまとめ

3 カ年の結果を地域別に概括的にみると、温暖地では堆肥と液肥を主体に栽培しても「北陸 193 号」のようなその地域に好適な品種を使うことにより、2 トン超の風乾収量、1.5 トン超の TDN 収量が得られることが実証された（図 3）。特に栃木県の実証水田は酪農家の水田で、堆肥と牛尿が連年多給されており、高い地力と耐倒伏性の優れた WCS 用イネ品種の組み合わせにより高収量が実現できたものと考えられる。また、宮城県登米市でも平成 23 年度の「北陸 193 号」は 2.4 トン強の多収を示したが、この水田は前年のデントコーン栽培時に堆肥が 7 トン施用されており、堆肥の連用効果により地力が高かったものと考えられる（図 4）。さらに、平成 23 年度の熊本県菊池郡大津町等の多収実証栽培試験では、多肥にすると倒伏や病虫害の発生が顕著になることが懸念されたため、堆肥、液肥、化成肥料等の施用量を抑制ぎみに試験した結果、目標とした 10 アール当たり 2 トン超の収量は得られず、暖地における多収栽培の難しさが示された。

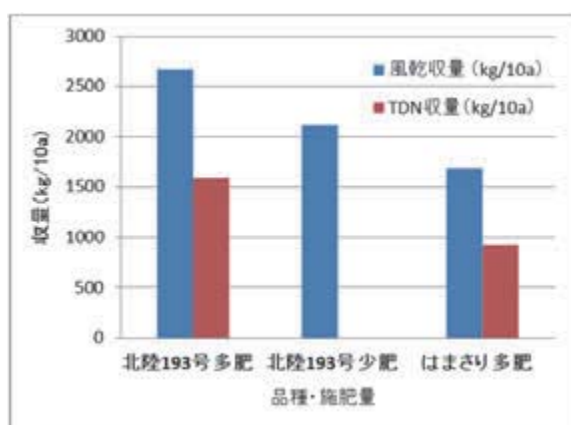


図 3 平成 22 年栃木県大田原市の多収実証試験における風乾収量と TDN 収量

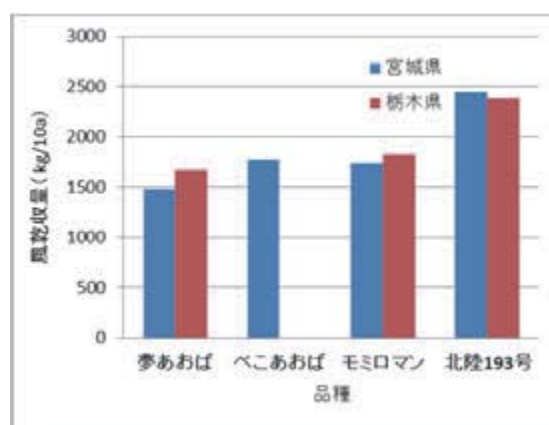


図 4 平成 23 年宮城県登米市・栃木県大田原市の多収実証試験における風乾収量

以上のように、全国 3 地域において実施した多収実証栽培試験の結果から、家畜ふん尿を有効活用することにより多収が得られることが示され、特に寒冷地、温暖地においては 2 トン超の高乾物収量が得られることが実証された意義は大きい。これらの結果が今後の飼料イネの低コスト多収栽培の普及・拡大に寄与することを期待したい。

2 飼料イネの立毛放牧技術とイネWCSの冬季屋外利用技術、及び水田周年放牧体系

（１）飼料イネを利用した水田周年放牧モデル開発のねらいと概要

世界の穀物とエネルギー需給が逼迫するなかで、畜産経営では、国内にある未利用飼料資源の活用が喫緊の課題となっている。他方、米消費の低下、耕作放棄地増加のなかで米以外の用途に農地を利用し、国土保全をはかることも重要な課題である。これらの課題解決にむけて水田において飼料イネ栽培（収穫物は稲発酵粗飼料、略称イネ WCS）や放牧などの畜産利用が推進されている。しかし、イネ WCS 生産は、栽培や収穫調製、運搬、給与に掛かる経費や労働負担が大きい。他方、放牧は家畜飼養の省力化をもたらすが、牧草に依存した季節放牧では冬期飼養の制約から規模拡大がはかれないなど経営改善効果は限定的である。そこで、飼料イネを活用した秋冬の放牧技術を開発し、牧草放牧と組み合わせて、繁殖牛の周年放牧体系を紹介する。

この周年放牧体系は、水田を飼料基盤として利用し、繁殖牛を、春から夏はイタリアライグラスやバヒアグラスなどの牧草を利用して放牧飼養し、牧草の少なくなる晩秋から初冬は飼料イネを立毛状態のまま放牧給餌し、冬は収穫したイネ WCS を収穫圃場または周囲の放牧地で給与する（図 1）。この水田周年放牧体系により、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。以下では、飼料イネの立毛放牧技術とイネ WCS の冬季屋外利用技術を紹介するとともに、牧草と組み合わせた水田周年放牧体系による営農効果を茨城県常総市の事例にもとづいて紹介する。



春～初秋：牧草放牧



晩秋～初冬：飼料イネ立毛放牧



冬：イネ WCS の屋外利用

図 1 水田を活用した繁殖牛の周年放牧体系

（２）飼料イネの立毛放牧技術

①栽培のポイント

ア 排水の良い圃場、牧草放牧地や里山に隣接する圃場の選定

飼料イネの放牧利用により圃場は泥濘化しやすくなる。泥濘化した圃場では牛の休息場所がなくストレスがかかる。このため、排水性の良い圃場を選び、中干しを強めに行い、出穂期以降は畦畔の一部を切り降雨時の排水を良くする。また、バックヤードとして放牧牛が退避休息できる牧草放牧地や里山に隣接する水田を対象に立毛放牧を行う。

イ 茎葉型専用品種の利用

茎葉型の専用品種を使用する。その理由は、倒伏防止、鳥獣による損失の防止、粃の多食による牛の食滞防止、茎葉部の飼料成分（炭水化物等）の向上をはかるためである。牧草の少ない 11

月以降に放牧利用する場合は、極晩生の専用品種「タチアオバ」、「たちすずか」などを使用し、9月～10月に放牧利用する場合は、早生種の「たちはやて」、中生種の「たちすがた」を利用する。

ウ 栽培管理

飼料イネの栽培は、食用米生産と同様に雑草防除は不可欠で、専用品種を用いた移植栽培が基本である。また、食用品種や専用品種でも直播栽培したイネは根の張りが弱いため、放牧時に牛が根ごとイネ株を引き抜き食べ残しが多くなることがある。

家畜飼料としてタンパク成分は粗飼料でも乾物あたり 10%以上が望ましいが、イネのタンパク成分は乾物あたり 6%程度と低い。そこで、タンパク成分を低下しすぎないようにするため、施肥は元肥に窒素成分で 10a 当たり 8kg、追肥に 4kg 程度施用する。追肥は、茎葉の伸張が止まる出穂時に行う。なお、飼料イネは湛水状態で栽培するため硝酸態窒素は生成され難い。このため、堆肥を含め窒素肥料を多く施用しても飼料イネの硝酸態窒素濃度が許容値を超えることは希である。

②熟期の進行に伴う飼料成分の変化

飼料イネの放牧利用は、圃場にストックした飼料イネを少しずつ採食させるため、1 か月以上にわたる。このため、飼料成分は時間の経過とともに変化する。図 2～図 4 は、広島県で立毛放牧を実施した M 農場の「たちすずか」（図 5）の主な飼料成分別生産量の推移を分析した結果である。なお、この圃場は 6 月上旬まで牧草放牧を行い、6 月下旬に「たちすずか」を移植し、施肥は移植時に N7.4kg、8 月中旬に N4.6kg を追肥した。比較対象として、追肥なしで WCS 用稲を栽培した同市内の K 法人の「たちすずか」の飼料成分も掲載する。

M 農場の圃場の乾物生産量は 10 月上旬の 1 m² あたり 1,367g から 12 月上旬の 1,880g まで約 38%増加し、K 法人の追肥なしの「たちすずか」より約 48%多かった（図 2）。粗タンパクの差はさらに顕著で、追肥なしの K 法人の「たちすずか」の穂 7.2%、茎葉 3.2%に対して、M 農場では穂 9.4%前後、茎葉 12%前後と非常に高かった。粗タンパクの生産量は他法人 1 m² あたり 50g に対して、M 農場約 190g と 4 倍近い差が見られた（図 3）。190g の粗タンパクを生成するためには 1 m² あたり 32g の窒素吸収が必要である。K 法人の施肥による窒素供給量は 12g なので、圃場の地力窒素が非常に高かったと考えられる。

つぎに、非繊維性炭水化物（NFC）の生

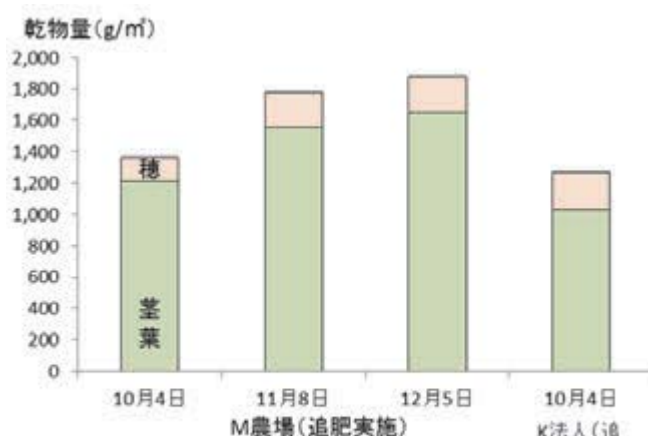


図2 「たちすずか」の乾物生産量の推移

注: 広島県北部農業技術指導所調査

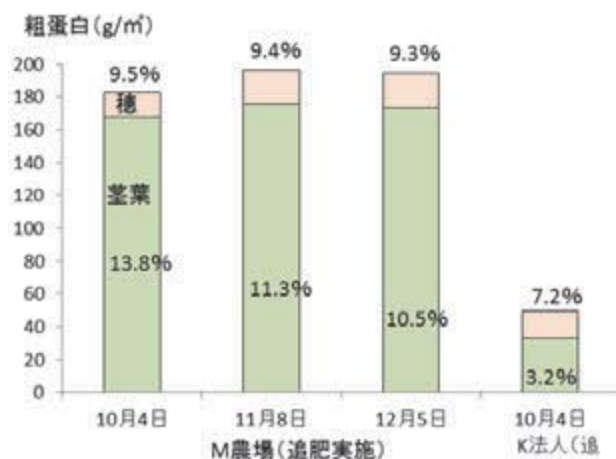


図3 「たちすずか」の粗蛋白生産量の推移

注: 図中の数値は乾物あたり粗蛋白の割合

産量をみると、10月から11月にかけて2倍以上に増加し、12月にはさらに多くなっている。また、乾物中のNFC率も完熟期以降の11月、12月の方が高く、牛の嗜好性は10月よりも11月、12月の方が高くなっていることがうかがえる。追肥なしの他法人の「たちすずか」と比べると、NFC率は変わらないが、NFCの生産量は約39%多い。NFCに強く影響されるTDN量・同率も同様の傾向である。

一般に、WCS用稲の収穫適期は、発酵に必要な水分率や籾の消化性を考慮し、黄熟期とされている。しかし、TDNに大きく影響するNFCは炭酸同化作用により生成され籾から蓄積される。籾で飽和状態に達する

と茎葉部での蓄積が増す。収穫適期とされる黄熟期は、NFCは未だ蓄積の途中段階である。稲全体のNFCは熟期が進むほど増加し、その割合も高くなることが以上の図からも分かる。したがって、茎葉型品種を用いた飼料イネの立毛放牧は、完熟期を過ぎても全く問題ないどころか、嗜好性は高まるのである。

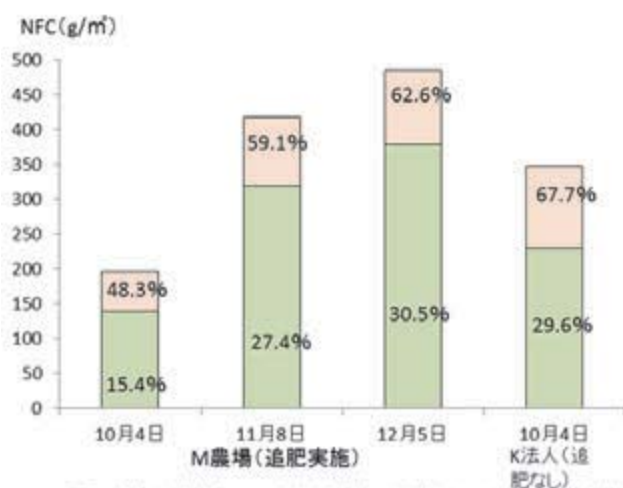


図4 「たちすずか」の非繊維製炭水化物(NFC)生産量の推移



図5 「たちすずか」の放牧利用 (M農場)

③立毛放牧のポイント

ア ストリップ放牧

牛を飼料イネ圃場全面に放牧すると、牛は穂を好んで食べるため食滞を起こしやすく、また、イネが牛により踏み倒されたり、排せつ物で汚染されたりするため、残草が多くなる。草丈の高い飼料イネの採草効率を高める(残草を減らす)ためには、電気牧柵を活用しストリップ(帯)方式で放牧牛に飼料イネを制限採食させる。圃場周囲の牧柵(外柵)に加えて、立毛イネ列の手前に地面から約70cmの高さに、移設可能な電気牧柵(内柵、フロントフェンス)を設置し、牛の採食範囲を制限する。

フロントフェンスは牛同志が争わないように長く確保する。また、脱柵を防ぐため、フロントフェンスは支柱をしっかりと立て、弛まないように張り電圧を高くする。フロントフェンスを角で前方へ押し広げる牛がいる場合は2段線とする(70cm、100cm)。そして、フロントフェンスの下から飼料イネを放牧牛に採食させる(図1中)。この高さだと放牧牛は3条先(70cm先)のイネ

まで採食する。放牧牛が飼料イネの株元まで採食したら、フロントフェンスを未採食の立毛イネの手前まで前進させる。

イ 採食率と牧養力

ストリップ方式で飼料イネを採食させると、地際から数 cm の高さまで飼料イネを採食させることができる。ただし、圃場の状態や品種により採食効率は異なる。表 1 は、常総市の営農現場で実施した 2010 年の立毛放牧の実績であるが、多湿田（圃場番号③）では、放牧時にイネの株元が泥等で汚染されるため採食ロスが約 26%と高かった。他方、圃場番号④では、茎葉タイプの「タチアオバ」を用いて 12 月 9 日から 2 月 1 日まで放牧を継続したが（図 6）、採食ロスは約 13%にとどまり、10a あたり 191 日頭の高い牧養力を得られた。4 筆 153a の圃場全体では 9 月 7 日から翌年 2 月 1 日まで延べ 2,057 日頭、10a あたり平均 134 日頭であり、一般的な牧草地の約 2 倍の牧養力を確保できることが確認された。

表 1 飼料イネ立毛放牧の実績（2010年度、常総市営農試験地）

圃場 番号	面積 (a)	品種(移植日)	圃場生産量 (乾物kg/10a)	放牧期間	放牧延べ頭 数(日頭)	牧養力(日 頭/10a)	採食ロス	備考
①	70	モミロマン(6/21)	1,381	9/7-11/23	802	115	11.2	
②	23	たちすがた(6/25)	1,451	9/20-11/30	297	129	12.1	
③	36	たちすがた(6/25)	1,779	10/18-1/12	509	141	25.8	多湿田
④	23.5	タチアオバ(6/3)	1,877	12/9-2/1	449	191	13.2	出穂時追肥
計	153			9/7-2/1	2,057	134		



図 6 「タチアオバ」の冬季放牧（1 月 26 日）

④立毛放牧時の牛の栄養状態

前掲表 1 の圃場④で放牧飼養した牛の放牧開始時（12 月 9 日）と 1 か月後（1 月 12 日）の体重及び血液性状値を表 2 に示す。平均体重は 413kg から 435kg に 22kg 増加し、血液中の総コレステロール（Tch）値は 96mg/dl から 128mg/dl に増加した。飼料イネのタンパク成分が低いため、総タンパク（TP）値は、7.6g/dl から 7.4g/dl にやや低下したが、基準値の範囲内に納まっている。1 月になっても「タチアオバ」の茎葉も含めて NFC や TDN が高かったことが、放牧牛の高い栄養状態を維持できたと考えられる。

表 2 飼料イネ立毛放牧前後の体重と血液性状の変化

測定 項目	測定日	肉専用種繁殖 雌牛(4頭)	乳用種経産 牛(3頭)	平均
体重 (kg)	12月9日	436	383	413
	1月12日	460	401	435
Tch (mg/dl)	12月9日	112	74	96
	1月12日	165	77	128
TP (g/dl)	12月9日	7.1	8.3	7.6
	1月12日	7.2	7.8	7.4

⑤立毛放牧の経済的利点

飼料イネの立毛放牧では、牧柵資材の調達と設置、牧柵の移動などの経費と労働を要するが、高額な機械による飼料イネの収穫調製、イネ WCS の畜舎への運搬、給餌、排せつ物処理、堆肥の運搬散布作業が削減されるため、これらの作業に必要な機械や資材・燃料、労働が著しく低減される。表 3 は、維持期の肉用種繁殖雌牛の飼養経費を、飼養方法と主な飼料で比較したものである。イネ WCS の購入価格を穀物 1 kg あたり 40 円、輸送費を 10 円とすると、給餌作業等の労働費や施設の償却費を含めて畜産農家の負担額は 1 日 1 頭あたり 622 円と試算される。飼料イネの栽培等に要した費用を反映した社会的コストは 780 円と試算される。これに対して飼料イネの放牧利用の畜産農家の負担は、約 4 分の 1 の 161 円、社会的コストは 461 円に低減される。

表3 飼養コストの比較(維持期の繁殖雌牛1頭あたり)

	舎飼い飼養		放牧	
	輸入飼料	イネWCS主	牧草	飼料イネ
飼料費(農家負担)	385	335	123	67
〃 (社会的コスト)	385	493	123	367
給餌・排せつ物管理・ 放牧管理労務費	225	225	60	67
機械施設償却費	43	43	65	27
堆肥の運搬散布費	19	19		
計(農家負担)	672	622	248	161
〃 (社会的コスト)	672	780	248	461

注:飼料費(農家負担)は、イネWCSの購入価格を穀物1kgあたり40円+輸送費10円で計算、放牧用飼料イネは10aあたり1万円で計算。社会的コストは栽培から要した実際の費用。労賃単価は1500円/時間で計算。

⑥飼料イネ立毛放牧の留意点

ア 寄生虫

肝蛭などの汚染地域では寄生虫検査を行い、感染が確認された場合は駆虫薬を処方する。

イ 耕畜連携

耕種農家が栽培した飼料イネの放牧利用を行う場合、経営所得安定対策等の交付金がイネ WCS 生産と比べ少なくなること留意し、費用負担等について耕種農家と畜産農家の間で十分な協議を行う。

(3) 稲発酵粗飼料(イネWCS)の冬期屋外利用技術

イネ WCS は水分が多いため、運搬や給餌の負担が小さくなく、保管場所の確保も必要になる。そこで、収穫したイネ WCS を牛舎へ運ばず、牛を圃場に連れてきて給餌し、冬季屋外で牛を飼養する方法を紹介する。

- ① イネ WCS の屋外利用は、WCS 用イネの収穫圃場または周囲の放牧地に、秋期に収穫したイネ WCS を置き、冬期に開封し放牧牛に給与する。イネ WCS に不足するタンパク成分を補うため、できれば圃場にイタリアンライグラスやムギ類を播種する。
- ② 放牧牛の採食に無理が生じないように、イネ WCS の間隔を開けて圃場に並べ、放牧牛によるイネ WCS の盗食、フィルム破損防止のため、未開封のイネ WCS は周囲に電気牧柵を張り牛が近づかないようにする。
- ③ 1 群の放牧頭数はイネ WCS 1 個を 4～5 日以内に食べきれぬ頭数とする。

④牛同士の争いやイネ WCS へのふん尿排せつによる残食を削減するため、電気牧柵（図 1 右）や給餌柵（図 7）を利用して放牧牛の採食行動を制限する。

⑤フレール型専用機で収穫した調製品は、帯状に展開可能なため、図 1 のように、展開したイネ WCS の上に電気柵を張り、飼料を牛が踏みつけたり、排せつすることを防ぐ。細断型専用機で収穫した調製品は、図 7 の給餌柵を被せて給餌する。このような採食行動を制限しない場合、約 30%の残食が発生するが、電気牧柵や給餌柵を利用することにより、残食を 5%程度に抑えることが可能である。



図 7 ステンレス製の給餌柵

⑥図 7 の給餌柵は幅 20～30mm のステンレスの角材を溶接したものであり、1 辺 190cm、高さ 100cm の大きさである。このサイズは成牛が給餌柵の間に頭を入れて、成牛の舌が給餌柵の中心まで届く最大の大きさである。重量は 22kg で転がして移動させることが可能である。製作費用は資材費込みで約 20 万円である。

⑦イネ WCS を収穫圃場や周囲の牧草地で放牧牛に給与する場合、牛舎への運搬や排せつ物の処理作業が大幅に削減される。ただし、屋外での不断給餌では、イネ WCS の採食量は約 2 倍に増える。詳細は参考文献掲載の「水田放牧の手引き」を参照いただきたい。

⑧放牧地でのイネ WCS の給与により、畜産農家では新規放牧牛の放牧馴致が円滑にはかれる。また、備蓄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、平地林など飼料の少ない場所での放牧を安心して行え、放牧時期、放牧用地の拡大と未利用飼料資源の活用を図ることができる。そして、春から秋の牧草等の放牧、晩秋から初冬の飼料イネの立毛放牧、イネ WCS を利用した冬季屋外飼養を組み合わせることにより、周年放牧が可能になり、牛舎を増設することなく規模拡大をはかることもできる。

（４）水田周年放牧の実績と営農効果

①放牧実績と繁殖への影響

この水田周年放牧体系により、茨城県常総市の営農試験地では、2010 年に約 18ha の転作田等で周年 45 頭前後、年間延べ 16,704 日頭の繁殖牛を放牧飼養できた。放牧飼料の内訳は、牧草 8,037 日頭(11ha)、飼料イネ 2,372 日頭(2ha)、イネ WCS 5,515 日頭(5ha)、野草等 780 日頭であった。この結果、周年放牧に必要な 1 頭当たり農地面積は、牧草地 25a(4 月～9 月放牧用)、飼料イネ栽培面積 5a(10 月～11 月放牧用)、イネ WCS 面積 11a(12 月～3 月放牧用)と計算される。圃場周囲の畦畔や里山の野草の放牧利用を含めると、繁殖牛 1 頭当たり 40a の水田を牧草と飼料イネに計画的に作付けすることにより周年放牧が可能である。

牧草放牧と飼料イネ立毛放牧、イネ WCS（稲発酵粗飼料）を給与する冬季屋外飼養を組み合わせた周年放牧体系により、繁殖牛の妊娠維持期 7 か月間の放牧継続が周年可能になる。この結果、実証経営では周年放牧導入後、繁殖牛の分娩間隔は約 360 日、子牛の生時体重は 33kg 以上となるなど、繁殖成績は高い水準に達している（図 8）

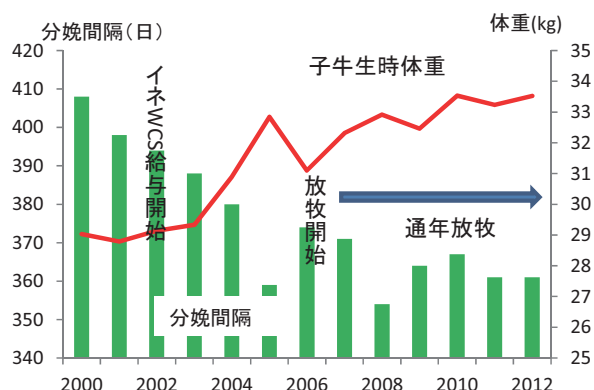


図 8 水田周年放牧実証経営の繁殖成績の推移

②周年放牧モデルの効果

実証試験を行った肉用牛繁殖経営では耕種経営と連携した水田周年放牧体系により、ほとんどの繁殖牛を年間約 200 日間放牧飼養できるため、繁殖牛の給餌、家畜排せつ物処理作業が軽減され、飼料生産を含め 1 頭あたり労働時間は 79 時間から 42 時間に減少した(表 4)。また、牛舎施設にも周年ゆとりが生じた結果、繁殖牛を 2005 年の 51 頭から 2012 年の 85 頭まで増加することができた。舎飼頭数が減少する一方、飼料基盤が拡大したため、繁殖牛の飼料自給率は 63%から 86%に向上した。

他方、耕種経営では、飼料イネ栽培と比べて放牧は労力や経費を要しないため、農林地管理面積を 9ha から 20ha に増やすことができた。放牧地の中には、10 年以上放棄されていた約 8ha の耕作放棄地や里山もある。このほかに、放牧利用圃場の周囲にある畦畔や農道、作閑期の畑の野草の除草作業が放牧により軽減されるとともに、これらの未利用資源が飼料として活用され始めている。管理面積が 2 倍以上に増え、放牧牛の管理が加わったにもかかわらず、耕種農家の労働時間は 990 時間から 1,543 時間の増加にとどまり、10a あたり 7.7 時間の労働で 20ha の農林地の管理と延べ約 17 千日頭の繁殖牛の飼養管理を実現している。

このように飼料イネを活用した水田周年放牧体系は、畜産経営の発展に資するとともに、周囲の耕作放棄地や里山も含めた水田の省力的管理が可能である。

参考文献

- 1) 水田周年放牧の高い生産力と豊かな展望：千田雅之、農文協、水田活用新時代、291-347、2010
- 2) 水田放牧の手引き－水田飼料資源の効率的活用と畜産経営の発展に向けて－：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、10-14、20-24、77-84、2013
- 3) 水田放牧の手引き（普及版）：農業・食品産業技術総合研究機構、2014

表4 周年放牧導入による肉用牛経営の変化

	放牧導入前 (2005年)	放牧導入後 (2012年)
繁殖牛頭数	51頭	85頭
牧草採草面積(畑)	3ha	3ha
飼料イネ収穫面積	14.3ha	12ha
放牧利用面積		14ha
面積計(ha)	17.3	29
労働時間/家畜管理	3,404(67/頭)	2,890(34/頭)
労働時間/飼料生産	595(12/頭)	680(8/頭)
計(時間)	4,000(80/頭)	3,570(42/頭)
参考) 子牛生産費調査:128/頭		
飼料自給率/繁殖牛	63.1%	85.9%
飼料自給率/子牛	0.0	34.4%

3 肝蛭症について

肝蛭（かんてつ）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がある。

そこで、肝蛭と稲発酵粗飼料の給与との関係について実態調査が行わ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、広島県の東広島家畜診療所管内に飼育されている360頭の虫卵検査（濾過法）を実施した結果、肝蛭虫卵が26頭に認められている（表1、表2）。

畜種別には、肝蛭虫卵は乳牛には認められず、また、稲発酵粗飼料を継続して給与していた乳牛29頭においても症例はなく、稲わら給与の和牛110頭中23頭、その他の飼料を給与の221頭中3頭に認められている（森下、2007）。

表1 畜種別肝蛭虫卵検査結果(頭)

	検査頭数	虫卵確認頭数
和牛	173	25
F1	97	1
乳牛	90	0
計	360	26

表2 給与飼料別肝蛭虫卵検査結果(頭)

	検査頭数	虫卵確認頭数
稲発酵粗飼料給与	29	0
稲わら給与	110	23
その他給与	221	3
計	360	26

本実態調査では、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や不活化が知られており、稲わらに比べてその危険性は低いと考えられる。

(1) 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、糖含量が15%前後になる茎葉型飼料イネにおいて、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や、また、水田でのWCS用イネの放牧利用も増加していることから、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。

(2) 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150～200kg/m³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。刈遅れたものは低温になる冬期以降に給与する。
- ③ サイレージ調製 60 日以上経過後に給与を開始する。
- ④ 稲発酵粗飼料を用いた発酵 TMR に調製し、30 日間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://www.naro.affrc.go.jp/niah/index.html>) または、以下の文献を参照のこと。

- 1) 稲わら付着肝てつめれりア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-metylimidazole in milk after oral ingestion. Vet. Hum. Toxicol. 28, 240-242, 1986.

4 稲発酵粗飼料給与が畜産物の品質に及ぼす効果

稲発酵粗飼料（イネ WCS）は、稲わらやチモシー乾草等に比べ、抗酸化能を有するビタミン E（ α -トコフェロール）が豊富に含まれていることが特徴である。飼料中のビタミン E は、消化管から吸収されたのち、牛肉や牛乳中に蓄積される。従って、イネ WCS の給与によって牛肉や牛乳中のビタミン E 含量が高まり、生産物の高付加価値化が可能になると考えられる。

（1）肉用牛

肉牛では、イネ WCS の給与による牛肉の高付加価値化が期待できる。消費者が牛肉を購入する際、肉の色合いは大きな判断基準となる。冷蔵保存中に肉の色は徐々に褐色に変色していくが、これは牛肉の赤い色素であるミオグロビンが酸化されて、メトミオグロビンという褐色の色素に変化することによって生じる。また消費者に好まれる牛肉は、食べた時の風味が良いという特徴を有しているが、牛肉の脂質が酸化すると酸化臭が生じ、風味が悪化する。黒毛和種去勢牛に肥育の全期間イネ WCS を給与した試験の結果、イネ WCS を給与した牛では牛肉中のビタミン E 含量が増加し、慣行肥育を行った対照牛と比較して冷蔵保存中の牛肉の変色が抑制された（図 1）。さらに、イネ WCS を給与した牛肉では、牛肉酸化の指標である TBARS 値の冷蔵保存中の上昇が、対照区の牛肉よりも低く抑えられた。実際に、イネ WCS を給与した牛肉の官能評価を行なった結果でも、牛肉酸化臭に関連するオフフレーバー（*）の値が、対照区の牛肉に比べて、イネ WCS を給与した牛肉では低く抑えられていた。また、一般消費者を対象としたアンケート結果では、イネ WCS を給与した牛肉は、「やわらかい」、「ジューシーである」との評価も得られている。

このように、イネ WCS の肥育牛への給与によって、牛肉中のビタミン E 含量が高まり、牛肉品質が向上することが示されている。今後、イネ WCS の肥育現場での利用が更に拡大し、国産牛肉のブランド化に繋がることが期待される。

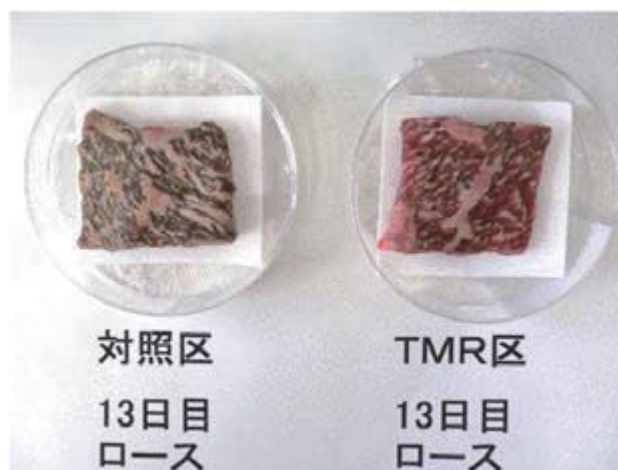


図 1 イネ WCS を用いた発酵 TMR の肥育全期間給与が牛肉色に及ぼす影響

※冷蔵庫内、13 日間低温保存した牛肉を比較した写真

対照区（左）：慣行肥育を行った牛肉

TMR 区（右）：肥育の全期間、イネ WCS を用いた発酵 TMR を給与した牛肉
（畜草研）

（*）オフフレーバー

成分自身の化学変化等によって、食品の品質が劣化して二次的に生じる異臭、変質臭、悪変臭

などをいう。

(2) 乳用牛

① 稲発酵粗飼料に含まれる α -トコフェロールの乳への移行

α -トコフェロールは体内の過酸化脂質の合成を抑制する生理作用（抗酸化能力）を有しており、また繁殖性に関与する機能性物質として知られている。そのため、一般的な乳用牛の飼養管理でも飼料添加物として α -トコフェロールが給与されている。しかし、稲発酵粗飼料に含まれる天然型 α -トコフェロールの効力（生物活性）は、飼料添加物に含まれる合成型 α -トコフェロールに比べて高いため、血液や生乳の α -トコフェロール濃度を高める場合には飼料添加物より稲発酵粗飼料が有利である。図 1-1 は、泌乳牛に輸入オーツ乾草から稲発酵粗飼料に切り替えた際の結果である。稲発酵粗飼料の給与を開始すると血液、生乳ともに α -トコフェロール濃度が高まったことから、稲発酵粗飼料に含まれる α -トコフェロールが泌乳牛の体内へ移行したことが分かる。なお、生乳の α -トコフェロール濃度を高めるためには一定期間、給与を続ける必要がある。

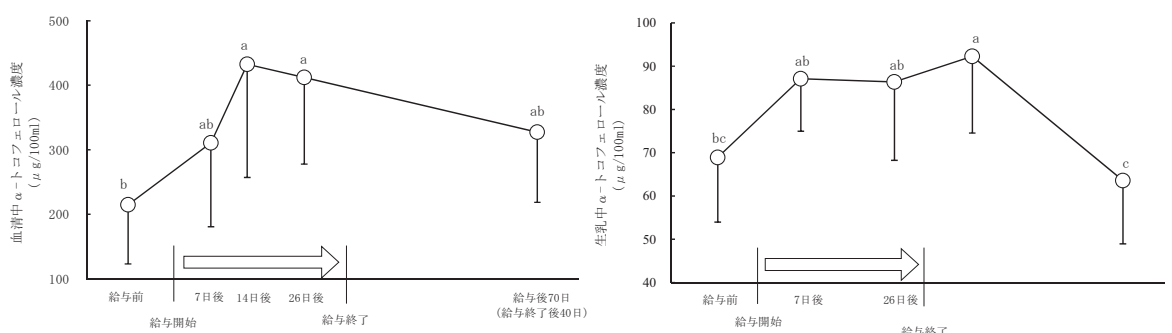


図1-1 血清中、生乳中 α -トコフェロール濃度の推移

※差あり (P<0.05, Tukey法)

② 稲発酵粗飼料の給与効果

図 1-2 は、稲発酵粗飼料を給与することで高まった α -トコフェロールが血液（左図）、生乳（右図）の酸化抵抗性に及ぼす影響について検討した結果である。稲発酵粗飼料もしくは輸入チモシー乾草を摂取している泌乳牛の血液と生乳を採取し、酸化促進試薬と共に一定時間培養すると、脂質の酸化が進むことで生じるチオバルビツール酸反応性物質（TBARS）が蓄積する。稲発酵粗飼料を摂取した泌乳牛の血液、生乳の TBARS 値が低いことから、酸化抵抗性が亢進されたことが分かる。稲発酵粗飼料を給与することで酸化しにくい生乳生産が可能である。

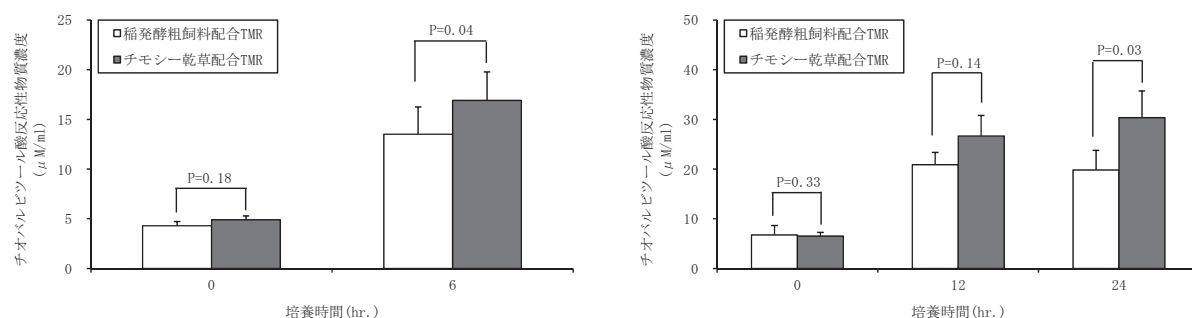


図1-2 血清（左図）、生乳（右図）の酸化抵抗性

現時点では、稲発酵粗飼料を給与すると血液、生乳の α -トコフェロール濃度が高まること、それによって血液、生乳に酸化抵抗性が高まることが確認されている。乳用牛における α -トコフェロールの効果については、これまで飼料添加物を用いて検討されており、生乳に関しては乳脂肪の酸化や酸化臭を抑制すること、家畜の健全性に関しては免疫機能の亢進、疾病予防、繁殖性の改善などの報告がある。今後の研究次第ではあるが、飼料添加物で認められたような効果も稲発酵粗飼料に含まれる α -トコフェロールで再現できる可能性はある。

5 稲発酵粗飼料の流通基準

これまでの稲発酵粗飼料は、地域内の耕種農家と畜産農家の相対取引によって売買されていたが、近年の作付面積の拡大によって、地域によっては需要と供給のアンバランスが生じ、地域や市町村、さらには、県域を越えた広域的な流通が始まりつつある。また、今後、畜産農家の利用量の増加にともない、複数の耕種農家（生産組織）から稲発酵粗飼料を購入することも想定される。このような広域流通や不特定多数の生産者から稲発酵粗飼料を購入する場合、飼料の安全性や品質を担保することが必要である。そのため、（一社）日本草地畜産種子協会から「稲発酵粗飼料の流通基準」が公表されており、その内容は以下のとおりである。

稲発酵粗飼料は、飼料安全法等の関係法令及び本マニュアルに記載されている農薬等の使用を遵守して生産するとともに、その流通は原料イネ管理表示票（別添1）、品質表示票（別添2）及びロールベール表示票（別添3）を提示・添付し必要な事項を記載することとする。

なお、原料管理表示票、品質表示票及びロールベール表示票に記載する項目等については、取引の当事者間で協議して決定するものとする。

流通基準におけるロットの考え方及び取引時の荷姿毎の原料イネ管理表示票、品質表示票及びロールベール表示票の提示、添付方法は、原則として次表のとおりとする。

区分	取引時の荷姿	表 示 方 法
1	原料イネ(立毛イネ)	1圃場1ロットを基本とするが、隣接した圃場で同一品種、同じ圃場条件で、同じ栽培管理を行った圃場は同一ロットとみなし、ロット毎に原料イネ管理表示票(別添1)を提示する。
2	ロールベール(原料)	1圃場1ロットを基本とするが、隣接した圃場で同一品種、同じ圃場条件で、同じ栽培管理、収穫調製を行った圃場は同一ロットとみなし、取引ロット毎に原料イネ管理表示票(別添1)を提示するとともに、ロール毎にロールベール表示票(別添3)を添付する。
3	ロールベール(サイレージ)	1圃場1ロットを基本とするが、隣接した圃場で同一品種、同じ圃場条件で、同じ栽培管理、収穫調製を行った圃場は同一ロットとみなし、取引ロット毎に原料イネ管理表示票(別添1)を提示するとともに、ロール毎にロールベール表示票(別添3)を添付する。なお、必要に応じて、品質表示票(別添2)を添付するものとする。

稲発酵粗飼料の原料イネ管理表示票

(記載されている項目については、該当する項目に○を付けて下さい)

販売者名：

住 所：

連絡先：

項 目		栽 培 管 理 と 収 穫 調 製 の 状 況						備 考	
圃 場 情 報	圃場名(ロット番号) ※1	面積：a (個)							
	生産地							市町村または 地区名	
栽 培 管 理 情 報	栽培農家名(栽培組織名)：								
	品 種 名								
	移植・直播月日	年 月 日 (移植・乾直・湛直)							
	堆肥施肥	施用の有無	施用年月日：年 月 日						
		有・無	畜 種：	()t/10a					
	基肥施肥	施用の有無	施用年月日：年 月 日						
		有・無	肥料名：	()kg/10a					
	追肥施肥(1回目)	施用の有無	施用年月日：年 月 日						
		有・無	肥料名：	()kg/10a					
	追肥施肥(2回目)	施用の有無	施用年月日：年 月 日						
		有・無	肥料名：	()kg/10a					
	除草剤散布(1回目)	散布の有無	散布年月日：年 月 日						
		有・無	薬剤名：	()kg/10a					
	除草剤散布(2回目)	散布の有無	散布年月日：年 月 日						
		有・無	薬剤名：	()kg/10a					
	殺虫・殺菌剤散布(1回目)	散布の有無	散布年月日：年 月 日						
		有・無	薬剤名：	()kg/10a					
	殺虫・殺菌剤散布(2回目)	散布の有無	散布年月日：年 月 日						
有・無		薬剤名：	()kg/10a						
収 穫 調 製 情 報	収穫調製農家名(生産組織名)：								
	収 穫 月 日	年 月 日							
	収穫時熟度	乳熟期	糊熟期	黄熟期	完熟期	過熟期			
	圃場の状態 ※2	極良好 ・ 良好 ・ 不良							
	収 穫 調 製 体 系	専用収穫機体系 (ダイレクト収穫機体系)	コンバイン型 (従来型)	コンバイン型 (細断型)	フレール型 (従来型)	フレール型 (改良型)	汎用型飼料 収穫機	ロータリー式 ハーベスター等	
		牧草用収穫機体系	反転の有無：有・無 (予乾日数：日)						
		ロールペール寸法	直径 m × 高さ m						
		フィルムの巻数	4層 ・ 6層 ・ 8層 ・ 10層						
		添加剤使用	有・無	乳酸菌(商品名：) ・ その他()					
	作 物 の 状 態	雑草の発生程度 ※3	無～微 ・ 中 ・ 多～甚						
		病害虫の被害程度 ※4	無～微 ・ 中 ・ 多～甚						
		倒伏の被害程度 ※4	無～微 ・ 中 ・ 多～甚						
	ロールペール平均重量 ※5	kg						ロット内の平均	
	収穫・密封時の水分 ※6	%						ロット内の平均	

本管理表の※の記載に当たっては、稲発酵粗飼料の原料イネ管理表記入上の留意事項(別紙)を参照のこと。

原料イネ(立モイネ)の取引の場合は、収穫調製情報の記載の必要はない。

販売者の連絡先は、電話番号またはe-mailアドレスを記入する。

稲発酵粗飼料の原料イネ管理表示票記入上の留意事項

稲発酵粗飼料の原料イネ管理表示票は、同一ロット毎に栽培管理及び収穫調整情報を記載する。

なお、原料イネ管理表示票の※印の項目の記載に当たっては、以下に留意して記載するものとし、※2と※3は稲発酵粗飼料の品質に大きく影響するので極力記載することとする。

また、原料イネ(立毛イネ)をコントラクターから買い取りによって収穫する場合または委託を受けて収穫する場合は、栽培情報を耕種農家から受け取り、自らの収穫調整情報と合わせて原料イネ管理票を完成するものとする。

※1: 圃場名またはロット番号を必ず記載し、圃場(ロット)が特定できるようにしておく。

ロット番号を記載する場合はアルファベットで圃場の略名と地番を記載(例: 平田1-1の場合はHira1-1など)し、圃場(ロット)の面積と収穫したロールバールの個数は必要に応じて記載する。

※2: 収穫調整時の圃場の状態は、下記の圃場の軟弱程度(地耐力)の目安を参考に記載する。

表示	圃場の軟弱程度の目安(足沈下量)	備 考
極良好	0～0.3cm未満	足沈下量は圃場に入った時の靴の沈下量
良好	0.3～2cm	
不良	2cmを超える	

※3: 原料イネ収穫時の雑草の発生程度の目安

表示	被害程度の目安	備 考
無～微	ロット内で5%未満の被害が認められる	
中	ロット内で5～10%の被害が認められる	
多～甚	ロット内で10%を超える被害が認められる	

※4: 原料イネ収穫時の病虫害の被害、倒伏程度の目安

表示	被害程度の目安	備 考
無～微	ロット内で10%未満の被害が認められる	
中	ロット内で10～30%の被害が認められる	
多～甚	ロット内で30%以上の被害が認められる	

※5(質量)、※6(水分): 可能な限りで記載するものとし、原則として、同一ロットから3点を抽出し測定するものとする。

なお、※6の収穫・密封時の水分は、乳熟期70%、糊熟期65%、黄熟期62%、完熟期62～55%、過熟期55%以下という推定数値で記入しても良い。

稲発酵粗飼料(サイレージ)の品質表示票

項 目	推 奨 値	サイレージの状況		備考
水分 ※1	60-65%	%	* 45 * * * * 50 * * * * 55 * * * * 60 * * * * 65 * * * * 70 * * * * 75 *	
TDN	51-58%	%	* 40 * * * * 45 * * * * 50 * * * * 55 * * * * 60 * * * * 65 * * * * 70 *	
粗蛋白質	5-7%	%	* 3 * * * * 4 * * * * 5 * * * * 6 * * * * 7 * * * * 8 *	
NDF	43-53%	%	* 35 * * * * 40 * * * * 45 * * * * 50 * * * * 55 * * * * 60 *	
pH ※1	4.5以下		* 4.0 * * * * 4.5 * * * * 5.0 * * * * 5.5 *	
Vスコア	80点以上	点	* 70 * * * * 75 * * * * 80 * * * * 85 * * * * 90 * * * * 95 * * * * 100	
βカロテン ※2	5-10mg/kg	mg/kg	0 * * * * 5 * * * * 10 * * * * 15 * * * * 20 * * * * 25 *	
カビの発生	なし			

注)サイレージの成分分析は、同一の分析結果が適用できるものを同一ロットとし、3点以上無作為に抽出する。

※1:ダイレクト収穫体系の推奨値であり、予乾体系で調製した稲発酵粗飼料には適応しない。

※2:ビタミンA制御型肥育牛への粗飼料として用いる場合の参考値とする(乾物中)。

稲発酵粗飼料のロールベール表示票

項 目	ロールベールの情報	備考
販 売 者 名		
生 産 地 ※1		
圃場名(ロット番号) ※2		
品 種 名		
収穫年月日	年 月 日	
収穫時の熟期	期	
フィルムの巻数	層巻き	
シリアル番号 ※3		

※1:「生産地」は市町村名または地域名などを記載する。

※2: 1圃場1ロットを基本とするが、隣接した圃場で同一品種、同じ圃場条件で、同じ栽培管理、収穫調製を行った圃場は同一ロットとみなすことができる。

※3: 全国的な流通体制になった時に記載する。

解説

「稲発酵粗飼料の生産・給与技術マニュアル」等多くの研究成果から稲発酵粗飼料の望ましい推奨値が提案されています。以下に主な項目について紹介します。なお、シリアル番号については、全国的な広域流通が始まった時には、全国で統一的な番号になることを考慮して記載することとし、今回の記載では省略することができます。

1. 品種について

稲発酵粗飼料用稲は食用稲品種を利用する場合がありますが、低コスト生産のためには多収な専用品種を用いることが望ましく、専用品種には茎葉多収型品種と茎葉子実多収型品種があり、各地域適性や仕向け家畜等にに合わせて選定します。また食用品種を用いる場合についても、その品種名を記載します。

文献 1、2

2. 刈り取り時期

稲発酵粗飼料用稲の刈り取り時期は発酵品質、収量、栄養価の面からも糊熟期から黄熟期が望ましい。極端な刈遅れ、倒伏、病害虫、雑草発生の被害程度により、栄養価(TND)が低くなるため、適切な防除等も考慮に入れて栽培することが必要です。なお、黄熟期は食用としての収穫適期の1週間から2週間程度を目安とします。

文献 1

3. 除草剤、殺虫剤、殺菌剤等の農薬使用

雑草発生、病害虫の被害程度により発酵品質、栄養価(TND)が低くなることから防除を行うことが必要ですが、農薬の使用にあたっては「稲発酵粗飼料の生産・給与技術マニュアル(平成21年3月)」及びその後の農林水産省の通知に記載されている薬剤を適正に用いることを厳守して下さい。

文献 1

4. 圃場の状態、収穫調製体系(機械の種類)、作物の状態

圃場の軟弱程度は土砂の混入、雑草、病害虫、倒伏被害等の作物の状態は発酵品質や栄養価に影響を及ぼすことから、別紙を参考に極力記載します。

専用収穫機体系(専用収穫機の種類)、牧草収穫機体系(予乾の有無)は、材料イネの切断長や梱包密度、予乾処理等が発酵品質及び長期貯蔵性等と関連することから記載します。

文献 1、3

5. ロールベール寸法とフィルム巻き数

ロールベール寸法については、専用収穫機、牧草用収穫機(牽引式ロールベール等)のいずれにあっても記載します。

フィルム巻き数は、稲発酵粗飼料では6層巻きを基本とするが、長期保存を行う場合などでは、8層巻き以上にすることも検討します。

文献 1

6. 原料イネの水分含量

ダイレクト収穫体系の場合は収量、発酵促進、栄養価から判断して水分60－65%が望ましいです。

予乾収穫体系の場合には、強度な反転作業は籾の脱粒、発酵が微弱になることから、40%以下まで予乾しない方が望ましいです。

文献 1

7. 添加剤

サイレージの添加物は、発酵を促進するもの(乳酸菌など)が用いられており、その種類を記載します。

文献 1

8. NDF

NDF(中性デタージェント繊維)は、家畜の採食量、ルーメンの恒常性に影響を及ぼすことが知られている。多すぎると採食量を抑制する一方、少なすぎるとルーメンアシドーシスを引き起こす。全飼料中含量は乳用牛の場合、高泌乳時で35%程度が適切とされるが、稲発酵粗飼料の給与割合が乾物で20%以上になる場合は、稲発酵粗飼料のNDFは43～45%であることが望ましいです。

文献1、5

9. TDN含量とTDN収量

稲発酵粗飼料のTDN含量は熟期の進行に伴う穂へのデンプンの蓄積により増加しますが、糊熟期以降の増加は緩慢となります。そのため、収穫適期はTDN収量が最大となる糊熟期から黄熟期です。

文献1、5

10. β -カロテン(ビタミンA)

稲発酵粗飼料をビタミンA制御型肥育牛へ仕向ける場合には、稲発酵粗飼料の乾物中の β -カロテン含量を0～5mg/kgにまで低減させることが必要です。

専用収穫機体系と比較し、牧草収穫機体系では予乾処理を行うことにより β -カロテン含量は減少します。また、稲発酵粗飼料の β -カロテン含量は乳熟期から黄熟期にかけて急激に低下し、熟期がすすむにつれて β -カロテンの減少は大きくなりますが、この場合においても、極端な早刈りや遅刈りを避けることが重要です。なお、他の粗飼料との組合せを考慮した場合は、稲発酵粗飼料の乾物中の β -カロテン含量を5～10mg/kgまで低減させることが必要です。

文献1、6

11. pH

稲には発酵の基質となる糖類や乳酸菌が少ないことから、自然発酵に依存して調製された稲発酵粗飼料のpHの低下は不十分です。稲発酵粗飼料は詰め込み密度を高くすることや乳酸菌添加などにより影響を受けますが、乳酸発酵を促進し十分にpHを下げることで長期貯蔵が可能となります。

文献1

12. V-スコア

サイレージの発酵品質の評価としては揮発性脂肪酸(乳酸、酢酸、酪酸、プロピオン酸など)の組成から求めるフリーク法のほか、稲発酵粗飼料のような比較的発酵が抑制されているサイレージにV-スコア法が提案されています。V-スコア法は全窒素に占める揮発性塩基態窒素の割合、酢酸+プロピオン酸含量、酪酸以外の揮発性脂肪酸濃度から求めた点数で、60点以下を不良、60～80点を可、80点以上を良質サイレージと区分分けします。

文献1、7

13. カビ発生とカビ毒

鳥害、鼠害、運搬などによるフィルムの破損より乳酸発酵が不十分となりカビが発生します。稲発酵粗飼料では、Penicillium属、Aspergillus属、Mucor属、Fusarium属によるカビが多く発生することが知られています。カビが発生した場合には、色や臭い等でカビ毒産生の有無は判断できないため、カビが発生した場合は必ずカビの部分を取り除き、家畜には給与しません。

文献1、7

14. 硝酸態窒素

湛水条件の水田は還元状態にあり、硝酸態窒素は脱窒・揮散することからイネには利用されません。結果として稲発酵粗飼料の硝酸態窒素含量は少ないです。

文献1

参考文献

1. 稲発酵粗飼料の生産・給与技術マニュアル(平成21年3月) 全国飼料増産行動会議、(社)日本草地畜産種子協会
2. 米とワラの多収を目指して2010-飼料用米、稲発酵粗飼料用品種― 作物研究所、農林水産省技術会議事務局
3. 改定 農業機械ハンドブック 農業機械学会編 コロナ社
4. 日本標準飼料成分表2009年版 (社)中央畜産会
5. 日本飼養標準・乳牛(2006年版) (社)中央畜産会
6. 日本飼養標準・肉用牛(2008年版) (社)中央畜産会
7. 粗飼料の品質評価ガイドブック(三訂版)(2009年) (社)日本草地畜産種子協会

食用米生産に影響を及ぼさないイネWCS生産のポイント

① 病虫害対策

WCS 用イネ栽培は、一般に多肥で繁茂量が多いことから病虫害の発生リスクが高まる。効率的な防除と周辺の食用イネ圃場への伝染源とならないよう、作付けの団地化や抵抗性品種（表 2－2、表 2－3 参照）の活用を図る。さらに、健全種子の使用と種子消毒を基本とした防除対策を励行し、必要に応じて農薬を使用する。（詳しくは 35～49 ページ参照）

② 漏生イネ対策

WCS 用イネ栽培では収穫時に籾が落下し翌年の食用米栽培で混入する可能性があるため、WCS 栽培の翌年は食用イネの栽培は避け畑作物を栽培する。

避けられない場合は、WCS 用イネ品種は脱粒性が「難」で穂発芽性が「易」や「やや易」の品種（表 2－2 参照、「べこごのみ」、「モグモグあおば」等）を選び、食用イネの代かきを丁寧に行って漏生イネの発生を極力低下させる。

暖地・温暖地では、収穫後の速やかな耕起で漏生籾を発芽させ、冬期の低温で枯死させる。逆に寒地・寒冷地・高冷地では収穫後に耕起は行わず、落下種子を鳥類等の摂食により減らす。なお、食用米の栽培は直播を避け、移植栽培とする（詳しくは 53～60 ページ参照）。

③ 堆肥の多施用対策

多肥栽培（特に堆肥連用）では窒素の残存があるので、翌年に食用米栽培を行う場合は、耐倒伏性の高い食用イネ品種を選定し、窒素施肥量を削減するか、無肥料で栽培し、倒伏や食味の低下を回避する（詳しくは 28 ページ参照）

良質な稲WCS生産のポイント

- ① 除草剤は最低 1 回使用する。
- ② 収穫前の落水は早めに行い地耐力を確保し、収穫は天気の良い日に行う。
- ③ 収穫物に土砂を混入させない。
- ④ 地耐力が高く地面が乾燥している状態で牧草用収穫機械がある場合は予乾体系を行う。ダイレクトカット方式の場合は乳酸菌を添加することが好ましい。
- ⑤ ラップの巻数を増やす（できれば 6 層以上）。
- ⑥ ラッピング後のラップサイレージの移動は極力少なくする。

VI

用語解説、Q & A 等

1 用語解説

- A 1 ～ A 5** : 牛枝肉格付の歩留－肉質等級。
- B 1 ～ B 5** : A、B、C は歩留等級を示し、枝肉から除骨し余分な脂肪を取り除いた部分肉の歩留まりを表す。72 以上を A、69 以上 72 未満を B、69 未満を C とする。
- C 1 ～ C 5** : 1 ～ 5 は肉質等級を示し、脂肪交雑、肉の色沢、肉のしまり及びきめ、脂肪の色沢と質の 4 項目で判定する。肉質等級は数字が大きいほど市場評価が高い。
- A D F** : 酸性デタージェント繊維。
酸性デタージェント溶液に不溶な飼料画分で NDF からヘミセルロースを除いた部分。
- B C S N o .** : 牛肉色基準。
肉の明るさを判定する基準。1 ～ 7 の段階に区分され数字が大きいほど暗い。肉眼判定した光沢と組み合わせて肉の色沢の等級を決める。
- B F S N o .** : 牛脂肪色基準。
脂肪の黄色度を表す基準。1 ～ 7 の段階に区分され数字が大きいほど黄色味が強い。肉眼判定した光沢と組み合わせて脂肪の色沢と質の等級を決める。
- B M S N o .** : 牛脂肪交雑基準。
脂肪交雑を判定する基準。1 ～ 12 の段階に区分され数字が大きいほど脂肪交雑の程度が高い。脂肪交雑の等級を決める
- C D** : カウデイ。
体重 500kg の牛を 1 日放牧した場合を 1 CD とし、面積当たりで示す。
草地の家畜飼養能力を示す指標として牧養力がある。
- C P** : 粗タンパク質。
主にタンパク質を主とする飼料の画分。他にアンモニア、アミノ酸などが含まれる。
- D G** : 1 日当たりの体重増加量。
一般に kg／日で示す。家畜の発育や肥育の進行状況の指標。この数値が大きいほど発育が速いことを意味する。
- D M** : 乾物。
試料を乾燥して水分を完全に除いたもの。原物－水分。
- E C P d** : 有効分解性タンパク質。
飼料中のタンパク質のうち、消化吸収されて利用可能と考えられるタンパク質。消化管内におけるタンパク質の分解速度と通過速度により算出される。
- in vitro* : 生体外（実験室など）で生体内に似た条件を作りだし、種々の実験を行う手法や条件のこと。

I P M	<p>: 総合的病害虫管理。</p> <p>経済性を考慮しながら、化学農薬だけに頼らず、品種抵抗性や生物的防除などの複数の防除手段を調和的に組み合わせて病害虫を管理するシステム。</p>
N D F	<p>: 中性デタージェント繊維。</p> <p>中性デタージェント溶液に不溶な飼料画分で細胞壁を構成する。繊維と熱変性タンパク質が含まれる。</p>
N F C	<p>: 非繊維性炭水化物。</p> <p>中性デタージェント溶出部分に含まれる炭水化物の総称。</p> <p>$NFC=100-(NDF+CP+EE+粗灰分)$</p>
N F E	<p>: 可溶性無窒素物。</p> <p>食品という糖質に相当する飼料の画分・乾物から粗タンパク質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分を減じる。</p>
N S C	<p>: 非構造的炭水化物。</p> <p>細胞内に含まれる炭水化物のことで、単糖類やデンプンなどルーメン内で分解の速い成分。非繊維性炭水化物（NFC）とほぼ同義。</p>
O a	<p>: 高消化性繊維。</p> <p>牛の第一胃内で速く分解される繊維。</p>
O b	<p>: 低消化性繊維。</p> <p>Oa に比べて消化性の低い繊維。$OCW-Oa$。</p>
O C C	<p>: 細胞内容物の有機物部分。</p> <p>有機物から OCW を除いた分画。タンパク質、可溶性無窒素物、脂肪などが含まれる。</p>
O C W	<p>: 総繊維。</p> <p>繊維（セルロース、ヘミセルロース、リグニン）を含む飼料画分。</p>
R V I	<p>: 粗飼料因子指数。</p> <p>飼料乾物 1 kg 当たりの咀嚼（採食＋反芻）時間で表した飼料が有する物理性の指標。咀嚼は牛の第一胃発酵の安定に必要な唾液分泌を促す。</p>
T B A R S	<p>: 牛肉は、貯蔵により脂質が酸化されると酸化臭が発生する。脂質酸化の程度をみるために、過酸化脂質が分解して生じる MDA（マロンジアルデヒド）が酸性化で TBA（2-チオバルビツール酸）と反応してできる赤色物質を定量する。過酸化脂質からは MDA 以外にも TBA と反応して赤色を呈する物質が産生することから、現在は TBA 反応物質（TBARS）値と表現される。</p>
T D N	<p>: 可消化養分総量。</p> <p>飼料のエネルギー含量を表す単位。</p>
T M R	<p>: 完全混合飼料。</p> <p>牛の飼料として各種の粗飼料と濃厚飼料を適正な割合で混合し、牛が必要とする物理性と養分を摂取できるようにした飼料。</p>

VBN	: 揮発性塩基態窒素。 微生物によりタンパク質が分解されたときに生成されるアンモニアや低級アミンの総称。
VFA	: 揮発性脂肪酸。 飼料が消化管内の微生物により分解、代謝されたときに生成する炭素数6以下の低級脂肪酸の総称。酢酸、プロピオン酸、酪酸など。
WCS	: ホールクロップサイレージ。 子実～茎葉の植物体全体をサイレージ調製する方法。
α-トコフェロール	: ビタミンEの一種。生体内における抗酸化作用は、ビタミンEの中で最も高いとされている。
真性抵抗性	: 特定のいもち病菌に対しては罹病せず、強い抵抗性を示す。しかし、長年栽培するにつれて、抵抗性を犯す耐性菌が出現すると、抵抗性が崩壊する。持続した抵抗性は期待できない。
発酵TMR	: 完全混合飼料（TMR）を密封容器内で数週間嫌気発酵させ保存性を高めた飼料。容器として内袋入りフレコンバッグや、細断型ロールベール、六面梱包（角型）ベール等が用いられる。フレッシュTMRと比較して、未開封状態での保存性が高まるとともに、開封後の好気的変敗が起きにくいメリットがある。
ビタミンA	: レチノール、レチナール、及びレチノイン酸からなる脂溶性ビタミン。肥育牛では体内のビタミンA濃度を制御することで脂肪交雑が向上するとされているが、過度に行うと筋肉水腫を発症する。熱や光によって容易に分解する。
ビタミンE	: トコフェロール、トコトリエノールからなる脂溶性ビタミン。抗酸化作用を持つ物質であり、牛では不足すると筋萎縮症、後産停滞及び繁殖障害を起こす。熱や光によって容易に分解する。
フォレージテスト	: 個々の農家で生産された粗飼料の各成分について、各試験研究機関で分析すること。粗飼料分析と同義。
β-カロテン	: 天然に存在する色素（カロテノイド）の一種。生体内でビタミンAとなり、同様の生理作用を示すため、プロビタミンAとも呼ばれる。熱や光によって容易に分解する。
圃場抵抗性	: 効果が小さいので罹病は防げないが、いろいろな種類のいもち病菌に対して一定の抵抗性を示すため、著しい減収は免れる。持続した抵抗性が期待できる。
ミオグロビン	: 食肉の色調に大きな影響を与える色素である。食肉の内部および新鮮肉の断面は紫赤色であり、還元型ミオグロビンで占められている。この断面が空気に触れると、還元型ミオグロビンが酸素と結合して酸素型ミオグロビンに変わり鮮紅色を示す。その後ミオグロビン分子中の2価の鉄イオンが酸化されて3価の鉄イオンの酸化型ミオグロビン（メトミオグロビン）に変わり茶色になる。

2 Q & A

品種について

Q 1. WCS 用イネの品種の特徴は何ですか？

A 1. WCS 用イネには玄米が多収の玄米多収型と茎葉が多収の茎葉多収型がありますが、どちらも地上部全重（玄米重＋茎葉重）が重いことが大きな特徴です。

Q 2. どの品種を選べばよいのでしょうか？

A 2. 各地域での栽培に適した WCS 用イネ品種が育成されています。図 2－1（p10）、表 2－1～2－3（p7～9）を参考にして、栽培場所や希望する収穫時期（早生または晩生）、耐病虫性などの品種特性を勘案して選定してください。

Q 3. WCS 用イネに耐病性がありますか？

A 3. イネの最も重要な病害であるいもち病に対しては、見かけ上強い品種が多いです。しかし、これらは耐性菌が出現すると一気に罹病する危険があるので、抵抗性の変化には注意が必要です。また、近年増加している縞葉枯病には抵抗性の品種がありますので、常発地では抵抗性品種を選定する必要があります（表 2－2、p8 参照）。

Q 4. WCS 用イネに耐虫性がありますか？

A 4. トビイロウンカに対しては、これまでの WCS 用イネは抵抗性を有しないので、被害が多発する九州地域では注意が必要です。この他、イネツトムシやコブノメイガなどの害虫に被害を受けることがありますので、地域の防除基準を参考にして適切に防除して下さい。農薬使用にあたっては「農薬使用」（p60-64）を参照して下さい。

Q 5. WCS 用イネで脱粒性は問題になりますか？

A 5. 脱粒性が“やや難”の品種（表 2－2、p8 参照）は、刈り遅れると脱粒によって減収したり、漏生イネの発生の原因になったりするので、注意が必要です（p20 参照）。

Q 6. WCS 用イネは食用イネと交雑しますか？

A 6. 1%以下ですが交雑します。食用イネの採種圃場や食用の糯（もち）品種の栽培圃場付近では、出穂期の近い WCS 用イネの作付けは避けてください（p20 参照）。

Q 7. WCS 用イネの種子と食用種子との違いは何ですか？

A 7. WCS 用イネには、「北陸 193 号」や「もちだわら」などの休眠の深い品種があります。これらの品種を栽培する場合は、安定した育苗のために、休眠打破処理が望まれます（p26 参照）。

Q 8. 「たちすずか」は他の WCS 用品種と何が違うの？

A 8. 「たちすずか」は穂がとても短く、消化性の良い茎葉が多収であることが大きな特徴です（p17 参照）。品質の良い WCS が作れること、給与試験では乳量が増加することなど、飼料特性にも優れることがわかっています（p101～104、p120～123 参照）。

栽培について

Q 9. イネ WCS 栽培で食用栽培との違いは何ですか？

A 9. WCS 用イネは、栽培の基本は食用イネと同じで、TDN 多収と飼料栄養価やサイレージ品質を高めるために多収栽培と適期収穫に努めます。多収栽培のために収量性の高い専用品種の導入が望ましく、耕畜連により堆肥等を活用して栽培します。作期の選択・組み合わせが食用イネより柔軟です（p22～35 参照）。

Q10. WCS 用イネ栽培に適した（適さない）水田ってありますか？

A10. 稲発酵粗飼料は流通を伴うロールバールサイレージ体系が中心で、牧草用機械や専用収穫機を利用した収穫をしていることから、乾田や収穫時期の十分な地耐力を確保できる水田が適します。中干しの徹底や早期落水に努めます（p24～25 参照）。

Q11. イネ WCS 栽培の作期・作型はどのように決めますか？

A11. WCS 用イネ栽培は、収穫最適期の黄熟期を中心に乳熟期～完熟期までの比較的幅広い期間に収穫を行うことができるので、作期の選択・組み合わせが食用イネより柔軟です。寒地・寒冷地などの冷涼地域では自由度が小さい、品質確保のため収穫期は多雨の時期を避ける、直播は移植より生育が遅れる等に注意しながら、食用水稻や他作目と作業競合が生じないように WCS 用イネ品種の熟期区分（p11 図 2－2 や p23 図 2－3）を参考に設定します。

Q12. WCS 用イネの播種量の目安は？

A12. WCS 用イネ品種の種子は食用品種より大きい品種が多いので、千粒重に応じて増やします。播種量は品種によって違うので、p8 表 2－2 や飼料イネのパンフレット等で千粒重を確認して決めます。例えば千粒重が食用品種並の「リーフスター」なら食用品種と同程度で、千粒重の大きい「べこあおば」は 1.3～1.5 倍の播種量が必要です。

Q13. WCS 用イネの種子が塩水選ですごく浮きます。

A13. WCS 用イネの種子は生産年や生産地によっては脱芒処理がされていないため、食用に比べて水に浮きやすい場合があります。通常は食用水稻と同じ比重（1.13）で塩水選を行いますが、種子の充実度、必要種子量に応じて調整し、浮き粳が多い場合は水選とします。

Q14. WCS 用イネの種子予措で注意することは？WCS 用イネの芽が出ないのですが。

A14. WCS 用イネの種子は浸種時の水温が低く浸種時間が長すぎると二次休眠に入る場合があります。特にインド型イネを母材とした品種（「べこごのみ」、「べこあおば」、「夢あおば」、「ホシアオバ」、「クサホナミ」、「クサノホシ」、「たちすがた」、「リーフスター」、「モミロマン」、「ミナミユタカ」、「モグモグあおば」、「タチアオバ」、「たちすずか」）は注意が必要です。二次休眠に入ると発芽揃いが悪く、発芽不良になります。水温は 10～15℃の範囲で、積算水温は食用イネより低めの 60～80℃を心がけます（p26 参照）。

Q15. 低コスト栽培技術には何がありますか？

A15. 育苗作業を省略できる直播栽培では、カルパーコーティング湛水直播、鉄コーティング湛水直播、不耕起 V 溝乾田直播、プラウ耕・グレーンドリル乾田などがあります。また、必要育苗箱数を節減し省力化が期待できる疎植、乳苗育苗技術があります。それぞれ、詳しい技術情報がホームページなどで紹介されています（p24～p26 参照）。また、肥料コストを削減するために、耕畜連携体制の元に積極的に堆肥を利用することがポイントです。

Q16. WCS 用イネ栽培で二毛作、2 回刈りはできますか？

A16. 麦類との二毛作体系における飼料イネ栽培では、一般に移植時期が遅くなることや麦わらすき込みの影響への注意などが必要となります（p27 参照）。飼料用麦類との二毛作では、麦類の収穫時期が早まることから二毛作に取り組み易く、年間の粗飼料生産量増収が期待できます。九州などの暖地では 2 回刈りも可能であり、南九州向けの 2 回刈り栽培専用品種「ルリアオバ」が育成され、栽培マニュアルが整備されています（p27～28 参照）。

Q17. WCS 用イネ栽培の施肥は食用栽培とどう違いますか？

A17. WCS 用イネでは、倒伏を生じない限り増肥による多肥栽培を行います。一般に施肥量は食用米の 1.6～2 倍程度とされ、地域の食用品種の葉色標準値よりも高い水準に保つ必要があります。なお、多肥条件下ではいもち病等に対する抵抗性が下がることを考慮して、いもち病等常発地帯では極端な多肥は避けます。耕畜連携体制を生かし、畜産農家から供給される堆肥や尿液肥を併用することが望ましいです（p28～35 参照）。

Q18. 堆肥の施用量はどのくらいですか？

A18. WCS 用イネでは、化成肥料コストの削減と、全地上部持ち出しによる地力消耗に対処するために、積極的に堆肥を利用します。施用量は、通常の水田ならば 10a あたり堆肥 1 トン程度を施用すればリンやカリは十分に補給できます。地力の低い水田ならば 10a あたり 2 トン程度の堆肥を施用する必要があります。堆肥は連用することで窒素供給量が増加してくるので、これに合わせて化成窒素肥料施用量を削減できます (p28～32 参照)。

Q19. 尿液肥は WCS 用イネ栽培に使えますか？

A19. 尿液肥は、畜産農家やふん尿処理施設から排出される牛尿や牛ふん尿分離液を曝気処理して臭気と粘性を低減させたもので、窒素やカリウム濃度が高く窒素成分中におけるアンモニア態窒素の割合が高いことから、化成肥料と同様に速効性の窒素補給が期待できます。一般的な流入施肥の様に圃場均平などに注意して水口施用することで、化成肥料と同等の収量を得ることができます (p32～34)。

病害虫・雑草・漏生イネ・農薬について

Q20. WCS 用イネ栽培で問題になる病害虫は何ですか？またその対策方法は？

A20. 問題となる病害虫は、基本的に食用イネと共通です。特にインド型イネを母材とした品種 (p190 A14 参照) はウンカの被害が大きい傾向にあります。(3)病害虫防除の項 (p35～49) を参考に、健全種子の使用と種子消毒を基本とした防除対策を取るとともに適時適切な農薬散布を行う必要があります。

Q21. イネ WCS 栽培で問題になる雑草の防除法を教えてください。

A21. 特に問題となる雑草は、収穫物への混入によって稲発酵粗飼料の栄養価や発酵品質を低下させる雑草 (アゼガヤ、イボクサ等) や水稻栽培で防除困難とされる雑草 (ノビエ等) があります。WCS 用イネ栽培では丁寧な代かき、除草剤の利用および適正な水管理をして防除しましょう。移植栽培においても最低 1 回の一発処理剤の施用が必要です (p49～53 参照)。

Q22. 漏生イネの対策方法はありますか？

A22. 難脱粒性で穂発芽性のある「べこごのみ」、「モグモグあおば」等の WCS 用品種 (表 2-2 参照) の使用等によって減らすことが可能です。また WCS 用イネ栽培翌年の食用品種は移植栽培で行い、除草剤 (プレチラクロール) を代かき後または移植後に散布するのも有効です。暖地・温暖地では、収穫後の速やかな耕起で発芽・枯死させ、寒地・寒冷地・高冷地では収穫後に耕起はせず、落下種子を鳥類等の摂食により減らすこともできます。(p53～60 参照)。

Q23. 除草剤を散布したら WCS 用イネも枯れました。何故ですか？

A23. WCS 用イネ品種の中には水稻用除草剤の成分のうち「ベンゾビスクロン」、「テフリルトリオン」、「メソトリオン」に感受性の品種 (p53 参照) があり、感受性品種にこれらの農薬を使用すると枯れる場合があります。食用イネに使える除草剤のうち WCS 用イネでも安全性が確認できている除草剤 (p65～67 参照) を使用しましょう。

Q24. 稲に登録している農薬をイネ WCS に使用してもいいですか？

A24. 食用イネに使用可能な農薬が全て WCS 用イネに使用できるわけではありません。イネ WCS を栽培する場合は、食用イネに適用がある農薬のうち、残留試験等を実施して安全と確認された農薬を使用して下さい。農薬による防除の際には、p60～67 から選定して下さい。

収穫・調製・保管について

Q25. イネ WCS はいつ収穫したらいいですか？

A25. 収穫の適期は糊熟期～黄熟期です。特に熟期が進むと籾のふんへの排出率が高くなるため、刈り遅れには注意しましょう（p68、p95）。

Q26. イネ WCS の収穫作業の方法は何がありますか？

A26. 牧草用収穫機械を利用する体系と専用収穫機を活用する体系があります。それぞれの体系に特徴があり、機械の導入経費、流通先の畜種や圃場条件などによって体系を選択します（p68～74）。

Q27. 品質の良い稲発酵粗飼料を作るために、調製で注意することは何ですか？

A27. 先ずは、ロールベールに土砂を混入させないことが基本です。また、梱包密度を高め、空気が侵入しないように、ラップフィルムでしっかりと密封します。その他、乳酸菌を添加することにより、良質な発酵が促進されます（p75～79）。

Q28. ラップサイレージを長期保管したいのですが、注意点はありますか？

A28. ラップフィルムの巻き数を多くするほど、長期保管が可能となります。イネ WCS の場合、6層巻きを基本としますが、収穫翌年の夏を越えるような長期保管では、8層巻き以上にします。また、保管時の鳥獣害対策も重要です（p83～85）。

Q29. 稲発酵粗飼料の流通基準はありますか？

A29. 飼料の安全性や品質を担保し、生産者側にとっては一層の品質や生産コスト低減のための収量の向上につなげるための「稲発酵粗飼料の流通基準」が（一社）日本草地畜産種子協会から公表されています（p88 参照、参考資料 p178～183）

給与について

Q30. 新たに稲 WCS を使ってみたいのですが、どこで入手できますか？

A30. 国と都道府県・市町村・JA 等が連携して、稲 WCS を利用したい畜産農家と WCS を作付したい耕種農家とのマッチング活動を行っていますので、お近くの県の畜産担当又は市町村・JA の水田の担当窓口にご相談下さい。

Q31. サイレージの発酵品質評価方法を教えてください。

A31. サイレージの発酵品質は、pH、有機酸（乳酸、酢酸、酪酸など）含量、アンモニア態窒素（VBN）量などを分析し評価しますが、一般に、良質サイレージの目安は乳酸含量 1.5～2.5%（新鮮物中）、pH4.2 以下とされています。しかし、低水分サイレージやギ酸添加サイレージなどでは乳酸発酵が進みにくいことから、乳酸含量は評価指標にならない場合があります。一方、酪酸菌による不良発酵が起これば酪酸やアンモニア態窒素が生産されることから、これらの量によって発酵品質を評価する方法もあります。この方法では、酪酸含量が少なく、全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合（VBN/TN 比）の少ないものが良質とされ、その目安は、酪酸含量 0.1%以下（新鮮物中）、VBN/TN 比で 10%以下です。また、これらを総合的に判断し点数化して評価する方法として、わが国では V-スコアが用いられます。V-スコアは「VBN/TN 比」、「酢酸＋プロピオン酸含量」、「酪酸＋吉草酸＋カプロン酸含量」をおのおの点数化し合計する方法で、「いかに悪いサイレージではないか」を評価する方法です。評価基準は 100 点満点で 80 点以上を「良」、60～80 点を「可」、60 点以下を「不良」と判定します。稲発酵粗飼料の「化学成分と栄養価」や「発酵品質」については、p94～101 をご参照下さい。

Q32. 乳用牛に給与する場合、給与量と給与中の注意点は何か？

A32. 乳牛への実用的給与量について、乾乳牛では1日当たり原物量で、乾乳前期が9～12kg、分娩3週間前が7～11kg、分娩2週間前が6～9kg、分娩1週間前が5kg前後の目安となります。泌乳牛では、日乳量20～30kg、30～40kgおよび40kg以上で、それぞれ原物量で1日当たり8～10kg、6～8kgおよび3～6kg程度が目安となります。給与中の留意点として、家畜の様子を見ながら徐々に目安量まで増給することや、飼料設計に際しては飼料分析を行うこと等が挙げられます。詳細についてはp114～129をご参照下さい。

Q33. 稲発酵粗飼料を乳用牛に給与すると乳質や乳量に影響しませんか？

A33. 実用的給与量の範囲内であれば、輸入イネ科乾草の代替給与が可能であり、乳量や乳質にも影響を及ぼさないことが示されています。安心してご利用下さい。詳細についてはp108～123をご参照下さい。

Q34. 肉用牛に給与する場合、給与量と給与中の注意点は何か？

A34. 稲発酵粗飼料の発酵品質と飼料成分は、刈り取り時期や予乾の有無により変動し、嗜好性や発育に影響を与えるので注意する必要があります（詳しくは本文 p75～82、p92～101）。稲発酵粗飼料のpH、乾物割合、タンパク質含量、β-カロテン含量等が解っていれば安心して給与できます。稲発酵粗飼料のpH、乾物割合だけでも測定できればサイレージの品質や給与量を判断できます。稲発酵粗飼料の給与開始時は、馴致をかねて給与量を徐々に増加する必要があります。実際の給与量はp124～140の給与例を参考にして下さい。

Q35. 稲発酵粗飼料を肉用牛に給与すると生育や肉質に影響しませんか？

A35. 育成牛、繁殖牛と肥育牛では、稲発酵粗飼料に求められる飼料成分が異なっています。育成牛、繁殖牛ではβ-カロテン含量とタンパク質含量の高い良質な稲発酵粗飼料が求められます。ビタミンA制御型の肥育牛では、稲発酵粗飼料のβ-カロテン含量が高い場合は、肉質を低下させないために、稲発酵粗飼料を肥育前期と肥育後期に給与し、肥育中期は給与を控えます。また肥育後期は給与量を抑えます。β-カロテン含量が稲わら並に低い場合は、稲発酵粗飼料を肥育全期間給与できます。ビタミンA制御を行わない肥育では、ビタミンEが多く含まれる稲発酵粗飼料を給与して、新たな付加価値をもつ牛肉を生産することも可能です。詳しくはp124～140を参考にして下さい。

Q36. 飼料設計の際の注意点は何か？

A36. 飼料設計に先立ち、飼料分析を行うことが必要です。飼料設計においては、飼料中の稲発酵粗飼料の混合割合を乾物当たり20%以上とする場合、①飼料中のNDF含量を乾物中31～33%程度に抑えること、②子実排泄分を加味し、NFC含量を乾物中38～40%に保つこと、③飼料全体の粗飼料割合を乾物で5%程度低めに設定すること、④稲発酵粗飼料と組み合わせる粗飼料は、アルファルファ乾草や、早刈りでNDF含量の低い牧草を使用すること、などが留意点として挙げられます。詳細については、p116～119をご参照下さい。

その他

Q37. 稲WCSを作付けしたいのですが、どうやって売り先を探せばよいですか？

A37. 国と都道府県・市町村・JA等が連携して、稲WCSを利用したい畜産農家とWCSを作付したい耕種農家とのマッチング活動を行っていますので、お近くの県の畜産担当又は市町村・JAの水田の担当窓口にご相談下さい。

3 「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル」編集委員

氏 名	所 属
荒井 治喜	(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
石井 卓朗	(独) 農研機構 作物研究所
浦川 修司	(独) 農研機構 畜産草地研究所
関矢 博幸	(独) 農研機構 東北農業研究センター
中西 直人	(独) 農研機構 畜産草地研究所
野中 和久	(独) 農研機構 畜産草地研究所
吉田 宣夫	国立大学法人 山形大学 農学部 附属やまがたフィールド科学センター
渡邊 寛明	(独) 農研機構 中央農業総合研究センター

(独) 農研機構：独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

(あいうえお順)

4 「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル」執筆者

氏 名	所 属
芦澤 武人	(独) 農研機構 中央農業総合研究センター
荒井 治喜	(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
池ヶ谷 智仁	(独) 農研機構 北海道農業研究センター
石井 卓朗	(独) 農研機構 作物研究所
井出 忠彦	長野県畜産試験場
浦川 修司	(独) 農研機構 畜産草地研究所
大谷 隆二	(独) 農研機構 東北農業研究センター
大平 陽一	(独) 農研機構 東北農業研究センター
大村 一朗	鹿児島さもつき農業協同組合
河本 英憲	(独) 農研機構 東北農業研究センター
神田 則昭	広島県立総合技術研究所 畜産技術センター
小荒井 晃	(独) 農研機構 九州沖縄農業研究センター
河野 幸雄	広島県立総合技術研究所 畜産技術センター
佐野 実乃里	千葉県畜産総合研究センター
城田 圭子	広島県立総合技術研究所 畜産技術センター
新出 昭吾	広島県立総合技術研究所 畜産技術センター
関矢 博幸	(独) 農研機構 東北農業研究センター
千田 雅之	(独) 農研機構 中央農業総合研究センター
田村 泰章	(独) 農研機構 九州沖縄農業研究センター
中込 弘二	(独) 農研機構 近畿中国四国農業研究センター
中西 直人	(独) 農研機構 畜産草地研究所
野中 和久	(独) 農研機構 畜産草地研究所
服部 育男	(独) 農研機構 九州沖縄農業研究センター
林 悟	上川総合振興局 上川農業改良普及センター
福寫 陽	(独) 農研機構 東北農業研究センター
福田 孝彦	鳥取県畜産試験場
松下 景	(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
松村 正哉	(独) 農研機構 九州沖縄農業研究センター
松山 裕城	国立大学法人 山形大学 農学部
山田 知哉	(独) 農研機構 畜産草地研究所
横澤 将美	群馬県畜産試験場
吉田 宣夫	国立大学法人 山形大学 農学部 附属やまがたフィールド科学センター

(独) 農研機構：独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

(あいうえお順)

本マニュアルの内容は、(一社)日本草地畜産種子協会のホームページからも見る事が出来ます。
(<http://souchi.lin.gr.jp/skill/5.php>)

稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル第6版＜平成26年度版＞

平成26年12月

一般社団法人 日本草地畜産種子協会

お問い合わせ先

一般社団法人 日本草地畜産種子協会

〒101-0035 東京都千代田区神田紺屋町8 アセント神田紺屋町ビル

TEL ; 03-3251-6501 FAX ; 03-3251-6507

編集協力

農林水産省生産局畜産部畜産振興課草地整備推進室

〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1
