

飼料用米の生産・給与 技術マニュアル ＜2013年版＞



独立行政法人
農業・食品産業技術総合研究機構

本マニュアルは、農林水産省委託プロジェクト研究「粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発」（えさプロ、平成18～21年）、「自給飼料を基盤とした国産畜産物の高付加価値化技術の開発」（国産飼料プロ、平成22～24年）等で得られた研究成果および既存の研究成果、知見をもとに具体的なデータを紹介しながら、特に地域の農業技術指導者等を対象として、飼料用米の生産と利用に役立つことを目的として作成しています。

本マニュアルの内容は、（独）農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所のホームページからも見るすることができます。

(http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/project/jiky_pro/029451.html)

掲載データは各種講習会等で、ご自由にお使いください。その際、出典として「飼料用米の生産・給与技術マニュアル」を明記くださるようお願いいたします。

目次

1	飼料に用いる多収品種の選定	
(1)	飼料に用いる多収品種の特徴と改良の目標	1
(2)	地域別推奨品種	1
(3)	種子の確保	14
2	飼料用米生産における栽培管理	
(1)	飼料用米生産における栽培管理のポイント	15
(2)	育苗技術	19
(3)	作業競合回避	21
(4)	堆肥、液肥の活用	23
(5)	病虫害防除	31
(6)	雑草対策	38
(7)	収穫・乾燥	44
(8)	落下種子対策	49
(9)	地域別栽培法	55
(10)	低コスト栽培法	85
3	飼料用米の加工・調製	
(1)	加工法	102
(2)	成熟期粳米のサイレージ調製技術	107
(3)	実用規模粳米サイレージ調製の先進地域事例	109
4	牛への飼料用米給与	
(1)	飼料用米の飼料特性	111
(2)	乳用牛への飼料用米給与	118
(3)	肥育牛への飼料用米給与	138
(4)	稲こうじ病罹病粳の給与による牛および鶏への影響	152
5	豚への飼料用米給与	
(1)	肥育豚への飼料用米給与	155
(2)	離乳子豚への飼料用米給与	161
(3)	飼料用米の栄養価	163
6	鶏への飼料用米給与	
(1)	鶏における栄養価	167
(2)	採卵鶏への飼料用米給与	169

(3) 肉用鶏への飼料用米給与	173
7 飼料用米の生産・給与の取り組み事例	
(1) 岐阜県大垣市の酪農における飼料用米の取り組み事例	180
(2) 山形県金山地域における飼料用米の取り組み	187
(3) 岐阜養鶏農業協同組合における飼料用米の生産・給与事例	191
8 その他	
(1) よくある質問と回答 (Q & A)	197
(2) 飼料用米生産における農薬使用	206
(3) 本文中に例示された農薬の種類、有効成分一覧	207
(4) 執筆者、編集者一覧	208

1 飼料に用いる多収品種の選定

飼料に用いる多収品種として、北海道地域向け:「きたあおば」、「たちじょうぶ」、東北地域向け:「べこごのみ」、「みなゆたか」、「いわいだいら」、「つぶみのり」、「ふくひびき」、「つぶゆたか」、「べこあおば」、北陸・関東地域～近畿・中国・四国地域向け:「なつあおば」、「夢あおば」、「ゆめさかり」、「タカナリ」、「ホシアオバ」、「もちだわら」、「北陸 193 号」、「モミロマン」、「クサホナミ」、「クサノホシ」、九州地域向け:「ミズホチカラ」、「モグモグあおば」が育成されている。

(1) 飼料に用いる多収品種の特徴と改良の目標

飼料に用いる多収品種は玄米や粳が多収であり、牛、豚、鶏の濃厚飼料として用いられる。これらの多収品種では、食用品種とは異なり良食味性や玄米品質は重視されない。多収品種の最も重要な特性は、家畜に給与する玄米または粳の収量が高いことである。また、多収品種の栽培では高い玄米収量を達成するため、大量の窒素投入に耐える高度の耐倒伏性が重要である。耐倒伏性の強化は、直播栽培による生産コスト低減でも重要な特性となる。多肥栽培により玄米のタンパク質含量を高めることも可能である。草型の改良や登熟期間の長期化等によりさらに玄米収量の向上を図っていく必要がある。また、農薬コストを削減するため、広範囲な耐病虫性の付与も食用品種以上に重要である。

(2) 地域別推奨品種

①多収品種に共通する特性

表1-1と表1-2は、多収品種の収量(粗玄米収量)と特性を示している。表1-1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が、おおよその品種特性を知ることができる。「きたあおば」、「北陸 193 号」、「モミロマン」の粗玄米重は825kg/10a、780kg/10a、823kg/10a であり、それぞれ比較の食用品種に比べて、26%、18%、38%高い粗玄米収量を示している。

多収品種の耐倒伏性は食用品種の「コシヒカリ」が“極弱”であるのに対して、北海道向け品種の「きたあおば」を除き“やや強”以上である。穂数と穂重の割合を示す草型は、多収品種では“やや穂重型”～“極穂重型”であり、食用品種に比べて“穂重型”が多い。脱粒性は、“やや難”か“難”であり食用品種と大差はないが、“やや難”の品種の場合には、刈り遅れると脱粒しやすくなるので、立毛乾燥を行う場合は脱粒による収量の損失が多くならないように注意する。

縞葉枯病については、インド型由来の抵抗性を持つ品種が多い。表には示していないが、多収品種の玄米品質は食用品種に比べて劣ることが多いが、家畜の飼料として用いる場合、玄米品質が低いことは問題にならず、むしろ玄米品質の低さを食用品種との識別に利用することが可能である。また、屑米を含む粗玄米を飼料として用いることができるので、粗玄米収量がより重要である。食用品種では粗玄米収量と精玄米収量の差は 5%以下で小さいが、多収品種の「きたあおば」、「モミロマン」、「ミズホ

チカラ」ではその差が大きく、屑米歩合が10%程度と高い。

表1-1 飼料に用いる多収品種の育成地での移植栽培による玄米収量

品種名 比較品種	育成地所在地	出穂期 (月. 日)	成熟期 (月. 日)	稈長 (cm)	粗玄米収量 (kg/10a)	粗玄米収量 比率(%)	精玄米収量 (kg/10a)	精玄米収量 比率(%)
きたあおば	北海道	8.01	9.27	79	825	126	727	122
(きらら397)	札幌市	8.01	9.20	69	653	100	595	100
たちじょうぶ	北海道	8.09	10.10	77	757	135	708	137
(きらら397)	札幌市	8.02	9.21	67	560	100	517	100
べごのみ	秋田県	7.25	8.31	79	713	106	686	105
(アキヒカリ)	大仙市	7.29	9.01	75	670	100	652	100
みなゆたか	青森県	8.06	9.26	78	663	111	612	111
(むつほまれ)	十和田市	8.06	9.23	73	598	100	553	100
いわいだわら	秋田県	7.30	9.17	95	855	100	828	99
(ふくひびき)	大仙市	8.03	9.16	85	859	100	833	100
つぶみのり	岩手県	8.03	9.14	77	705	119	687	123
(あきたこまち)	北上市	8.04	9.15	76	593	100	559	100
つぶゆたか	岩手県	8.08	9.28	82	699	122	672	133
(ひとめぼれ)	北上市	8.09	9.29	80	572	100	506	100
なつあおば	新潟県	7.27	-	96	672	105	-	-
(アキヒカリ)	上越市	7.28	-	84	642	100	-	-
べこあおば	秋田県	8.07	9.24	70	753	107	732	106
ふくひびき	大仙市	8.04	9.12	72	703	100	689	100
夢あおば	新潟県	7.29	9.10	86	725	96	722	98
ふくひびき	上越市	7.27	9.07	78	753	100	739	100
ゆめさかり	新潟県	8.02	9.15	82	781	118	771	119
(ひとめぼれ)	上越市	8.01	9.11	90	662	100	647	100
タカナリ	茨城県	8.13	10.01	74	751	122	732	122
ハバタキ	つくばみらい市	8.09	9.26	80	616	100	598	100
ホシアオバ	広島県	8.14	10.02	90	-	-	694	129
(日本晴)	福山市	8.15	9.26	87	-	-	538	100
もちだわら	茨城県	8.11	10.05	90	891	115	885	116
おどろきもち	つくばみらい市	8.08	9.26	77	772	100	765	100
北陸193号	新潟県	8.16	10.04	80	780	118	767	117
(日本晴)	上越市	8.15	9.27	83	663	100	657	100
モミロマン	茨城県	8.15	10.09	89	823	138	765	132
(日本晴)	つくばみらい市	8.17	9.27	90	596	100	581	100
ミズホチカラ	福岡県	9.02	10.31	76	725	120	669	117
(ニシホマレ)	筑後市	9.03	10.22	91	606	100	571	100
モグモグあおば	福岡県	9.05	未達	101	724	134	-	-
(ニシホマレ)	筑後市	9.06	10.14	96	542	100	-	-
クサホナミ	茨城県	8.24	10.16	93	727	92	699	94
タカナリ	つくばみらい市	8.08	9.26	73	787	100	742	100
クサノホシ	広島県	8.28	10.17	93	-	-	670	119
クサホナミ	福山市	8.31	10.18	87	-	-	565	100

新品種決定に関する参考成績書による。

()内は比較の食用品種。粗玄米収量比率と精玄米収量比率は、食用品種を100とした。

表1-2 飼料に用いる多収品種の特性

品種名	耐倒伏性	穂発芽性	脱粒性	水稲用除草剤感受性 ^{*1}	葉いもち		縞葉枯病耐病性	障害型耐冷性	草型	玄米千粒重g	粒重比(%)
					真性抵抗性	圃場抵抗性					
きたあおば	やや弱	不明	難	抵抗性	+	やや弱	不明	やや強	穂重型	21.7	105
たちじょうぶ	強	不明	難	抵抗性	<i>Pia,Pii</i>	やや強	不明	やや強	やや穂重型	21.8	106
べこごのみ	強	易	難	抵抗性	<i>Pib,Pik</i>	強	罹病性	やや弱	穂重型	22.0	107
みなゆたか	強	やや難	難	抵抗性	<i>Pii</i>	やや強	不明	極強	穂重型	22.1	107
いわいだわら	や強	易	難	抵抗性	<i>Pib,Pik</i>	不明	罹病性	弱	極穂重型	25.8	125
つぶみのり	中	難	難	抵抗性	<i>Pia,Pib</i>	強	不明	強	中間型	22.8	111
ふくひびき	強	やや易	難	抵抗性	<i>Pia,Pib</i>	やや強	罹病性	やや弱	穂重型	23.2	113
つぶゆたか	強	やや難	難	抵抗性	<i>Pia</i>	やや強	不明	強	偏穂重型	24.4	118
なつあおば	強	やや易	難	抵抗性	<i>Pib</i>	強	抵抗性	弱	穂重型	23.9	116
べこあおば	強	やや易	難	抵抗性	<i>Pita-2, (Pita)</i>	やや弱	罹病性	弱	穂重型	30.6	149
夢あおば	極強	中	難	抵抗性	<i>Pita-2,Pib</i>	不明	抵抗性	やや弱	穂重型	26.5	129
ゆめさかり	強	やや易	難	抵抗性	<i>Pia</i>	やや強	罹病性	やや弱	やや穂重型	26.1	127
タカナリ	極強	極難	やや難	感受性	不明	弱	抵抗性	弱	極穂重型	21.0	102
ホシアオバ	やや強	やや易	やや難	抵抗性	不明	不明	抵抗性	不明	極穂重型	29.4	143
もちだわら	極強	難	やや難	抵抗性	不明	不明	抵抗性	不明	極穂重型	22.7	110
北陸193号	極強	やや難	やや難	抵抗性	<i>Pii,Pia,Pi20(t)</i>	不明	抵抗性	中	極穂重型	22.9	111
モミロマン	極強	やや易	難	感受性	不明	不明	罹病性	中	極穂重型	24.1	117
ミズホチカラ	極強	やや易	難	感受性	不明	不明	罹病性	不明	穂重型	23.0	112
モグモグあおば	強	やや易	難	抵抗性	不明	不明	抵抗性	不明	極穂重型	31.1	151
クサホナミ	強	やや易	難	抵抗性	<i>Pia,Pii,Pik+α</i>	不明	抵抗性	不明	極穂重型	21.7	105
クサノホシ	やや強	難	難	抵抗性	<i>Pita,Pib,Pi20(t)</i>	弱	抵抗性	不明	極穂重型	24.3	118
食用品種(比較)											
日本晴	やや強	難	難	抵抗性	<i>Pia</i>	中	罹病性	極弱	やや穂数型	20.4	99
ニシホマレ	やや強	やや易	やや易	抵抗性	<i>Pia</i>	中	罹病性	不明	やや穂重型	21.2	103
コシヒカリ	極弱	極難	難	抵抗性	+	弱	罹病性	強	中間型	20.6	100

*1: 水稲用除草剤ベンゾピシクロン、テフルトリオン、メソトリオンに対する感受性

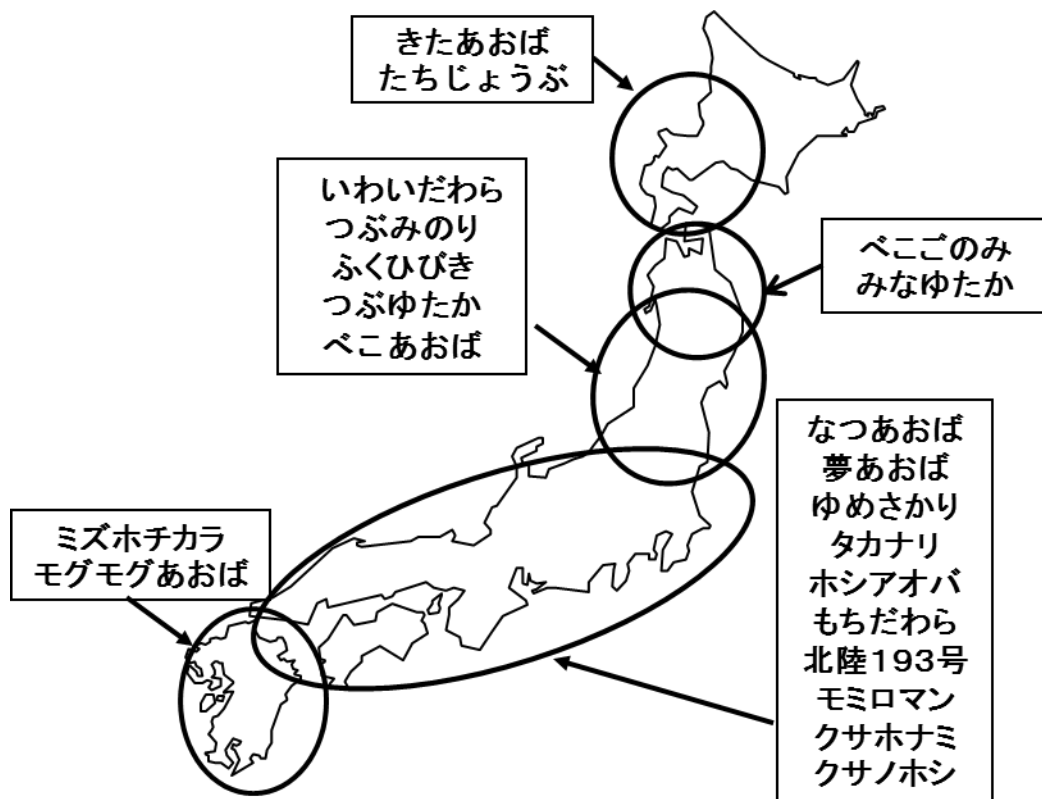


図1-1 飼料に用いる多収品種の栽培適地

②各地域に適した品種の選定

多収品種の選定に当たっては、品種の早晩性に注意し、十分に登熟する品種を選定することが重要である。図1-1には大まかな栽培適地を示している。また、表1-2では、茨城県の普通期移植栽培で栽培したきに早生から晩生になるように上から下に品種を並べている。表1-3～8に、北海道、秋田、新潟、茨城、広島、福岡で栽培した場合の出穂期を示している。これらの情報を参考にして、適する熟期の品種を選定する。大きな面積に栽培する前に、品種をいくつか選んで予備的に供試し、地域ごとの耐病虫性・耐冷性も含めた総合的な適応性や収量性を調査する。各県の農業試験場、普及センター等で過去の栽培試験データがある場合にはできるだけ活用し、選定の参考とする。

③北海道地域向け品種：「きたあおば」、「たちじょうぶ」

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。

「きたあおば」

「きたあおば」の出穂期は“中生の早”、成熟期は“晩生の早”で、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。粗玄米収量は食用品種「きらら 397」より 25%程度高く、育成地多肥栽培の収量成績は800kg/10aを超えている。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、冷害の発生が多い地帯には適さない。耐倒伏性は強くないので、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。

「たちじょうぶ」

「たちじょうぶ」の北海道での出穂期は“晩生の晩”、成熟期は“極晩”である。そのため、上川および留萌以北では本品種の多収性を十分に発揮できない年が多いと考えられる。粗玄米収量は「きたあおば」とほぼ同程度である。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。耐倒伏性は強いいため、極多肥栽培にも適する。直播栽培でも倒伏しにくい、移植栽培より出穂期が遅くなるため成熟期に達しない場合が多く、飼料米用途では直播栽培は推奨できない。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が、晩生種であるため登熟気温が十分に確保できる地帯に適地は限定される。なお、東北地域北部での熟期は早生程度であると推定され、栽培できる可能性がある。

表1-3 北海道の多収品種の出穂期と成熟期

品種名	播種日	移植日	出穂期	成熟期
きたあおば	4.18	5.22	7.31	9.22
たちじょうぶ	4.18	5.22	8.06	10.04
きらら397	4.18	5.22	7.31	9.17
ななつぼし	4.18	5.22	7.31	9.16

注) 多肥区2007～2012年平均。「きらら397」「ななつぼし」は食用品種。

④東北地域向け品種：「べこごのみ」、「みなゆたか」、「いわいだわら」、「つぶみのり」、「ふくひびき」、「つぶゆたか」、「べこあおば」

東北地域では、極早の「べこごのみ」、早生(まっしぐら熟期)の「みなゆたか」、早生から中生(あきたこまち熟期前後)の「いわいだわら」、「つぶみのり」、「ふくひびき」、中生の晩(ひとめぼれ熟期)の「つぶゆたか」、「べこあおば」まで熟期の異なる品種が揃っている。以下⑤でも紹介する「北陸・関東地域～近畿・中国・四国地域向け品種」にある「なつあおば」、「夢あおば」、「ゆめさかり」は、地域によっては東北中南部でも栽培することが可能である。各地域での栽培方法(移植栽培、直播栽培)に応じて、適した熟期の品種を選定する必要がある。

「べこごのみ」

秋田県大仙市では「あきたこまち」より出穂期、成熟期が6日早い“極早”に属する東北の中北部向けの品種である。粗玄米収量は700kg/10a以上であり、多収品種の「アキヒカリ」より6%高い。千粒重は食用品種並であるが、玄米品質が劣るため識別可能である。耐冷性は、食用品種「まっしぐら」の“やや強”や「あきたこまち」の“中”に対して“やや弱”であり、冷害の発生しやすい地域への作付けは注意する必要がある。いもち病については、食用品種が持つ *Pii*, *Pia* 以外の真性抵抗性 *Pib* を有するため、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、食用品種と同様に薬剤防除を行う必要がある。10℃以下の低温浸種および温湯消毒は、出芽を阻害する危険性があるので避ける。

「みなゆたか」

北東北(青森・岩手北部)向けの早生品種である。青森県十和田市では食用の多収品種「むつほまれ」より粗玄米収量が11%多い。玄米千粒重、玄米品質が「まっしぐら」と同程度で食用品種との識別性がないことに注意する必要がある。耐冷性は“極強”と、食用品種の「つがるロマン」(やや強)、「まっしぐら」(やや強)より強いいため冷害年でも不稔発生が少なく、収量が安定している。いもち病真性抵抗性は、食用品種が持つ *Pii* のみを持ち、圃場抵抗性は“やや強”であるため食用品種と同様に防除を行う必要がある。

「いわいだわら」

秋田県大仙市においては、出穂期は早生に属するが、登熟期間が長いので成熟期は中生に属する。秋田県大仙市の多肥栽培における粗玄米収量は、「ふくひびき」の同等の 855kg/10a である。岩手県一関市の現地試験においては、粗玄米収量が「ふくひびき」より 5 年間平均で 15% 高い。耐倒伏性は「あきたこまち」に優る“やや強”である。耐冷性は“弱”であるため、冷害の常襲地帯での栽培には注意を要する。いもち病に関しては、真性抵抗性遺伝子 *Pik*, *Pib* を有するため、現在のところ発病は認められないが、発病が認められた場合は薬剤防除を行う必要がある。10℃以下の低温浸種および温湯消毒は、出芽を阻害する危険性があるので避ける。

「つぶみのり」

岩手県北上市では「あきたこまち」並みの“早生の早”に属する岩手県中北部向けの品種である。食用品種の「あきたこまち」より粗玄米収量が 19% 高い。食用品種と玄米千粒重は同程度であるが、玄米の外観品質が劣るため識別が可能である。耐冷性は強である。いもち病真性抵抗性 *Pib* を保有するため、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、食用品種と同様に薬剤防除を行う必要がある。

「ふくひびき」

秋田県大仙市では出穂期が「あきたこまち」より 3 日遅い“早生”に属する東北の中南部向けの品種である。粗玄米収量は、「あきたこまち」より 20% 高く、700kg/10a 以上である。千粒重は食用品種並であるが、玄米品質が劣るため識別可能である。耐冷性は、食用品種「あきたこまち」の“中”や「ひとめぼれ」の“極強”に対して“やや弱”であるため、冷害の発生しやすい地域への作付けは注意する必要がある。いもち病真性抵抗性については、食用品種が持つ *Pii*, *Pia* 以外の真性抵抗性遺伝子 *Pib* を有するため、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、食用品種と同様に薬剤防除を行う必要がある。

「つぶゆたか」

岩手県北上市では出穂期、成熟期がともに「ひとめぼれ」並みの“晩生の中”に属する岩手県中南部向けの品種である。食用品種の「ひとめぼれ」より粗玄米収量が 19% 高い。玄米千粒重がやや大きく、玄米の外観品質が劣るために、食用品種と識別可能である。耐倒伏性は「ひとめぼれ」に優る。障害型耐冷性は“強”である。いもち病真性抵抗性は、食用品種が持つ *Pii* のみを持ち、圃場抵抗性は“やや強”であるため食用品種と同様に防除を行う必要がある。

「べこあおば」

秋田県大仙市ではひとめぼれ熟期の“中生の晩”に属する東北中南部向けの品種である。粗玄米

収量は、「ふくひびき」より6%高く、700kg/10a 以上である。秋田県大仙市における多肥栽培試験において7年平均で 920kg/10a の超多収を記録した事例もある。玄米千粒重が、30.6g と大粒であり、玄米品質も劣るため食用品種と識別できる。耐冷性は、食用品種「あきたこまち」の“中”や「ひとめぼれ」の“極強”に対して“弱”であり、冷害の発生しやすい地域への作付けは注意する必要がある。いもち病に関しては、食用品種が持つ *Pii, Pia* 以外の真性抵抗性 *Pita-2* を有するため、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、食用品種と同様に薬剤防除を行う必要がある。種子の予措に関しては、10℃以下の低温浸種および温湯消毒は、出芽を阻害する危険性があるので避ける。また「べこあおば」は大粒品種であるため、育苗箱あたりの種子の重量を 50%程度増やすことにより十分な数の苗数を確保する必要がある。

表1-4 秋田県大仙市における飼料に用いる多収品種の出穂期

	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)
べこごのみ	7.24	9.03
みなゆたか	7.28	9.09
ふくひびき	8.02	9.13
つぶみのり	7.30	9.11
つぶゆたか	8.02	9.16
べこあおば	8.03	9.16
まっしぐら	7.27	9.07
あきたこまち	7.30	9.09
ひとめぼれ	8.05	9.18
コシヒカリ	8.12	9.27

注)5月中～下旬移植、2009～2012年の平均値。

⑤北陸・関東地域～近畿・中国・四国地域向け品種：「なつあおば」、「夢あおば」、「ゆめさかり」、「タカナリ」、「ホシアオバ」、「北陸 193 号」、「モミロマン」、「クサホナミ」、「クサノホシ」、
「なつあおば」

新潟県上越市では極早生に属し、適応地域はアキヒカリ熟期の品種の作付けが可能で、冷害の危険性の少ない東北中北部、北陸および関東以西である。耐倒伏性は“強”である。粗玄米収量は「アキヒカリ」に優り多収である。穂発芽性は“中”、縞葉枯病には“抵抗性”である。転び型倒伏に強く、直播栽培にも向く。穂数が少ないので、分けつ数を確保するために、食用品種よりも増肥する必要がある。しかし、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。*Pib* のいもち病真性抵抗性遺伝子を持つため、現在のところ、いもち病の発病は認められないが、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ので、発病が認められた場合、直ちに防除を行う。障害型耐冷性が弱いため、冷害の危険のある地域での栽培は避ける。メイチュウの害を受けやすいので、適宜防除に努める。

「夢あおば」

新潟県上越市では早生の晩に属し、適応地域はふくひびき熟期の品種の作付けが可能で、冷害の危険性の少ない東北中南部、北陸および関東以西である。耐倒伏性は“強”である。粗玄米収量は「ふくひびき」にやや劣るが多収である。穂発芽性は“中”、縞葉枯病には“抵抗性”である。転び型倒伏に強く、直播栽培にも向く。穂数が少ないので、分けつ数を確保するために、食用品種よりも増肥する必要がある。しかし、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。*Pita-2*と*Pib*のいもち病真性抵抗性遺伝子を持つため、現在のところ、いもち病の発病は認められないが、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ので、発病が認められた場合、直ちに防除を行う。

「ゆめさかり」

新潟県上越市では早生の晩に属し、適応地域はひとめぼれ熟期の品種の作付けが可能で、冷害の危険性のない東北中南部、北陸および関東以西である。耐倒伏性は“やや強”で、多肥栽培での粗玄米収量は「ひとめぼれ」に優り多収である。穂発芽性は“中”。いもち病真性抵抗性遺伝子型は*Pia*と推定され、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。我が国の主要ないもち病菌のレースに侵害されるため、当系統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。耐倒伏性が“強”であるが「夢あおば」より弱く、大豆跡等の地力が高い圃場や極端な多肥栽培では倒伏の恐れがあるため、適切な肥培管理を行う。穂発芽性が“やや易”であり、また、胴割れが生じやすいため、適期刈り取りに努める。障害型耐冷性が弱いので、冷害の危険のある地域での栽培は避ける。メイチュウの害を受けやすいので、適宜防除に努める。

「タカナリ」

茨城県つくばみらい市では中生に属し、短稈で極穂重型である。粗玄米収量で750kg/10aを示す多収品種である。玄米品質はやや劣り、玄米での識別性がある。いもち病の不明の真性抵抗性があるため通常は罹病しないが、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。穂発芽性は極難で、種子の休眠性が強い。4-HPD阻害型水稻用除草剤(ベンゾピシクロン、メソトリオン、テフリルトリオン等)に対して感受性(写真1)で、白化・枯死を伴う薬害を起こすので、当該成分を含有する除草剤は使用できない。低温条件下での登熟では収量が安定しないので、早期または早期栽培が望ましい。また、耐冷性も劣るため、冷害のおそれのある地帯での栽培は避ける。

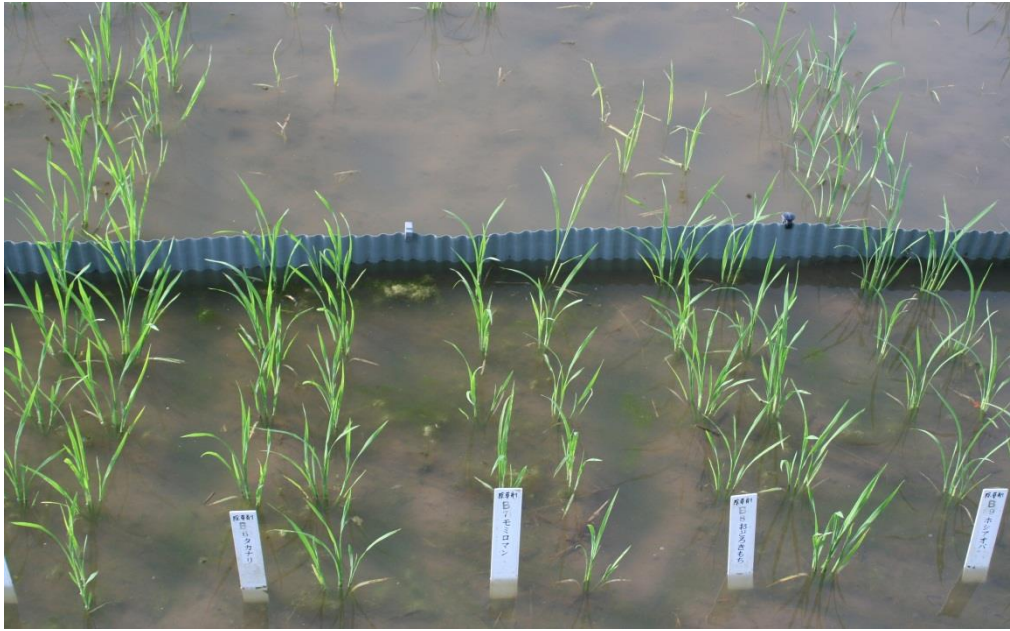


写真 1 左から「北陸 193 号」(抵抗性)、「タカナリ」(感受性)、「モミロマン」(感受性)、「おどろきもち」(感受性)。水稲用除草剤ベンゾビスシクロンの施用により感受性の 3 品種は枯死している(波板の上側は除草剤施用により枯死)

「ホシアオバ」

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。稈長はやや長いが稈質が強く、耐倒伏性は“やや強”である。精玄米収量で 694kg/10a であり、「日本晴」に対して 29%多収である。草型は“極穂重型”で、玄米千粒重 30g 程度の極大粒である。大粒品種であるため直播栽培において苗立ち数を確保するためには慣行よりも 30%程度多めに播く必要がある。移植栽培の育苗についても同様である。穂発芽性は“やや易”、脱性は“やや難”。縞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。ニカメイチュウに弱いいため、発生がみられた場合には防除が必要である。

「もちだわら」

茨城県つくばみらい市の出穂期では「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。玄米収量が高く、「日本晴」に対して 30%程度、「おどろきもち」に対して 15%程度多収である。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、減収につながる可能性があるので注意する。本マニュアル中では唯一の糯品種であるが、飼料用米として糯米を給与した場合の効果については、今後検討が求められる。

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ため苗立ちが悪い時があり、催芽前の浸漬を十分に行う。脱粒が“やや難”で、休眠性が強いことから、本マニュアルの「飼料米生産における栽培管理、落下粒対策」についても参照する必要がある。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押しれがあり注意を要する。一般品種と比較して、セジロウシカに対する抵抗性が弱いため、注意が必要である。幼苗期に低温により退色がみられるので、育苗時の温度管理に注意する。

「北陸 193 号」

新潟県上越市では“晩生の晩”に属するインド型の粳種。適応地域は日本晴熟期の品種の作付けが可能で、冷害の危険性の少ない北陸および関東以西である。耐倒伏性は“強”である。わずかに脱粒する。玄米は“やや細長”。多肥栽培での粗玄米収量は「日本晴」に明らかに優り極多収である。穂発芽性は“難”、縞葉枯病には“抵抗性”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。わずかに脱粒する性質もあるので、本マニュアルの「飼料米生産における栽培管理、落下粒対策」についても参照する必要がある。種子の水分含量を 15%程度に調整後、60℃、乾燥条件で 4~7 日間の休眠打破処理より改善が図られる。刈り遅れ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。メイチュウおよびイネツトムシの害を受けやすいので、適宜防除に努める。いもち病真性抵抗性遺伝子 *Pii*、*Pita*、*Pi20(t)* を持つと推定され、現在のところ、いもち病の発病は認められないが、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ので、いもち病の防除を励行する。幼苗期に低温により退色がみられるため、育苗時の温度管理に留意する。穂数が少ないので、分けつ数を確保するために、食用品種よりも増肥する必要がある。湛水条件下での苗立ちが悪いため、湛水直播栽培は避ける。出穂が遅れることによる低温下での登熟不良により減収する恐れがあるため、特に、寒冷地南部では遅植えや山間高冷地での栽培を避ける。

「モミロマン」

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、極端は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。粗玄米収量は「日本晴」より 38%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、常発地での作付は避ける。白葉枯病に弱いので、常発地での作付は避ける。いもち病真性抵抗性が不明であるので、病原菌のレースの変化に注意する。

「クサホナミ」

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。粗玄米収量は「タカナリ」よりも劣るが、727kg/10a と高い。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。

「クサノホシ」

茨城県つくばみらい市では「アケボノ」並の晩生で、関東以西に適する。精玄米重では、670kg/10a と「クサホナミ」より 19% 高い。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とする。穂発芽性は“難”、脱粒性は“難”である。縞葉枯病に抵抗性を持ち、白葉枯病には強である。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。ニカメイチュウに弱いいため、発生がみられた場合は防除する。

表1-5 新潟県上越市における飼料に用いる多収品種の出穂期・成熟期

品種名	播種日 (月.日)	移植日 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)
夢あおば	4.20	5.19	8.05	9.21
ゆめさかり	4.20	5.19	8.07	8.29
クサユタカ	4.20	5.19	8.07	9.24
北陸193号	4.20	5.19	8.17	10.08
なつあおば	4.20	5.19	7.27	8.26
ホシアオバ	4.20	5.19	8.12	9.29

注) 多肥区2009～2010年の平均。なつあおば、ホシアオバは2009年の成績。

表1-6 茨城県つくばみらい市における飼料に用いる多収品種の出穂期

品種名	播種日	移植日	出穂期	成熟期
夢あおば	4.21	5.19	7.30	9.11
タカナリ	4.21	5.19	8.07	9.28
ホシアオバ	4.21	5.19	8.07	10.01
たちすがた	4.21	5.19	8.08	10.02
北陸193号	4.21	5.19	8.14	10.09
日本晴	4.21	5.19	8.15	9.26
モミロマン	4.21	5.19	8.15	10.18
ミズホチカラ	4.21	5.19	8.17	10.14
クサホナミ	4.21	5.19	8.25	10.18
クサノホシ	4.21	5.19	8.29	10.25

2008年と2009年の平均。

表1-7-1 広島県福山市における多収品種の普通期移植における出穂期

品種名	播種日	移植日	出穂期	成熟期
ホシアオバ	5.07	6.08	8.14	10.09
タカナリ	5.07	6.08	8.18	10.08
クサホナミ	5.08	6.06	8.22	10.15
北陸193号	5.07	6.08	8.23	10.20
モミロマン	5.09	6.09	8.24	10.20
ミズホチカラ	5.07	6.11	8.27	10.23
クサノホシ	5.07	6.08	8.28	10.25

注)多肥区2007～2010の平均

表1-7-2 広島県福山市における多収品種の早植えにおける出穂期

品種名	播種日	移植日	出穂期
ホシアオバ	4.21	5.26	8.05
タカナリ	4.21	5.26	8.04
北陸193号	4.21	5.26	8.08
ミズホチカラ	4.21	5.26	8.12
クサノホシ	4.21	5.26	8.23

注)2011年と2012年の平均

⑥九州地域向け品種：「ミズホチカラ」、「モグモグあおば」

両品種とも出穂期では“晩生の早”、ないし“中生の晩”（ニシホマレ熟期）であるが、成熟期は登熟期間が長いこと極晩生となる。

「モグモグあおば」

もともとWCS用に開発された長稈種であるが、子実収量も極多収であり、多収品種としても適性が高い。稈長は多肥条件では1mを超えるが、茎が太いため耐倒伏性は強い。千粒重は食用品種の1.5倍程度の大粒であり、識別性がある。籾および粗玄米収量は育成地の試験では「ニシホマレ」より約30%多収である。わら収量も高いので、飼料用米と稲わらを共に利用する体系にも好適である。

栽培上の留意点は、大粒品種であり、育苗箱あたりの播種量を増やして十分な数の苗数を確保する必要がある。登熟日数が長いので、早刈りしないで十分に登熟してから収穫する。晩植えでは登熟を全うできず低収となる。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、ヒメビウンカの防除は不要である。

「ミズホチカラ」

多肥栽培でも稈長が80cm前後で、ヒノヒカリやニシホマレより短稈の品種である。茎が太いことと相まって耐倒伏性は“極強”であり、転び型倒伏抵抗性も強く直播栽培にも適する。籾および粗玄米収量は育成地の試験では「ニシホマレ」より約20%多収である(表1-1)。一部の試験では最大1000kg/10aの

粗玄米収量が得られている。九州での普通期栽培(6月移植)に適するほか、温暖地での早植(5月移植)でも多くの多収事例がある。なお、茎葉収量は高くないので、WCSには適していない。

栽培上の留意点は、「モグモグあおば」同様、登熟日数が長いので、早刈りしないで十分に登熟してから収穫する。とくに晩植では出穂が遅くなり、また極端な疎植でも穂揃いが悪くなり、いずれも登熟を全うできず低収となりやすいので避ける。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。近年九州で多発している縞葉枯病には罹病性であるので、本田初期のヒメビウンカの防除を励行する必要がある。また白葉枯病抵抗性にも弱いのでは常発地では栽培を避ける。両品種および下に示した品種については、紋枯病、トビイロウンカ、コブノメイガ等の病害虫に対する防除は食用品種に準じて行う必要がある。「ミズホチカラ」は、「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。

これら2品種のほかに温暖地向けのいくつかの品種も九州地域でも多収を示し、飼料用米として利用が可能である。「ホシアオバ」は九州の普通期栽培では「ヒノヒカリ」に近い出穂期であり、平坦部だけでなく中山間地でも多収を示す事例がある。「タカナリ」、「モミロマン」、「北陸193号」は普通期栽培では「ミズホチカラ」に近い中生の晩ないし晩生の早の出穂期であり、平坦部を中心に利用できる。これらの品種はいずれも作期により出穂性が大きく変化しやすく、特に晩植では出穂が遅くなり登熟不良となりやすいので注意する。

表1-8 福岡県筑後市における飼料に用いる多収品種の出穂期

品種名	移植期 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	出穂期差 (早植え—普通期)
ミズホチカラ		8.19	10.13	15
モグモグあおば		8.17	10.10	17
ホシアオバ		8.09	9.21	18
北陸193号	5.21	8.15	10.05	18
モミロマン	(早植え)	8.18	10.05	15
日本晴(参考)		8.11	9.21	10
ヒノヒカリ(参考)		8.14	9.25	8
ニシホマレ(参考)		8.22	9.30	12
ミズホチカラ		9.03	11.05	
モグモグあおば		9.03	10.30	
ホシアオバ		8.27	10.17	
北陸193号	6.19	9.02	10.28	
モミロマン	(普通期)	9.02	10.28	
日本晴(参考)		8.21	9.25	
ヒノヒカリ(参考)		8.26	10.09	
ニシホマレ(参考)		9.03	10.10	
モグモグあおば		9.29		
ホシアオバ	7.23	9.27		
日本晴(参考)	(晩植)	9.13		
ヒノヒカリ(参考)		9.15		

注)2009-10年の平均値、晩植栽培は飼料米用としては実用的な作期ではない

(3) 種子の確保

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、供給体制の整備に向けた検討が行われている。

また、(社)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番地 アセンド神田紺屋町ビル4階 TEL03-3251-6501)においても、協会会員もしくは県段階の指定された組織へ栽培用種子を供給している(平成23年配布品種:「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」、「モミロマン」、「ニシアオバ」、「タチアオバ」、「ミズホチカラ」、「モグモグあおば」)。また、「ミズホチカラ」の種子は、全農(福岡県本部)でも種子が生産・販売されている。

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

「みなゆたか」: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183-1 TEL 0176-23-2165

「つぶみのり」、「つぶゆたか」:公益社団法人 岩手県農産物改良種苗センター

〒023-1131 岩手県奥州市江刺区愛宕字八日市69番4 TEL 0917-35-8505

「べこごのみ」、「ふくひびき」、「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

「タカナリ」、「もちだわら」、「モミロマン」、「クサホナミ」:(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」、「クサノホシ」:(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

「ミズホチカラ」、「モグモグあおば」:(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

2 飼料用米生産における栽培管理

栽培地域にあった多収品種を選定し、食用品種の作業時期との競合を回避しつつ十分な登熟を得られる作型、作期を選択する。休眠の深い品種では、種子を加温して休眠を打破する。また、多収品種は大粒の品種が多いので、千粒重を確認し、播種量を調節する。インド型イネの性質を持つ多収品種の育苗では、温度管理を徹底する。多収を得るため、窒素施肥量を食用品種の1.6～2倍とする。また、耕畜連携により安価に入手できる場合には家畜ふん堆肥を積極的に活用する。雑草、病害虫防除にあたっては、登録のある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。出穂期以降に農薬の散布を行う場合は、原則として、玄米として家畜に給与する。粃米の給与、もしくは粃殻を含めて家畜に給与する場合は、出穂期以降の農薬散布は行わない。(詳しくは8-(2)項を参照) また、低コスト化の視点から、直播栽培の導入、圃場の団地化等を図る。収穫は、圃場で立毛乾燥してできる限り水分を低下させるとともに、異品種混入のリスクを下げるため、機械・施設の清掃を徹底する。落下種子対策を徹底する。

(1) 飼料用米生産における栽培管理のポイント

①飼料用米と食用米の違い

飼料用米生産では、粗玄米または粃米が目的となる収穫物であり、玄米中のタンパク質含量やデンプン組成、米粒の充実度やカメムシの吸汁痕等など食用米で求められる基準は適用されない。また、一般に、飼料用米の買い取り価格は食用米に比べて安価である。従って、育苗の省略や水管理、防除体系の見直し、規模拡大等によりコスト削減を徹底する。多収品種を用い、窒素肥料を増施して、粃数を確保するなど、その能力を十分に発揮させて、多収を確保することが飼料用米生産の要点である。

②飼料用米生産のコスト低減

i)多収:多収品種を用いる。現在の多収品種は、多肥により、粗玄米として800kg/10a程度を生産する能力がある。これは、一般的な食用品種の収量に比べて3～6割高く、飼料用米のkgあたりの生産費削減に大きく貢献する。

ii)栽培法の合理化:育苗を行わない直播栽培では、食用米を対象とした調査において、10a当たり生産費の1割程度、労働時間の2割程度を削減できる。乳苗栽培、疎植栽培等も、育苗コストを削減できる(2-(10)項を参照)。また、これらの栽培法は省力的であることから、規模拡大に有効であり、育苗コスト以外の経営コストの削減にもつながる。

iii)規模拡大:食用米の例であるが、規模拡大は生産費の削減に有効である。食用米と飼料用米では機械・施設が共用できるので、食用米を含めた規模拡大はコスト低減に有効である。

③飼料用米生産における栽培管理の要点

ア 作付け計画の策定

圃場条件や気象条件、収穫物の搬入先とその時期等をよく把握した上で、圃場選定、適切な作期・作型の設定、品種の選定等を行う。

i)圃場選定：多収品種の作期に応じて水を確保する必要がある。効率的な作業を可能にするため、飼料用米生産圃場はできる限り団地化する。水田輪作として、転換畑からの復元時に飼料用イネを導入することで、食用品種の倒伏や食味低下を回避するとともに、窒素施肥量を減らしつつ多収が期待できる。また後作を転換畑とすることで漏生イネの問題を回避できる。また、ダイズ等の転作団地に導入する場合は、湿害を生じる可能性を考慮して、団地化、畦畔管理、溝きりなどの対策を徹底する。直播栽培をする場合は移植栽培よりも慎重に圃場選定を行い、圃場の均平、雑草の多少、スクミリンゴガイの有無、日減水深に注意する。食用イネを直播栽培とする場合、漏生イネ対策として、飼料用イネの作付け圃場を固定することも考えられる。

ii)作期・作型の設定：多収品種には「ミズホチカラ」など登熟期間がやや長いものがあることや立毛乾燥に要する期間などを考慮し、出穂期を目安として十分な登熟条件となる作期を設定する。インド型品種では、出穂が遅れると登熟歩合が低下して著しい減収を招く場合がある。労力平準化と異品種混入防止の観点から、食用品種との作業競合が起これないことにも注意する。

イ 播種（移植栽培）

多収品種には、食用品種に比べて種子の大きなものが多い。移植栽培の場合には、食用品種と同じ設定で播種すると、苗箱の苗密度が低くなり、本田移植時に欠株が生じる原因にもなる。そのため、大粒品種を栽培する場合は、必要に応じて播種量を割り増しする必要がある(表2-1)。

また、インド型イネの性質を持つ多収品種の育苗にあたっては、浸種時の水温と浸種時間や出芽時の温度確保、育苗ハウス内の低温など、温度管理への注意を徹底する。(詳細は2-(3)項を参照)

表2-1 主な多収米品種の玄米千粒重(g)

品種名	玄米千粒重	一般食用米に対する倍率
クサユタカ	34.5	1.5~1.7
夢あおば	26.5	1.2~1.3
ホシアオバ	29.4	1.3~1.5
クサノホシ	24.3	1.1~1.2
クサホナミ	20.3	0.8~1.0
べこあおば	31.0	1.4~1.6
一般食用品種	20~23	

ウ 直播栽培

湛水直播、乾田直播ともに、食用イネやイネWCSで用いられる技術を準用できる。移植栽培と組み合わせることで、作業競合や天候不順等による減収リスクを分散できる。食用イネ栽培と同様に、条件にあった播種方式の選定、出芽・苗立ちと初期生育の安定確保、的確な雑草防除の3点が

ポイントであるが、多収を目指す飼料用米では、耐倒伏性の確保にも留意する。実際の導入に当たっては当該地域の試験研究機関や指導機関に相談する。(詳細は2-(9)、2-(10)項を参照)

エ 施肥管理

i) **多肥**: 多収品種を用いた飼料用米生産では、食用品種に比べ 1.6~2 倍量程度の窒素施肥を行い、土壌や施肥法に応じて増減する。基肥と穂肥(幼穂形成期の追肥)に加えて、分けつ期の追肥も、穂数の確保に有効であるが、極端な多肥は倒伏や病害虫リスクを高める。多収に必要な窒素施肥量のモデル的な試算例を以下に示す。玄米収量を食用米レベルの 550kg/10a から 800kg/10a に増やす場合、イネの窒素吸収量を 5kg/10a 程度増やすことが必要となる。多収品種は、同じ窒素施肥条件でも食用品種より 100kg/10a 程度多収となることが多く、窒素吸収量も 2kg/10a 程度高い。従って、多収品種では 3kg/10a 程度多く吸収されるような窒素施肥が必要となる。一般的な速効性窒素肥料の利用率は 40~50%であるので、食用品種より 6~7.5kg/10a 増肥すれば、計算上、目標収量が得られる。また、省力化や安定多収のために、肥効調節型肥料など利用率の高い施肥法も有効と考えられる。あわせて生育中盤以降の間断かんがいや中干し等の水管理も生育調節や稲体の活力維持に重要である。

ii) **家畜ふん堆肥及び家畜尿液肥の利用**: 多肥栽培では、施肥資材を化学肥料だけでまかなうとコストの上昇を招くので、家畜の排泄物をもとに製造した堆肥や液肥を耕畜連携により入手し、施用するのが得策である。これは資源循環の促進の観点からも望ましい。

堆肥を利用する場合、事前に堆肥の肥料成分含有率を調べ、化学肥料相当量(=堆肥中養分含量×肥効率÷100)を算出して、化学肥料を減らす。表2-2に、家畜ふん堆肥に用いる窒素肥効率を示した。例えば、乾物あたりの窒素含有率が2%の堆肥では窒素肥効率は30%であり、この堆肥による窒素施用量が10kgの場合、窒素化学肥料3kg相当とする。また、堆肥の窒素成分には残効があるので、連年施用すると肥効率は高くなる。実際には、肥効率は、大まかな目安ととらえて、水稻の生育等をしつかりと見ながら堆肥の肥効を判断することが必要である。特に鶏ふん資材では、窒素成分や肥効の変動が大きいので注意を要する。(詳細は2-(4)項を参照)

表2-2 堆肥の窒素肥効率

堆肥の全窒素含有率 (乾物あたり)	堆肥を連用して いない場合	堆肥を連用した 場合 ¹⁾
2%未満	20	40
2~4%未満	30	60
4%以上	50	70

¹⁾牛ふん系堆肥では5年目以降、豚ふん系堆肥では3年目以降、鶏ふん系堆肥では2年目以降。西尾道徳(2007)「堆肥・有機質肥料の基礎知識」農文協

オ 雑草および病害虫の防除

病虫害防除について、飼料に用いる多収品種にはいもち病の真性抵抗性が付与されているものが多いことから、このような病害抵抗性を最大限に利用したり、予察情報に基づいて防除を行うなど、農薬使用量を節減し、防除コストを抑えることが重要である。(詳細は2-(5)項を参照)

雑草防除については、直播栽培ではイネと雑草の生育が競合しやすく、特に乾田直播では雑草が繁茂しやすいため、適期の除草剤散布が重要である。水田が傾斜していたり、凹凸が多いと除草剤の効果にムラが出やすいので播種前の圃場の均平作業を徹底しておくことが重要である。4-HPD阻害型除草剤(ベンゾピシクロン、メソトリオン、テフリルトリオン等)により薬害が出る品種があるので注意する。(詳細は2-(6)項を参照)

防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬が使用できるが、ラベルに記載されている薬剤の使用量、使用量等、農薬使用基準を遵守する。i)出穂以降に農薬を散布する場合、粃摺りをして玄米として家畜に給与する、ii)粃米のまま、もしくは粃殻を含めて家畜に給与する場合、出穂以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i)及びii)の措置を要しない農薬については8-(2)項を参照する。

④収穫・乾燥

飼料用米の収穫作業・機械は食用米と同じであるが、多収品種では、粃とわらが多く、茎も太いためコンバインへの負荷が大きく、4条刈以上のコンバインが適する。また、食用米と同じ作業速度では収穫作業ができないこともある。このような場合、走行速度を低くすることや刈り取り条数を減らすことで対応する。飼料用米では粃をサイレージ化する場合もあるが、玄米として長期間貯蔵する場合には粃水分を15%以下とする必要がある。乾燥に必要な灯油代等の費用を節約するため、脱粒や倒伏に問題のない範囲で、立毛状態で粃水分の低下を待って収穫することが望ましい。(詳細は2-(7)項を参照)

⑤漏生イネ対策

成熟期に圃場に落下した飼料用米の種子が次年度以降に、発芽・成長して後作に混入する可能性がある。これを防ぐには、食用イネの直播栽培を避ける、転換畑として利用する、初期剤を含む除草剤体系、適時の耕起などがある。(詳細は2-(8)項を参照)

(2) 育苗技術

飼料に用いる多収品種の多くは、少なからずインド型の遺伝子を持つため、温度環境などに対して日本の食用品種と異なった反応をみせることがある。特に、「タカナリ」、「北陸 193 号」、「もちだわら」などは、インド型品種に分類される品種は、一般の日本品種に比べて低温で生育が抑制され、育苗の際に低温による発芽・出芽不良、白化・黄化苗発生、生育不足、ルートマツト形成不良等の問題を生ずることがある。このようなことがないように、通常の高収品種においても、気温が低い寒地や寒冷地、中山間地などでは以下の点に留意して育苗を行う。

①種子準備

使用する種子は、休眠の打破と高い発芽率が確認されている販売種子を必ず使用する。

休眠が充分打破された種子であっても、浸種時の水温が低く浸種時間が長すぎると、一度休眠打破されたはずの種子が再び休眠に入ることがある。これを2次休眠とよぶが、10℃以下の低温での長時間浸種は2次休眠を生じる原因となり、発芽不良や発芽の不揃いを生じる。2次休眠は日本品種でもみられる現象で、寒地や寒冷地では食用品種でも注意が必要だが、インド型イネは2次休眠を生じやすい傾向がある。このため、インド型イネの性質を持つ多収品種ではとくに浸種時の水温と浸種時間に注意し、水温 10～15℃の範囲内とし、積算水温も食用品種よりやや短めの 60～80℃とする(水温 10℃であれば 6 日間、15℃では 4 日間)。水温は浸種場所の気温に影響される。気温が低い地域では、最初に適正な水温であっても時間の経過とともに下がってしまうことがあるので注意する。

浸種は種子粒容量の 2 倍以上の十分な水量で行い、必ず水道水や井戸水などの清浄な水を使用する。浸種期間中は1日に 1 回は水を取り替えて酸素不足とならないようにする。水温がやや高い場合や水量が少なくせざるを得ない場合は取り替えの回数を増やす。

②播種～出芽まで

床土や覆土があまりに細かいと、通気性が悪く出芽の際に種子が酸素不足になりやすい。自家製育苗土を利用する際には細かくしすぎないように調製する。人工培土はこの点で心配が少ない。

低温下での出芽能力が日本品種に比べ劣ることがあるので、播種後は出芽器を用いて加温出芽させた方がよい。加温出芽の際の温度管理は昼夜とも日本品種並みの 30℃程度とする。無加温で出芽した場合は出芽揃いが悪くなったり未出芽種子が増えたりすることがある。

③育苗管理

低温にやや弱いことを考慮し、寒地や寒冷地で 4 月中に育苗する際にはハウス内での育苗が望ましい。戸外でトンネル育苗や露地育苗を行う場合は、トンネルの開け閉めや被覆資材による被覆に注意を払い、夜間の気温低下を極力避ける。

出芽直後の苗は多収品種に限らず最も低温に弱い。このため、出芽器から緑化ハウスに移す際は、

温度の急変が生じないように注意を払う必要がある。温度較差が 15℃以上になると白化苗や黄化苗が発生しやすくなるので、ハウスに移す作業は迅速に行い、ハウス内や置床面の温度も下げないようにする。出芽器の温度を 20～25℃に下げ overnight 程度あらかじめ順化させておいても良い。緑化期の温度管理は昼温が 20～25℃、夜間が 15～25℃を目安とし最低温度が 10℃以下にならないように注意する。

硬化期に入ると低温に対する耐性も徐々に強まるので、昼間 15～20℃、夜間 10～15℃程度の管理を行い少しずつ外気にならしてゆく。この期間でも最低気温が 8℃以下にならないようにする。気温が上がりにくい地域では、育苗期間を食用品種よりもやや長めにすることも、十分な苗丈やルートマットを確保する上で有効である。

緑化期以降は根の呼吸も活発になるが、この時期にかん水しすぎると床土が過湿になり根の呼吸がさまたげられマット形成が不良になる。育苗初期は午前中に 1 回、苗が大きくなった後期には 1 日 1～2 回をめやすに行う。夕刻のかん水は温度低下や夜間の呼吸をさまたげるので避ける。プール育苗での湛水開始は食用イネよりもやや遅らせて 1.5 葉期以降とする。

④育苗における失敗事例

参考に、過去にあった、低温が原因と考えられる育苗失敗事例をいくつか紹介する。

・JA 管内に複数ある育苗センターで、飼料に用いる多収品種の育苗を行ったところ、山あいの気温が比較的低い育苗センター(無加温)での生育が目立って遅れた。この JA では、過疎化等のため苗需要が減り育苗ハウスの空きが多くなった山あいの育苗センターに、この年の多収品種の育苗を割り当てていた。ハウス内育苗ではあったが、夜間などの気温低下が影響したと考えられる。次年度から平野部の育苗センターでの育苗のみにしたところ生育の遅れは解消した。

・育苗センターから出芽苗を購入したが、受け取り後に急用が生じてトラック荷台に積んだまま放置してしまった。気温が低い日であったため積み重ねた上部の苗に障害が生じた。

・農家の自家育苗で、水温の低い水道水を床土にかん水し、そのまま播種・覆土して出芽器に積み重ねて入れたところ、積み重ねた中心部分の苗箱の出芽が悪くなってしまった。積み重ねた中心部分の温度上昇が遅れたためと考えられた。出芽器に入れる際に棚差しするか、または催芽器で水温を少し上げた水や井戸水を使用するなど、かん水時の水温を上げることで問題は無くなった。

(3) 作業競合回避

①作業競合を回避する理由－食用米への混入防止と流通分離－

飼料用イネの生産においては、基本的に食用イネとの作業競合が生じないようにすることが求められる。作業を分散させることで1日に必要な労働力をできるだけ少なくすることがその大きな理由であるが、多収品種を利用した生産では、飼料用イネ品種と食用品種の種子や苗の取り違い防止、収穫・乾燥・調製時の食用米への飼料用米混入防止、飼料用米と食用米との流通分離などの意味が大きい。とりわけ多収品種を使う飼料用米は、流通分離対策が万全であっても、コンバイン収穫や乾燥・調製工程での食用米への混入が嫌われており、多くの場合、食用米収穫が終わって以降の収穫となっている。

②混入防止・流通分離・作業分散・コスト低減に同時に取り組んだ例

飼料用米と食用米の混入防止と流通分離、さらに作業分散にも取り組んだ例として、平成22年度の新潟県の例を示す。新潟県での同年の飼料用米作付面積は前年21年の約34倍、864haに増加したが、県内のあるJAでは耐倒伏性の強い早生品種「ゆきんこ舞」を飼料用米に指定し、食用米(「コシヒカリ」)収穫後の収穫、全量JA共乾施設での乾燥とすることで食用米への混入防止と流通分離を実現した。その際、「ゆきんこ舞」の倒れにくく出穂が「コシヒカリ」よりも早い特性を利用して、収穫を遅くすることによる籾水分低下、すなわち立毛乾燥の効果も同時に得られるように工夫した。多収品種利用ではないが、収穫作業分散・食用米への混入防止・流通分離を同時実現し、さらに立毛乾燥によるコスト低減に取り組んだ優れた事例と言えよう。

③食用米と飼料用イネ(飼料用米、WCS用)の合理的作付体系

食用米と飼料用イネ(飼料用米、WCS用)との両方の生産を、無理なく行うことができる各地域における合理的な作付体系が今後求められると考える。その際に重要なことは、まずなんと言っても食用米の生産を中心とすることであり、この作付時期が基本となる。その上で、利用可能な飼料用イネの品種と作期を選択することになるが、このためには各飼料用多収品種の作期による出穂期、黄熟期、成熟期等のデータ整備が必須となる。その一例として、北陸地域での検討事例を紹介する。

北陸地域では高温登熟回避のため食用米の移植時期を遅らせる傾向にあり、この試みが定着した富山県から新潟県南部の上越地方にかけての平坦地では、標準的な田植時期が春の連休から5月中旬へと移動した。これにより、かつて田植最盛期であった4月末～5月上旬の連休期間が多くのところまで空くようになった。そこで、この期間に多収品種を移植することで春作業の競合を回避し、同時に食用米との収穫期の競合を避ける品種の選択を検討した。

図2-1には、その結果の一部として、食用米の移植時期を標準移植時期の5月15日に行い、飼料用イネを5月1日に早植える場合の収穫競合を示した。この図で、食用品種の収穫は早生の「ハナエチゼン」から中生の「コシヒカリ」まで、およそ8月20日過ぎから9月20日ごろまでとなる。したがって、

飼料用イネの収穫は最低限この期間を避ける必要がある。そこで、4 種類の多収品種の作期試験結果から得られた早植えの際の籾収穫期を食用米と比較したところ、早生品種の「夢あおば」の籾収穫は食用米収穫と競合することがわかった。飼料用米は刈り遅れにより同割米等が発生しても全く問題がないので、食用米よりも籾収穫期間を長く見積もれるが(この図では+10 日間に設定)、こうした収穫期間延長措置を行っても早植え「夢あおば」の競合は解消しないことがわかる。一方、晩生品種の「ホシアオバ」は、籾収穫期を延長させれば競合せず、極晩生品種の「北陸 193 号」では食用品種との収穫競合はほとんど生じないことが理解できる。以上のことから、飼料用米として「ホシアオバ」や「北陸 193 号」を早植えすることが可能で、前者では収穫を遅らせる立毛乾燥を行えば食用米との収穫競合はないことがわかる。また、「夢あおば」の早植えは飼料用米としての利用は避けるべきであるが、黄熟期以前に刈り取りする WCS としての利用であれば問題がないこと、逆に「ホシアオバ」と「北陸 193 号」の WCS 収穫は食用米収穫と競合することが理解できる。なお、WCS 用品種の「リーフスター」の WCS 収穫はまったく競合しない。

以上のような食用米の作期を基本とした食用米と飼料用イネとの合理的な作付体系について、各地域で検討し整備してゆく必要がある。

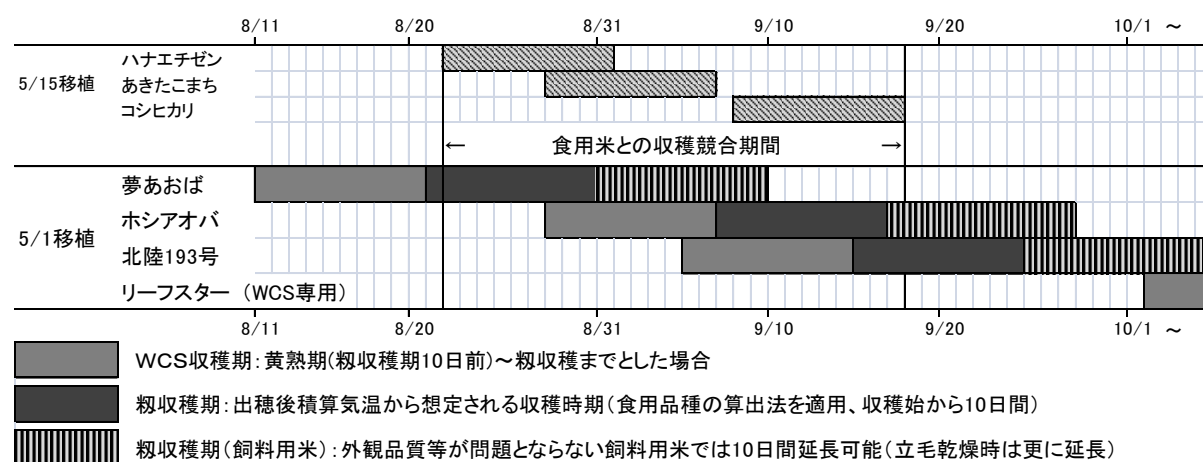


図 2 - 1 早植え飼料用イネ品種と標準植え食用米の収穫競合

(4) 堆肥、液肥の活用

①畜種別の堆肥の基本的な性質及び使い方

家畜ふん堆肥を施用する場合には、食用品種では例えば牛ふん堆肥を1～1.5t/10a程度に抑えるが、多収品種ではこれよりも増やせる。飼料用米でも副産物の稲わらの収集を行うと、地上部を全て系外に搬出してしまうので、WCS(ホールクロップサイレージ)用品種と同様に土壤肥沃度維持のためにも、地力の低い水田では牛ふん堆肥で2t/10a程度の施用が必要である。家畜ふん堆肥には様々な種類があるので、畜種や副資材の種類、堆積法、熟成期間などその特性を十分に把握した上で施用することが大切である。

ア 家畜ふん堆肥の成分特性

牛ふん堆肥の窒素、リン酸、カリ濃度は乾物あたり2%程度で、豚ふん堆肥や鶏ふん堆肥に比べて肥料成分は少ない(表2-3)。豚ふん堆肥の肥料成分は乾物あたり窒素2%、リン酸6%、カリ3%程度で、牛ふん堆肥と鶏ふん堆肥の間である。鶏ふん堆肥の肥料成分は乾物あたり窒素3%、リン酸7%、カリ4%程度で、家畜ふん堆肥の中では最も多く、石灰も多い。

表2-3 家畜ふん堆肥のpH、EC及び各成分含量(家畜ふん堆肥利用マニュアル2002)

畜種	水分 %	pH	EC	T-N %	T-C %	P ₂ O ₅	K ₂ O %	CaO %	MgO %	C/N %
牛ふん	54.8	8.4	4.7	1.9	35.3	2.3	2.4	3.0	1.0	18.9
豚ふん	40.2	8.4	6.4	3.0	32.8	5.8	2.6	5.2	1.8	11.0
鶏ふん	25.1	8.5	8.3	3.2	28.7	6.5	3.5	14.3	2.1	9.6

イ 家畜ふん堆肥の施用量

堆肥に含まれる窒素の肥効率は10～60%と資材によりばらつきがあり、家畜ふん堆肥を施用するときは窒素施用量に配慮する必要がある(表2-4)。重窒素を用いて推定した堆肥中窒素の水稻に対する利用率は、牛ふん堆肥で2～6%と低く、単年度の単独施用では飼料用稲の高収量を得ることは困難であるが、豚ふん堆肥は窒素利用率が18%と牛ふん堆肥に比べ高く、単年度の単独施用でも高収量を得ることができる。高度な分析機器を必要とせず2日以内に家畜ふん堆肥の施用当作用中の窒素肥効を迅速に評価する分析法がマニュアル化されており、生産現場での施肥作業に迅速に対応することが可能である。一方、リン酸の肥効率は80%、カリは90%であり、窒素を基準に家畜ふん堆肥を連用すると、土壤中のリン酸やカリが過剰になりやすいので注意が必要である。また、カリウムは、わらの含有量が多いため、稲わらを連年利用する(圃場から搬出する)場合には、土壤中カリの減耗が顕著になることが示されている。このため、圃場の管理条件に応じて、過剰及び欠乏について、適宜、土壤診断を実施することが望ましい。なお、鶏ふん堆肥では、肥効率による施肥設計をしても初

期の生育では葉色が淡く経過したり、また、生育中盤以降に肥効が残って追肥量や追肥時期の判断が難しくなる場合がある。これは、鶏ふん堆肥の場合、窒素含量や窒素肥効の変動が大きいことや、畑条件に比べ微生物活性の低い水田条件では尿酸分解の遅延など、肥効の見極めが難しいためと考えられる。鶏ふん堆肥では、堆肥化の過程で有機物の分解が進むほど施用後の窒素肥効は小さくなるので、堆肥化の日数や季節も窒素肥効に影響する。従って、鶏ふん堆肥を基肥として利用する場合には、資材の肥効率の判断を慎重に行うことや鶏ふん堆肥による窒素代替率を大きくとらない、などの注意が必要となる。

表2-4 千葉県における家畜ふん堆肥の肥効率の目安（牛尾ら 2004）

	堆肥の全窒素含有率 (乾物あたり)	肥効率(%)		
		窒素	リン酸	カリ
牛ふん堆肥	2%未満	10	80	90
豚ふん堆肥	2~4%未満	50	80	90
	4%以上	60	80	90
鶏ふん堆肥	2%未満	10	80	90
	2~4%未満	30	80	90
	4%以上	40	80	90

飼料用米の施肥を考える場合には、できる限り、リン酸、カリについては堆肥から供給し、窒素のみを与えることが、資源循環と低コスト生産の立場から重要と思われる。また、堆肥施用には土壤肥沃度を維持、増進する効果があるが、土壤の有機物分解は低温よりも中高温で分解が進む。従って、暖地・温暖地は寒地・寒冷地よりも堆肥の施用量が少なくないと土壤肥沃度の維持は難しい。熊本県の食用米における堆肥施用基準量は、牛ふん堆肥1~1.5t/10a、豚ふん堆肥0.3~0.5t/10a、鶏ふん堆肥0.1~0.2t/10aとなっており、飼料用米ではこれ以上の施用が可能である。

堆肥施用量は最も重要な栄養素の窒素について堆肥由来の必要量を以下の考え方で決定する。

【堆肥施用量(t/10a)】

$$= \text{【必要窒素量(kg/10a)】} \times \text{【代替率(\%)^{注1)注2)}$$

注1) 必要窒素施用量の何%を家畜ふん堆肥中窒素で置き換えるかの指数である。一般的に、代替率は牛ふん堆肥で30%、豚ふん堆肥及び鶏ふん堆肥で70%とされている(家畜ふん堆肥利用マニュアル2002)。

注2) 化学肥料窒素の肥効を100とした場合の、家畜ふん堆肥中窒素の肥料的効果の指数であり、

肥効率 = 堆肥養分の利用率 ÷ 化学肥料養分の利用率 × 100で、千葉県の例を表2-17に示した。

堆肥施用による化成肥料の減肥程度については、10a当たり2tの豚ふん堆肥や牛糞堆肥の施用により、40-50%化成肥料を減肥しても減肥しない条件と同等の収量が得られている(図2-2)。

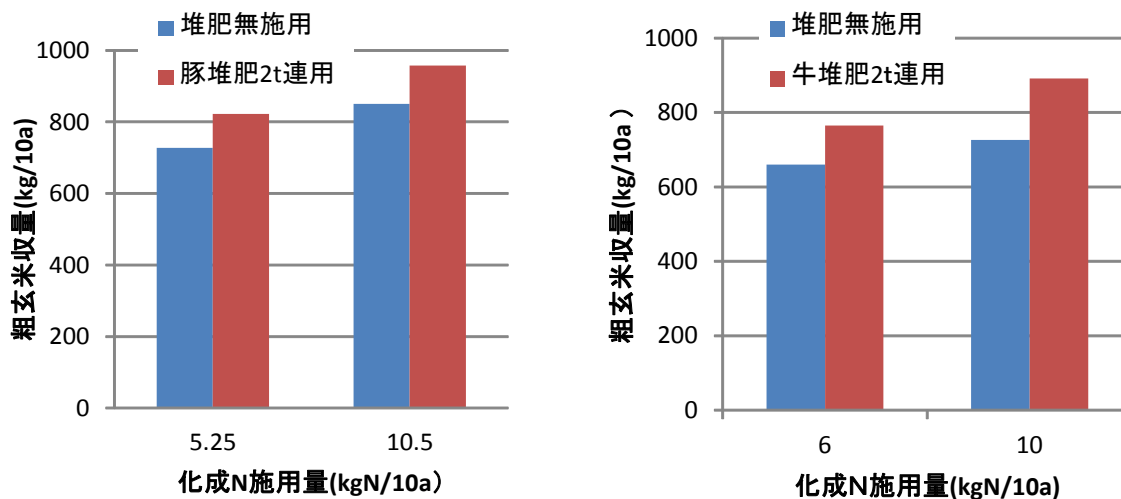


図2-2 堆肥利用と収量との関係

(左: 北海道農業研究センター、品種たちじょうぶ、右: 中央農業総合研究センター、品種北陸193号)

ウ 施用時期

現在、家畜ふんと木質資材(オガクズや樹皮)を混合した堆肥が広く一般的に流通している。これらの木質資材は分解しにくく、フェノール類、タンニン等の生育阻害物質を含んでおり、これらを未熟な状態で施用すると窒素の取り込みによる窒素飢餓や急激な分解によって発生する有害ガス・有機酸による障害が発生する可能性がある。この対策の一つとして作付けの2週間から1ヶ月前に施用すると良い。熊本県の水稲栽培の例では、木質混合の牛ふん堆肥は植付け1カ月前、普通の家畜ふん堆肥は12~3月の間に施用することが良いとされている。一方、木質資材を含まない一次発酵を経た中熟堆肥や完熟堆肥であれば、飼料用イネによる堆肥中窒素利用率は施用から代かきまでの期間が短いほど高くなり、直前施用により堆肥の窒素成分の肥効が高まる(図2-3)。特に、高温となる一次発酵は病虫害や雑草の蔓延防止に必須であり、一次発酵を行った堆肥を利用すべきである。また、未熟堆肥の使用は、メタン発生量を増加させ、窒素やリンの水田系外への流出も増えることなど、環境保全の視点からも避けるべきである。

エ 堆肥の連用効果

堆肥の連用効果は、堆肥の種類によって異なる。岡山県の事例では、堆肥Aが籾殻牛ふん堆肥(全窒素が現物で0.9%、C/N比19、水分49%、無機態窒素84mg/100g)で、施用後から無機化が進み、4t/10a施用すると初年目の栽培期間中に約3kg/10aの窒素が供給される。連用2年目の窒素供給量は1年目とほぼ同程度であるが、3年目から増加する(図2-4)。堆肥Bは、おが屑牛ふん堆肥(全窒素が現物で0.5%、C/N比25、水分69%、無機態窒素647mg/100g)で無機態窒素量が多く、4t/10a施用の連用1年目の肥効は高いが、2~4年目には窒素供給量の増加は認められない。このように、堆肥Aは3年目から連用効果が発現するのに対して、堆肥Bは施用当年の肥効は大きい、副資材のおが屑が分解されにくいので、連用効果の発現は遅くなる。

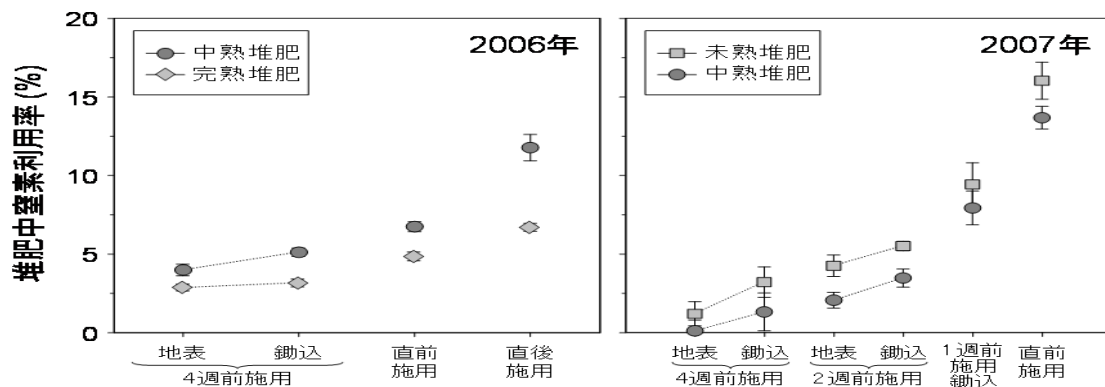


図2-3 飼料用イネの堆肥中窒素利用率

縦軸は堆肥中窒素利用率(%)で、吸収窒素量について堆肥無施用区の値を差し引き、堆肥による窒素施用量(50kg/10a)で割った値。

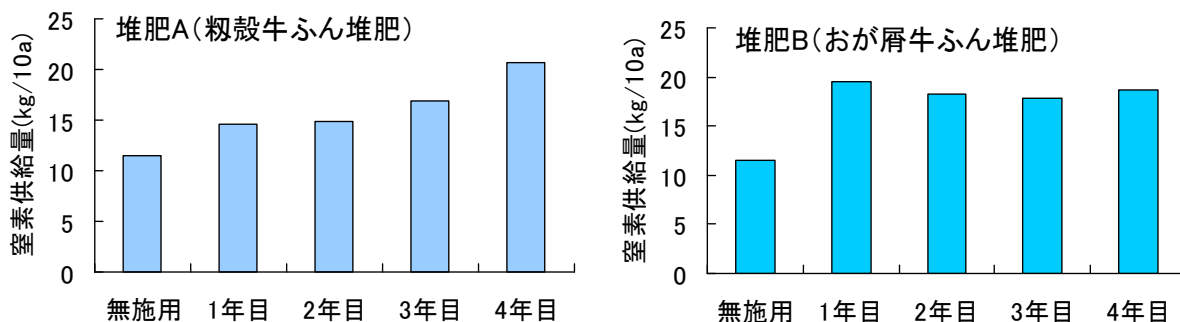


図2-4 飼料用イネの栽培期間中に堆肥と土壌から供給される窒素量の変化

(岡山県農業総合センター農業試験場) 堆肥施用量:4t/10a/年

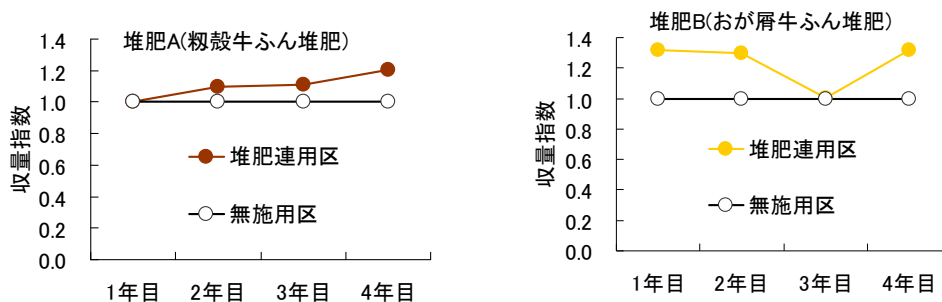


図2-5 堆肥を連用した多収品種「クサホナミ」の稲WCS収量指数の変化

飼料用イネ(WCS)の収量は、堆肥A(粃殻牛ふん堆肥)の場合、連用2年目から無施用の場合と比べて多くなる。堆肥B(おが屑牛ふん堆肥)を連用した場合は、無施用より多く推移するが、連用4年目

までは連用年数に伴う明らかな増加は認められない(図2-5)。また、家畜ふん堆肥を長期連用することにより、無化学肥料でも一定の収量水準を確保できる。東北での事例では、家畜ふん堆肥3.6t/10aを30年以上連用した圃場において、大豆後作では無化学肥料で飼料用米「べこあおば」を粗玄米収量で800kg/10a、窒素12kg/10aの減肥区で930kg/10a以上の収量を得ている(図2-6)。

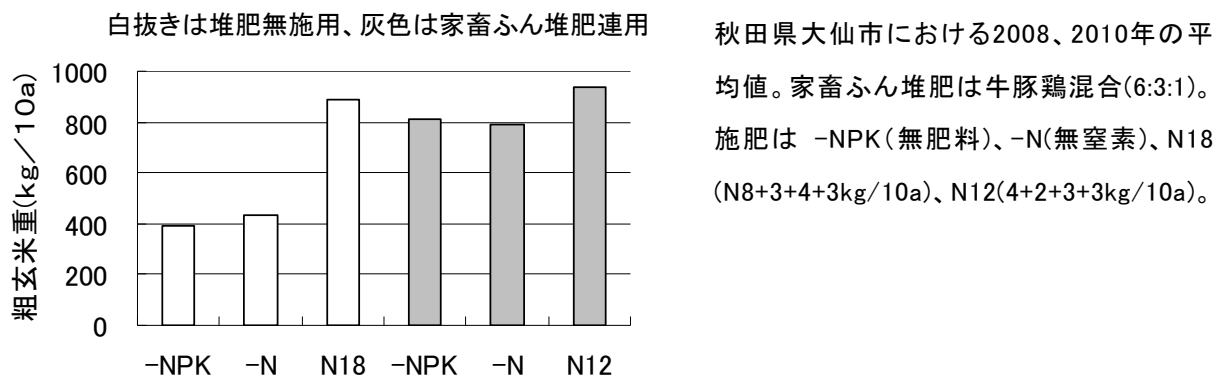


図2-6 家畜ふん堆肥を長期連用した圃場における多収品種「べこあおば」の粗玄米収量

オ 堆肥の連用と施肥設計

堆肥の連用によって地力が高まり、土壌から供給される窒素量が増加するので、堆肥を連用すると、茨城県(2009)の事例では表2-5のように牛ふん堆肥の連用年数に対応して化学肥料由来の基肥施肥窒素量を削減でき、リン酸やカリについても削減できると考えられる。

表2-5 牛ふん堆肥の連用年数と窒素肥効率及び基肥施肥窒素量の決め方(茨城県2009)

	基肥診断	連用1年目	連用2年目	連用3年目	連用4年目	連用5年目	連用6年目以降
堆肥の窒素肥効率(%)		14	21	25	27	28	30
堆肥由来窒素量(kg/10a)		0.70	1.05	1.25	1.35	1.40	1.50
化学肥料由来窒素量(kg/10a)	4.00	3.30	2.95	2.75	2.65	2.60	2.50

注)牛ふん堆肥の窒素濃度は原物で1.0%、施用量は1t/年、堆肥由来窒素量は基肥に堆肥由来窒素の1/2を当てるため(代替率50%)、堆肥窒素濃度×肥効率×1/2となる。

これに関連して、岡山県農業総合センター農業試験場では、地力に対応した耕畜連携施肥設計ソフトを開発している。これは堆肥の肥料的効果と連用効果を考慮した施肥設計を行うもので、堆肥施用量や窒素含量、連用年数などの情報と、慣行の施肥量を入力することで、必要な化学肥料の施用量を計算できる。このソフトでは、堆肥、土壌及び化学肥料由来の窒素供給量の経時変化が、慣行施肥体系の窒素供給量の経時変化と同様になるように、化学肥料の施用量が計算され、化学肥料には被覆肥料等の緩効性肥料を使うことで、追肥にかかる労力を軽減できる。なお、類似のソフトないし堆肥活用支援ツールが各地域で開発されている。

カ 新たな方式で処理された豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥の利用

飼料用米が利用される豚、鶏類の生産現場では、窒素肥効を高く維持した高窒素豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥の処理技術が開発されている。岐阜県では、養豚業の堆肥化処理において密閉縦型発酵装置の利用が主体となっており、この堆肥製造過程においてアンモニアを除去、回収する装置「アン

「アンモニアサイクラー」で得られる硫酸溶液を用いて、豚ふん堆肥をペレット化する技術を開発している。この豚ふん堆肥は、堆肥だけのときに比べて全窒素が約1.6倍、有効な窒素が約3.5倍に高くなり、窒素肥料として活用することができる。また、三重県では、鶏ふん堆肥の窒素肥効に大きく関与する尿酸態窒素の減少量を最小限に制御する密閉縦型発酵装置を利用した堆肥製造技術を開発している。この高窒素鶏ふん堆肥は、平均窒素濃度6%、有効化率60%で成分、肥効が安定しており、一般の肥料と同様な使い方ができる。これらの高窒素堆肥は広域流通に適しており、消費地と離れた飼料用米生産地帯での利用促進が期待できる。

(参考)

- 1) 農研機構・畜産草地研究所 (2009) 飼料米の生産技術・豚への給与技術
- 2) 畜産環境整備機構・農林水産技術情報協会 (2002) 家畜ふん堆肥利用マニュアル
- 3) (独)農研機構・中央農業総合研究センター (2010) 家畜ふん堆肥の肥料成分・窒素肥効評価マニュアル (<http://taihi.dc.affrc.go.jp/>)
- 4) 中谷洋・市川明・伊藤裕和 (2002) 鶏ふん堆肥の窒素肥効特性に対する処理日数及び季節の影響 愛知農総試研報34, 239-243
- 5) 牛尾進吾・吉村直美・斉藤研二・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「家畜ふん堆肥利用促進ナビゲーションシステム」日本土壤肥料学会誌75, 99-102
- 6) 西田瑞彦・土屋一成 (2002) 飼料イネ栽培における各種有機物資材の窒素肥効 九州沖縄農業研究成果情報
- 7) 原嘉隆・土屋一成・中野恵子 (2009) 飼料用水稲栽培での牛糞堆肥の窒素肥料的効果における堆肥の腐熟度と施用時期の影響 日本土壤肥料学会誌80, 241-249
- 8) 関矢博幸・加藤直人・西田瑞彦・金田吉弘・服部浩之 (2007) 飼料イネ栽培における未熟な家畜ふん堆肥の多投は環境への負荷を増加させる 東北農業研究成果情報
- 9) 茨城県 (2009) 水田における牛ふん堆肥連用時の水稻施肥診断法 茨城県農業総合センター農業研究所NEWS, No.257, 2-3
- 10) 加藤誠二 (2012) 家畜ふん堆肥を活用した新たな地域ブランド技術の創出 7 アンモニアサイクラーによる高窒素豚ふんペレット堆肥の製造 日本土壤肥料学会誌83, 341-342
- 11) 村上圭一 (2011) 家畜ふん尿の新処理・利用技術と課題 5. 鶏ふん「肥料」の開発と利用 日本土壤肥料学会誌82, 76-81

②牛・豚などの尿液肥の利用

牛や豚などの家畜尿由来の尿液肥は、化成肥料を代替して施用することにより、飼料米栽培における肥料コストを低減できる。また、尿液肥は水口流入施肥ができるので施肥の省力化も期待できる。

家畜尿は曝気処理により臭気と粘性を低減でき、尿液肥として利用しやすくなる。尿液肥は窒素成分中のアンモニア態窒素の割合が高く、通常の化成肥料と同様に速効性の窒素として利用する。尿液肥の施用量を決めるためには尿液肥中のアンモニア態窒素濃度を測定する必要があり、ECメーターによるEC測定値から尿液肥中のアンモニア態窒素濃度を簡易に推定できる(小柳1998)。山形県で用いられているEC値による畜尿中窒素成分の推定式を以下に示す(中川2008、新野ら2009)。

$$\text{牛尿中 } \text{NH}_4\text{-N}(\%) = \text{EC補正值} \times 0.018 - 0.240 \quad (\text{EC補正值} = \text{EC} \times \text{pH} / 8.7)$$

$$\text{豚尿中 } \text{NH}_4\text{-N}(\%) = \text{EC値} \times 0.016 - 0.04$$

尿液肥を基肥として施用する場合は、耕起、荒代かきの後、田面が隠れるほど水を入れた状態から

尿液肥を用水とともにゆっくり流し込み、水深が約5cmになるまで押水し、3日程度置いて肥料成分が拡散・土壌浸透するのを待ってから本代かきを行う。追肥を行う場合は、いったん落水してから用水とともに尿液肥を投入する。表2-6に山形県庄内における豚尿液肥による飼料用米栽培事例(新野ら2009)を示す。液肥栽培体系でも慣行の化成肥料利用体系と同等の収量が得られる。山形県の1ha規模の大区画圃場における豚尿液肥を用いた追肥でも、ひたひた程度の田面水状態からの流入施肥により概ね良好な拡散と慣行と同等の収量が得られ、高い実用性が示されている(横山2010)。

尿液肥で水口施用する場合、施肥ムラ防止のためには圃場の均平が重要である。また、湛水深4cm以上の確保が必要で、6~7時間で8cm以上の湛水深を確保できて日減水深が2cm以下の圃場条件が望ましい。圃場水口に大型ポリタンクを設置し、バキュームカーで運搬した尿液肥を貯留して施用するようにすると効率的である。なお、尿液肥利用にあたっては、住宅地近傍の農地を避ける、農業系外への流出を防ぐなどの周辺環境への十分な配慮が必要である。

豚尿液肥の利用の詳細については山形県庄内の取り組み事例(中場ら、2009)を、また、牛尿液肥の利用については群馬県における乳牛曝気尿液肥を利用した飼料用イネ栽培技術を参考にされたい(横澤、2013)。

表2-6 山形県庄内における液肥による飼料用米への取り組み(新野ら、2009)

栽培年	品種	窒素換算施肥量 (Nkg/10a)			計	粗玄米収量 (kg/10a)
		5月上旬	6月中旬	7月中旬		
平成18年	ふくひびき	液肥8	液肥2、化成1	液肥1	12	658
	ふくひびき	液肥3	液肥2	液肥2	12	618
	ふくひびき	液肥8	液肥2	液肥2	12	660
平成19年	べこあおば	液肥8、化成2	液肥2	—	12	675
	ふくひびき	液肥10	液肥2	液肥3	15	650
	ふくひびき	液肥5、化成5	液肥2	液肥3	14	600
	ふくひびき (慣行肥料)	化成8	—	化成4	12	603

注：山形県遊佐町における取り組み事例。液肥は豚尿曝気液肥を施用。栽培方法は移植。
新野ら(2009)の表の一部を抜粋。

尿液肥等を利用できない場合の省力追肥法として、窒素単肥の水口流入施肥法がある。図2-7のように硫酸を透水性を抑制した袋(コンバイン収穫用籾袋(ポリプロピレン製)を3重)に充填し、メッシュコンテナに入れ水口に設置し、袋の底部のみを用水に浸けて徐々に肥料を溶解させて入水する方

法により、簡便かつ均一性の高い流入施肥ができる(関矢ら2009)。



図2-7 籾袋法による流入施肥法

＜作業手順＞ ①コンバイン収穫用籾袋(ポリプロピレン製)を3重にして粒状硫安を投入する。②メッシュコンテナに入れ水口に配置する。下にブロックを敷くと安定する。③水口、コンテナ周りを波板で囲み、用水が混ざるように流路(幅30cm、2m程度)を作る。④落水状態から流入施肥を開始し、用水が流れている状態でコンテナの水深を7cm程度に調整(底に板を挟む等)。⑤溶解具合に応じ深さを調整する。

(参考)

- 1) 小柳渉(1998) 貯留牛尿の成分と簡易測定法 新潟畜試セ研報12, 49-51
- 2) 中川文彦(2009)家畜尿を利用した水稻栽培 平成10年度山形県立農業試験場試験研究成果 57-58
- 3) 中場理恵子・新野崇(2009)飼料用米栽培の基本と多収・省力技術 飼料用米の栽培・利用～山形庄内の取り組みから～ 創森社 11-43
- 4) 横山克至・佐藤久美・中場理恵子・三浦信利・中場勝・水戸部昌樹(2010)大区画圃場における水稻穂肥としての豚尿液肥流し込み施用の現地実証 東北農業研究, 63,27-28
- 5) 横澤将美(2013)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> 20-23
- 6) 関矢博幸ら(2009) 飼料用イネ向けの簡易な硫安の流入施肥技術 東北農業研究62,35-36

(5) 病虫害防除

飼料用イネ栽培の病虫害防除では、極力薬剤散布をしない防除が望ましい。そのため、病害抵抗性品種や耐虫性品種の活用を第一とするが、病害では病原菌レースの変異、虫害ではバイオタイプの変動などに注意する必要がある。耕種的防除においては、病虫害の発生好適条件を十分に理解し、発生を助長する栽培法を避ける。薬剤を使用する場合、要防除水準が害虫防除で多く設定されており、病害でも紋枯病などで要防除水準が定められている。各病虫害の要防除水準を基に、発生予察を参考にして、効果的な時期に的確に防除する。

薬剤施用においては、ラベルに記載されている薬剤の使用量等農薬使用基準を遵守することが不可欠である。詳しくは8-(2)項「飼料用米生産における農薬使用」を参照する。なお、平成25年7月1日付で「飼料として使用する粳米への農薬使用について」の一部改正(25消安第1579号、25生畜第490号)が行われている。

①種子伝染性病虫害および育苗期病虫害並びにそれらの防除

いもち病、ばか苗病、ごま葉枯病、もみ枯細菌病、苗立枯細菌病、褐条病などは種子伝染性の病害で、イネシンガレセンチュウは種籾中で越冬することから、種子消毒を的確に行うことは効果的な病虫害防除を行うことになる。農薬を用いた種子消毒では、薬剤耐性菌に注意が必要である。薬剤耐性菌が報告されている地域では、耐性が報告されている薬剤と作用機作の異なる薬剤を施用する。各地域における薬剤耐性菌などの情報は、都道府県の病虫害防除所に問い合わせる。近年増加している温湯浸漬法では、いもち病・ばか苗病・苗立枯細菌病・イネシンガレセンチュウなどが防除できる。しかし、品種や種子の状態や浸漬温度などについて注意が必要であるので、実施にあたっては、各都道府県の病虫害防除所・普及所などに相談する。

育苗期の病虫害としては、ツマグロヨコバイ、ヒメトビウンカ、ムレ苗、糸状菌類による土壌伝染性の苗立枯病(ピシウム菌、リゾープス菌、トリコデルマ菌、フザリウム菌)などがあり、土壌混和剤・灌注剤・箱施用剤などで防除する。ムレ苗は低温と病原菌とにより発病することから、極端な低温とならないように注意する。また、プール育苗は細菌性病害などの発生を抑制するが、温度管理などが不適切であると細菌による立枯病の発生が助長されるので注意する。

②本田における主要病害の発生生態と防除法

ア いもち病

i) 発生生態:北海道から沖縄県まで発生する。低温、日照不足、多雨などが発病を促進することから、冷害年に多発生して大きな被害をもたらす。全生育ステージで発生する。病斑上に孢子を形成し、風で飛散し、次の感染・発病をひきおこす。葉いもちに罹ると、紡錘形病斑が形成され、葉が萎縮し、ひどい場合は枯死する。穂いもちは、穂首、ミゴ、枝梗、籾等が褐変し、養分吸収阻害により著しい稔実不良となる。第一次伝染源は、乾燥状態で越冬した罹病種子や被害ワラなどである。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し、抵抗性品種を侵すレースが出現してくる場合がある。

表 2-7 いもち病の発生しやすい条件と対策（山口 1987 を改変）

項目	発生しやすい条件	対策
施肥	① 窒素肥料の過剰施用 ② 基肥重点	① 適正な施肥量 ② 分肥重点
堆厩肥	多量施用 (2t/10a以上)	① 適量施用 ② 珪カル施用
稲わら	低温地帯での施用	① 秋耕時に施用 ② 珪カル施用
苗の種類	稚苗 > 中苗 > 成苗の順に 葉いもちが発生しやすい	常発地では中苗・成苗
移植期	遅いほど葉いもちが発生し やすい	適期移植
移植密度	密植	適正な密度
土性	泥炭土・火山灰土・腐植過 多水田・老朽化水田	① 客土 ② 排水良化 ③ 土壤改良資材の投入
耕深	浅耕は葉いもち多発 深耕は穂いもち多発	適正な耕深
落水	早期落水は穂いもちが発生 しやすい	適期落水

ii) 防除: 多収品種は、本邦のいもち病菌主要レースに感染しない真性抵抗性遺伝子を有しており (表1-2)、発病しない場合が多い。しかし、いもち病菌のレースが変異し罹病化した場合、大きな被害を受けることがある。圃場抵抗性品種の使用は薬剤散布2~3回分の防除効果がある。

本病発生の誘発因子は表2-7のとおりである。施肥では、基肥を抑制し、追肥を数回に分けて施用する。ケイ酸資材の施用も効果がある。過度の中干しも避ける。伝染源対策は非常に重要である。苗での感染に注意して「持ち込みいもち」を防ぎ、伝染源になりやすい補植用苗は早期に取り除く。化学薬剤による防除は、発生予察を参考に適期に的確に実施する。現在、各都道府県の病虫害防除所ではコンピュータを活用した高精度な発生予察を行っているので、それらの情報を活用して適期に防除する。

イ 紋枯病

i) 発生生態: 高温多湿条件下で多発生することから、西南暖地を中心に全国で発生が認められる。短稈、多分げつ、多収品種を利用した密植栽培や多肥栽培条件で多発生する。罹病すると、葉鞘・葉身に紋様病斑が形成され、ひどい場合には株全体が枯死する。第一次伝染源は、前年に形成された菌核である (図2-8)。菌核は、被害イネ株や畦畔雑草に形成され、刈り株内、田面や土中で越冬し、代かき時に水面上に浮遊し、イネの水際葉鞘に漂着する。菌核が発芽した後 22℃以上になると新鮮菌糸がイネ体表面にまん延して、主に葉鞘の裏面からイネ組織に侵入する。分けつ盛期~穂ばらみ期までは、隣接茎、隣接株に病斑を形成する水平進展が進み、出穂期頃になると、上位葉鞘に病斑を形成する垂直進展が進む。茎間、株間の接触伝染も行われる。その後、菌核・子実層が形成される。

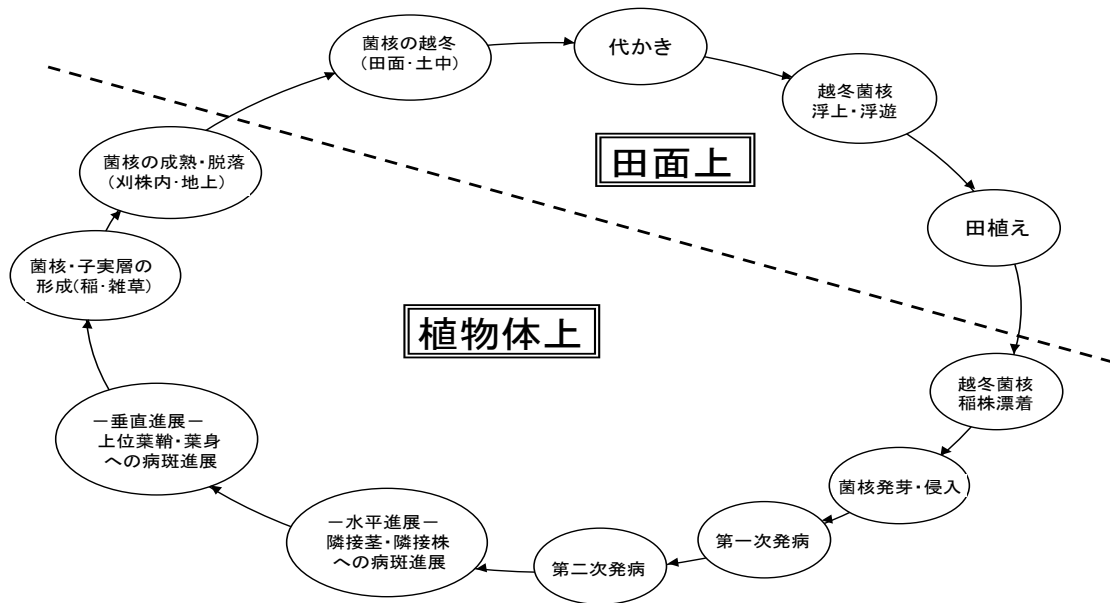


図 2 - 8 イネ紋枯病の伝染環 (堀 1991 原図を改変)

表 2 - 8 食用品種におけるイネ紋枯病の要防除水準と防除時期の代表例 (JPP-NET 原表を改変)

都道府県	調査時期	調査方法	要防除水準	防除時期	備考
北海道	7月末～8月上旬	見取り調査	病茎率10%以上	即時	
秋田県	穂ばらみ期～出穂期	5列×5株=25株を調査し、発病株率を算出	発病株率15%以上	出穂直前～出穂期	
岩手県	穂ばらみ期～出穂期	畦畔際から5～6歩入り、そこから中央に向かって25株見取り調査する	早生種: 15%・晩生種20%	出穂期	
宮城県	穂ばらみ期		早生・中生種で発病株率15%以上・晩生種で20%以上	穂ばらみ期～出穂期(多発が見込まれる場合、穂揃期にも防除する)	
山形県	穂ばらみ後期 出穂期	水田中央部の見取り調査、1筆あたり5条おきに20株、計100株調査	はえぬき: 発病株率10%以上・ササニシキ: 発病株率7%以上 はえぬき: 発病株率15%以上・ササニシキ: 発病株率10%以上	即時	
岐阜県	穂ばらみ期(普通植栽培)	見取り調査、任意の25株について発病状況を調査	穂ばらみ期発病株率20%以上(普通植栽培)	出穂直前または穂揃い期	
新潟県	7月10日頃 7月20日頃 7月末～8月初旬	1地域20圃場、1圃場100株の発病株率	平均発病株率8%以上: 2回散布・平均発病株率8%以下: 7月20日頃の調査実施 平均発病株率10%以上: 1回散布・平均発病株率10%以下: 7月末～8月初旬の調査実施 平均発病株率20%以上: 1回散布・平均発病株率20%以下: 防除不	穂ばらみ期・穂揃い期 出穂期直前～出穂期 出穂期～穂揃い期	圃場単位の防除要否判断にも活用できる
岡山県	出穂10日前および20日前	1圃場あたり任意の50株×2ヶ所について発病株率を調査	【普通栽培】(1)出穂20日前の発病株率: 30%以上(2)出穂10日前の発病株率: 40%以上 【早植栽培】(1)出穂20日前の発病株率: 5～10%以上(2)出穂10日前の発病株率: 10～15%以上	即時	
佐賀県	出穂期 出穂14～7日前	見取り調査	発病株率が10%を超え、上位葉への進展が予想される場合 発病株率が10%を超え、上位葉への進展が予想される場合 発病株率が認められる場合	出穂期～出穂14日後 出穂14～7日前	箱剤剤施用の場合 箱剤剤無施用の場合
大分県	乳熟期 8月中旬(盆前)	見取り調査	発病株率50%以上で残暑が厳しいと予想される場合 病斑確認	即時 盆前	最低1回散布
鹿児島県	8月上旬(幼穂形成期初期) 穂揃い期～乳熟期	葉鞘部病斑、見取り調査	発病株率20%以上 発病株率40%以上	即時	普通期水稻

(平成24年度調べ)

Copyright© JPP-NET

ii) 防除: 現在、本病に対する抵抗性の栽培品種はない。晩生種は早生種より発病が少ないといわれているが、これは出穂後の温度低下による発病の回避現象である。耕種的防除法としては、代かき後の水面上の稲ワラや株などの除去や疎植栽培あるいは乾田直播などが効果的である。また、稲を過繁茂にする過剰な窒素施用や遅めの追肥はおこなわない。播種量を少なくし株当たり本数を少なくすることも効果的である。本病は発生がある程度認められてからでも薬剤防除が可能であることから、食用品種においては、本病の要防除水準が、種々提案されている(表2-8)。道府県毎の要防除水準を参考に、薬剤散布適期前までに、被害程度を予測し、薬剤防除の要否を決定する。防除が必要な場合には、散布回数や効果的な時期を決定する。

ウ 稲こうじ病

i) 発生生態: 籾に暗緑色の菌塊が着生する病害で、病原菌は細胞分裂を阻害するマイコキシン様物質を分泌する。高冷地や盆地などで発生しやすく、出穂 14 日～10 日前、多雨・低温の場合に多発する傾向がある。菌核・厚膜胞子で越冬し、穂ばらみ期に分生胞子で感染する(図2-9)。

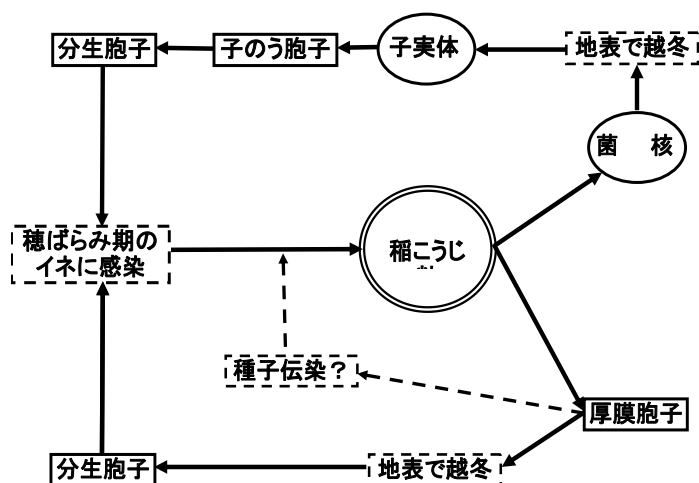


図 2-9 稲こうじ病の伝染環(園田 1996 原図を改変)

ii) 防除: 本病は外国稲や外国稲交配品種が発病しやすく、全く感染しない抵抗性品種はない。出穂期の遅い品種に発生しやすいが、同じ品種でも出穂期が遅くなった場合に多く発生する。多発する圃場では窒素肥料の多施用を避け、生育後期の追肥も行わない。前年多発生した圃場では必ず薬剤防除する。現在、収穫後に、稲こうじ粒を選別除去可能な機械も市販されている。

エ ばか苗病

i) 発生生態: 育苗時や本田で葉鞘や節間が伸び徒長して黄化する病害で、枯死株上に形成された分生胞子が雨滴とともに飛散し、籾感染する。本病が発生した場合、他の食用品種栽培圃場—特に採種栽培圃場に近い場合には問題となるため、発生には注意が必要である。

ii) 防除: 種子消毒を的確に行い、発病が認められたら、枯死前に抜き取り焼却処分する。

③本田における主要害虫の発生生態と防除法

多収品種栽培においては、稲の生育が著しく不調になるウンカ・ヨコバイ類、イネツトムシ、コブノメイガ、フタオビコヤガ(イネアオムシ)、スクミリンゴガイなどの防除が必要である。虫害は発生する種の地域の偏在性が高く(表2-9)、同じ害虫であっても、地域により個体群特性(バイオタイプなど)が異なるので、防除適期や方法が異なる。また、薬剤による防除を行った場合、薬剤によっては交差抵抗性が出現しやすいので注意する。

表 2-9 水稻の生育期別主要害虫(岡田 1990 を改変)

地方	種子	育苗期	生育初期 (移植～分けつ初期)	生育中・後期 (中期:初～後期、 後期:出穂以降)
北日本			ヒメトビウンカ イネミズゾウムシ イネドロオイムシ フタオビコヤガ(イネアオムシ) イネゾウムシ ニカメイガ イネハモグリバエ イネヒメハモグリバエ	ツマグロヨコバイ ヒメトビウンカ セジロウンカ トビイロウンカ イネカラバエ コブノメイガ フタオビコヤガ(イネアオムシ) ニカメイガ カメムシ類 イナゴ類
東日本・中日本 西日本	イネシנגレンチュウ	ツマグロヨコバイ ヒメトビウンカ ケラ キリウジガガンボ	ツマグロヨコバイ ヒメトビウンカ ※セジロウンカ イネミズゾウムシ イネドロオイムシ フタオビコヤガ(イネアオムシ) イネゾウムシ ニカメイガ ○イネヒメハモグリバエ ※スクミリンゴガイ	ツマグロヨコバイ ヒメトビウンカ セジロウンカ トビイロウンカ コブノメイガ ニカメイガ フタオビコヤガ(イネアオムシ) イネツトムシ(イチモンジセセリ) カメムシ類 アザミウマ類 ○イナゴ類

下線は多収米稲栽培の重要害虫

○東日本・中日本の独自主要害虫、※西日本の独自主要害虫

ア ウンカ類

(ア) トビイロウンカ

i) 発生生態:吸汁害で稲そのものが生育できなくなり、減収・品質低下を引き起こす。激しい場合には坪枯れとなることがある。中国より飛来し、日本では越冬できない。年により発生が大きく変動することに注意が必要である。早生品種より晩生品種、痩せ地より肥沃地、乾田より湿田で発生しやすい。

ii) 防除:現在までに育成されている多収品種に耐虫性品種はない。九州地方の発生動向および各県病害虫防除所より発令される予察情報を参照して薬剤防除する。発生しやすい場所が決まっていることから、常発地域を中心に、早期発見・早期防除を行う。幼虫が株元に多数みられたら早急に防除する。薬剤は株元によく付着するように散布する。

(イ) セジロウンカ

i) 発生生態:吸汁により稲の生育が著しく抑制される。中国より飛来し、日本では越冬できない。トビイロウンカ同様、年により発生が大きく変動する。インディカ型稲品種は、本害虫に対する抵抗性を有しておらず、本虫が大きく増殖し、吸汁によって枯死する場合がある。

ii) 防除:防除適期は幼虫孵化盛期であるが、成虫飛来が多い場合被害は飛来後 2～3 日であらわれはじめることから、速やかに薬剤による防除を行う。薬剤耐性個体群が飛来してくる場合があるので作用機作の異なる薬剤を複数準備する。また、飛来は数波にわたる場合もあるので、1 回の防除で安心しない。稲株元をよく観察し、幼虫の孵化が終わる時期をみはからって散布する。

(ウ) ヒメトビウンカ

i) 発生生態:縞葉枯病や黒条萎縮病を媒介して、稲の生育を著しく抑制することから要注意な害虫である。トビイロウンカやセジロウンカと異なり、日本で越冬可能で、雑草や麦畑で幼虫期を過ごす。

ii) 防除:過去の発生状況や保毒虫率を考慮し、ウイルス病の発生が予想される場合、広域防除を行

う。縞葉枯病抵抗性の品種を栽培し、保毒虫率を低下させる。

イ ニカメイチュウ

i) 発生生態: 稲茎・稈を食害し、稲の生育が著しく抑制される。従来は重要害虫であったが、近年、稈が細い食用品種の栽培が増え、被害は少なくなっている。しかし、現在育成されている飼料用イネに適した多収品種は、茎の太い品種が多く、被害を受けやすいので注意が必要である。

ii) 防除: 葉色の濃い稲に多いことから、過剰施肥を避ける。薬剤防除にあたっては、本虫に対する要防除水準が決まっている場合が多いので、それらを参照して防除要否を決定する。

ウ イネツトムシ (イチモンジセセリ)

i) 発生生態: 年3回発生する。若齢幼虫は上位葉の先を折り曲げて綴る。中齢からは2~3葉を寄せ集めて円筒状に綴る。幼虫は、日中ツトの中にいて夜はいだして葉を食害し、稲の生育を著しく抑制する。青々としている稲を好むことから、晩植栽培や多窒素を施用した場合は注意が必要である。1世代期間が短いことから、周辺食用品種栽培圃場への伝染源圃場となる場合がある。

ii) 防除: 事前予察により防除適期を決定し、若齢期に、上位葉を中心に薬剤散布を行う。

エ コブノメイガ

i) 発生生態: ウンカと同様飛来する。葉を1枚ずつ縦にたたんで筒状にし、その中に入っている。青い稲を好み、多肥の稲に被害が出やすい。7月後半に30%食葉されると10%減収するといわれている。ツトムシ同様、1世代期間が短いことから、周辺食用品種栽培圃場への伝染源圃場となる場合がある。

ii) 防除: 薬剤散布適期は幼虫の孵化初期であることから、箱施用剤を活用するなどして、早期に薬剤防除する。

オ フタオビコヤガ (イネアオムシ)

i) 発生生態: 被害は淡黄緑色でシャクトリ状に歩行する幼虫の食害である。多肥や葉色の濃い田での発生が多い。ふ化幼虫は葉をカスリ状に食害するが、3齢以上の幼虫は葉縁から切り取ったように食害する。多発すると葉の中肋だけが残る惨状となる。出穂前後の食害により収量の減少が大きくなる。老熟すると「つと」を作り蛹化後黄褐色の成虫となる。幼虫は発育が早いので、被害も急激に拡大する。近年、特に、北日本の食用品種栽培・飼料用稲栽培で大発生し、問題となっている。

ii) 防除: 晩植や過繁茂となる多肥を避ける。本害虫は、殺虫剤による防除効果が高いといわれているが、効果に差が認められる場合があるため、殺虫剤の選択に注意する。局地的に大発生するので、発生予察情報に注意し、適期に防除する。防除適期はカスリ状食害痕がみられる時期である。

カ スクミリンゴガイ

i) 発生生態: 1981年に食用として導入された貝が野生化し、西日本の直播栽培を中心に、イネ苗、特に幼苗を食害する害虫である。

ii) 防除: 食害による実被害は移植後3週間頃までに限られるので、その間はできるだけ浅水管理を行い、水田内の貝を捕殺する。成苗移植も被害を軽減できる。水田の入排水口に金網(約5mm目)を張り、貝の進出入を防止することも効果的である。冬期間は乾田化をはかり、用(排)水路も落水する。越冬場所である稲ワラや切ワラは除去・焼却し、橋の下や雑草繁茂地などの越冬貝は採取・捕殺する。また、圃場に潜土(約6cm下)して越冬することもあるので、厳冬期(休閑記)にロータリ耕うん(直刃付加ロータリが望ましい)することで貝密度を低減することができる。畑転換すると貝密度を低下させること

ができることから、直播栽培では、数年毎の田畑輪換栽培を行うと良い。石灰窒素 20～30kg/10a 施用も効果があるが、稲に薬害を生ずることがあるので、植代前あるいは収穫後に施用する。

キ 斑点米カメムシ類

i) 発生生態: 水稻より雑草・牧草を好み、ヒエなどの雑草が繁茂するとカメムシの増殖に好適となる。西南日本では、ホソハリカメムシ・クモヘリカメムシ・アカスジカスミカメ、北日本では、オオトゲシラホシカメムシ・アカヒゲホソミドリカスミカメ・アカスジカスミカメなどの発生が多い。

ii) 防除: 飼料用米では米品質は問われないが、周辺食用品種栽培圃場の伝染源圃場とならないためにも防除する。防除適期が出穂後となる薬剤を使用する場合、農薬残留の低減措置を図る必要がある(8-(2)項参照)。耕種的防除では、水田内の雑草が多いと侵入しやすいので、雑草、特に、イネ科雑草の防除を的確に行う。また、農道や畦畔の草刈りをこまめに行うことが防除に効果的ではあるが、草刈りによりカメムシ類が水田内に侵入するので出穂 2 週間前からは草刈りはしない。

ク イネシンガレセンチュウ

i) 発生生態: 葉の先端部が黄白色を呈して枯れ、こより状によれる心枯れ症状を示す。稔実歩合低下による減収とともに黒点米発生の原因となる。本センチュウは水媒伝染し、心枯れ症状には品種間差がある。

ii) 防除: 健全種子を使用し、種子消毒を行う。本田で発生がみられる場合、穂ばらみ期～穂揃い期に薬剤防除を行う。

(参考)

- 1) 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 九州病虫研報 52, 38-40
- 2) 農林水産省 (2009) 多収米栽培マニュアル pp.19
- 3) 農山漁村文化協会編 (2005) 原色作物病害虫百科 第2版 1 イネ 農山漁村文化協会
- 4) 大畑貫一 (1989) 稲の病害 - 診断・生体・防除 - 全国農村教育協会
- 5) 園田亮一 (1996) 稲こうじ病の発生生態と防除法 植物防疫 50, 351-354
- 6) 植物防疫講座第2版編集委員会編 (1990) 植物防疫講座 第2版 - 害虫・有害動物編 - 日本植物防疫協会
- 7) 山口誠之・小綿寿志・齋藤初雄・東正昭 (1994) 圃場抵抗性によるイネいもち病の発病抑制効果 育種学雑誌 44(別 1), 157
- 8) 山口富夫 (1987) 稲いもち病 山中達・山口富夫編 養賢堂

(6) 雑草対策

①移植栽培

飼料用米生産での雑草防除は食用米生産と基本的に同じであり、食用米生産での除草体系に準じて行なう。移植栽培では水稲移植後の一発処理剤の撒布あるいは移植後土壌処理剤と生育期茎葉処理剤の体系処理が一般的である。最近水田で問題となっている難防除多年生雑草(オモダカ、クログワイ、シズイ、コウキヤガラなど)が多発する水田では、一発処理剤だけで防除することは困難なので、多年生雑草に有効な成分(ベンタゾンなど)を含む茎葉処理剤との体系処理により防除する。多くの一発処理剤の成分スルホニルウレア系除草剤(SU 剤、8-(1)項を参照)に抵抗性を有するイヌホタルイやコナギ等の抵抗性バイオタイプが発生する水田では、それら抵抗性バイオタイプに有効な対策成分を含む一発処理剤を用いるか、有効な除草成分を含む茎葉処理剤との体系処理で防除する。なお、除草剤の使用にあたっては、8-(2)項「飼料用米生産における農薬使用」を参照するとともに、除草剤のラベルに記載された使用基準を遵守すること。



図2-10 水稲作の難防除雑草

左から、難防除多年生雑草のオモダカ、シズイ、スルホニルウレア系除草剤(SU 剤)抵抗性のコナギ

②直播栽培

ア 直播栽培で問題となる雑草

湛水直播栽培では播種前に代かきを行うので、湛水を維持していれば雑草の種類は移植栽培と大きな違いはない。しかし、最近は播種後落水管理が一般的に行われ、落水期間が長くなる場合にはノビエ、アゼガヤ、アメリカセンダングサ、タカサブロウなど好気的な条件で出芽しやすい雑草が多くなる(表2-10、2-11)。クサネムやタカサブロウの発芽種子は水面を浮遊するので湛水条件ではほとんど定着しないが、落水管理では容易に定着して生育する。これらの雑草の発生は落水期間の初期に出芽が集中し、湛水管理よりも播種後落水管理により発生期間は長くなる傾向がある。直播栽培ではSU剤に対する抵抗性バイオタイプが繁茂する事例が多い。

耕起乾田直播栽培では、より好気条件で出芽しやすい雑草が多くなる。乾田期間にはメヒシバ、タデ類などの畑雑草も発生するが、入水後も旺盛に生育する一年生雑草のノビエ(特にイヌビエ)、イボクサ、コメガヤツリ、多年生雑草のシヨクヨウガヤツリなどが問題となりやすい。不耕起乾田直播栽培や冬～

春季に代かきを行う不耕起V溝直播栽培では、水稻播種前に発生・生育している雑草がそのまま生育を継続するので、放っておくと甚大な雑草害が生じる。

不耕起条件では、スズメノテッポウなどの冬雑草の他に、宿根性の多年生雑草も残草する傾向がある。スズメノテッポウは夏期には生育を終えて自然に枯死するが、水稻出芽期に多数残存していれば競合によって水稻の初期生育が抑制される。耕起条件に比べると雑草発生量は少ない傾向があるが、その反面、雑草の発生が不斉一になること、多年生雑草が多くなること、土壌処理剤の効果が安定しないこと等により、雑草防除が困難になる場合が多い。また、ノビエ防除を特定の茎葉処理剤成分(シハロホップブチル)だけに頼った除草体系を継続してきた乾田直播栽培で、その除草剤成分に抵抗性を示すヒメタイヌビエやイヌビエが発生しているとの報告もある。

表2-10 播種後水管理を異にした場合の主要水田雑草の発生数と発生期間(川名ら, 2005)

播種後水管理	ヒメタイヌビエ 本/m ² (日)	タマガヤツリ 本/m ² (日)	アゼケ類 本/m ² (日)	キカシグサ 本/m ² (日)	コナギ 本/m ² (日)	ホソバヒメソギ 本/m ² (日)
常時湛水	64 (15)	32 (20)	70 (25)	64 (25)	40 (20)	24 (20)
9日間落水	126 (31)	48 (31)	114 (31)	98 (35)	36 (20)	20 (31)
18日間落水	316 (25)	54 (35)	156 (41)	94 (41)	42 (25)	48 (41)
28日間落水	246 (31)	46 (41)	160 (41)	158 (41)	50 (35)	30 (41)

注)1995年6月9日に代かきして水稻を播種した圃場で調査した。
括弧内は、播種日から総発生数の90%が発生した日までの日数を示した。
播種後落水は水稻播種後3日目から行った。

表2-11 播種後水管理を異にした場合の田畑共通雑草の発生数(川名ら, 2005)

播種後水管理	アゼガヤ 本/m ²	クサネム 本/m ²	タカサブロウ 本/m ²	アメリカセンダングサ 本/m ²
常時湛水	0	(220)	(296)	(42)
10日間落水	232	196	636	316
20日間落水	468	244	660	424
乾田直播	288	192	244	236

注)1997年6月2日に代かきして水稻を播種したコンクリート枠(50cm×50cm)で調査した。
括弧内は水面に浮遊していた発芽実生の個体数を示した。
乾田直播は、耕起後に代かきを行わないで水稻を播種し、播種後20日目から湛水した。



図2-11 水稻直播栽培でよく発生する水田雑草
左から、アメリカセンダングサ、イヌビエ、イボクサ、クサネム

イ 直播栽培での除草体系

水稲直播栽培では、湛水直播栽培、耕起乾田直播栽培、不耕起乾田直播栽培のそれぞれについて、除草剤を用いた除草体系がほぼ確立しているが、現状では移植栽培よりも除草剤の散布回数が1～3回多くなる。雑草の発生草種と栽培環境に合わせた除草剤の適正使用により、除草剤の使用回数を最小限に抑えることが重要である。直播栽培では、栽培方法によって耕起・代かきの有無や入水時期が違っていることから、基本的な除草体系は異なる(表2-12)。

表2-12 直播栽培法別にみた除草の基本的考え方と主な除草体系

直播栽培様式と除草の基本	主な除草体系
湛水土中播種(播種後湛水) 水稲実生への安全性が極めて高い播種後土壌処理剤(ピラゾレート粒剤等)を利用する。	芽干しをしない：播種後土壌処理(湛水) → 生育期茎葉処理 芽干しをする：播種後土壌処理(湛水) → 芽干し → 入水後処理(湛水) → 生育期茎葉処理
湛水土中播種(播種後落水) イネ出芽・入水後処理剤の利用を基本にして、雑草の後発の状況により、茎葉処理等で対応する。	雑草が少ない：入水後処理(湛水) → 生育期茎葉処理 雑草が多い：入水直後処理(湛水) → 入水後処理(湛水) → 生育期茎葉処理 漏水が大きい：入水後処理(湛水) → 生育期茎葉処理 → 生育期茎葉処理 落水期間が長い：播種後土壌処理(落水) → 入水後処理(湛水) → 生育期茎葉処理
鉄コーティング直播 湛水土壌表面播種 水稲実生への安全性が極めて高い播種後土壌処理剤(ピラゾレート粒剤等)を使用し、水稲出芽後も土壌表面播種栽培で安全性が確認された除草剤を利用する。	播種後湛水維持：播種後土壌処理(湛水) → 出芽後処理(湛水) → 生育期茎葉処理 播種後落水管理：播種後土壌処理(湛水) → (落水) → 入水後処理(湛水) → 生育期茎葉処理 落水期間が長い：播種後土壌処理(湛水) → 入水前茎葉処理(落水) → 入水後処理(湛水) → 生育期茎葉処理
耕起乾田直播 (イネ2～3葉期入水) 通常は、乾田期に2回、入水後に1回の除草剤処理が必要。雑草が少ない場合は乾田期に1回、入水後に1回の除草剤処理でも可能。	雑草が少ない：生育期茎葉処理(乾田) → 入水後処理(湛水) 雑草が多い：播種後土壌処理(乾田) → 生育期茎葉処理(乾田) → 入水後処理(湛水)
乾田直播早期入水(折衷直播) 湛水直播栽培に準じて、入水後に除草体系を組み立てる。	雑草が少ない：入水後処理(湛水) → 生育期茎葉処理 雑草が多い：入水直後処理(湛水) → 入水後処理(湛水) → 生育期茎葉処理 漏水が大きい：入水後処理(湛水) → 生育期茎葉処理 → 生育期茎葉処理
不耕起乾田直播 冬季代かき不耕起V溝直播栽培 非選択性除草剤を用いた播種前後(イネ出芽前)の雑草防除が不可欠。	覆土鎮圧する： 播種前後茎葉処理(非選択性) → 播種後土壌処理(乾田) → 生育期茎葉処理(乾田) → 入水後処理(湛水) 覆土鎮圧しない(播種後土壌処理剤の薬害が懸念される)： 播種前後茎葉処理(非選択性) → 生育期茎葉処理(乾田) → 入水後処理(湛水)

(ア) 湛水直播栽培

播種後湛水を維持する場合には、発芽直後の水稲実生にも安全なピラゾレート粒剤が有効である。本剤は、播種直後～イネ出芽期といった早い時期の処理でも水稲への薬害はほとんど無い。しかし、散布後に落水すると除草効果は期待できないので、芽干しを行う場合には入水後に再び除草剤を

散布する必要がある。

播種後に落水する場合は、水稻の出芽を確認して入水した後に、出芽後処理剤を散布するが、移植栽培で使用されている一発処理剤の中から直播水稻に登録拡大された出芽後処理剤を使用する。播種後あるいは出芽後の除草剤処理で取りこぼした雑草や後発雑草には、防除すべき雑草の種類を考慮しながら中期剤や後期剤を選択利用して防除する。寒冷地以北では、低温により水稻の出芽が遅れて落水期間が長くなることも多い。また、温暖地以西のスクミリンゴガイ(通称ジャンボタニシ)の生息地域では、水稻食害を回避するために落水期間を長くする栽培法も採用される。このような長期落水に対応した雑草対策として、落水条件で使用できる播種後土壌処理剤や茎葉処理剤を処理して雑草の生育を水稻よりも遅らせることにより、その後の雑草防除が容易になる。たとえば、播種直後のピラズレート粒剤処理は落水により除草効果が低下するもののノビエの発生を少し遅らせることができるので、イネ1葉期以降に処理する除草剤の効果が安定する。また、落水期間が長くなりノビエが多発して生育が進む場合には、入水前(但し、播種後10日以降)のシハロホップブチル乳剤の使用が有効である。なお、播種後落水管理では、土壌条件によっては入水後の減水深が大きくなり、漏水田となることもある。そのような場合には、除草剤の効果は低下して残効期間も著しく短くなることから、茎葉処理剤での対応が必要となる場合が多くなることに注意する。

水稻の種籾に鉄粉を粉衣して土壌表面に播種する鉄コーティング直播栽培では、種籾が土壌表面で発芽して根が土壌表面に露出しやすくなるので、土中播種した水稻実生に比べると除草剤の影響を受けやすい。また、種籾への酸素供給を目的として行う過酸化カルシウム製剤の粉衣をせずに素籾をそのまま土壌表面に播種する場合も、水稻の実生は除草剤の影響を受けやすくなる。したがって、土壌表面に播種する湛水直播栽培では、播種直後に水稻への安全性が高いピラズレート粒剤を処理し、その後に使用する除草剤も水稻への安全性が高い除草剤を選択する。(公財)日本植物調節剤研究協会のウェブサイト(直排水稻表面播種(鉄コーティング粉衣種子)にて実用性が確認された薬剤 <<http://www.japr.or.jp/gijyutu/014.html>> が掲載されているので、それを参考に除草剤を選択する。

(イ) 乾田直播栽培

耕起乾田直播栽培には、播種後1ヶ月近い乾田期間を設ける栽培法と、無代かき乾田状態で播種し早期に入水する折衷型の栽培法がある。前者では乾田期間の雑草防除が重要である。播種後土壌処理剤、乾田期(入水前)の茎葉処理および入水後の除草剤処理をあわせた合計3回処理の体系が多い。ノビエの発生が少ない場合は、乾田期間は茎葉処理剤(ビスピリバックナトリウム塩液剤など)の1回処理が有効とされる。播種後早期に入水する折衷型乾田直播栽培では、湛水直播栽培における雑草防除法に準じて防除体系が組み立てられる。ただし、低温年などで水稻の出芽が遅れるとノビエの限界葉令までの除草剤処理が困難になるので、シハロホップブチル乳剤などの茎葉処理剤での対応が必要となる。イボксаが繁茂する乾田直播栽培ではビスピリバックナトリウム塩液剤の利用が有効であるが、本剤を毎年使用するとオオクサキビやオオニワホコリが増加する傾向がある。これらにはシハロホ

ップブチル乳剤を組み入れた除草体系が有効なので、発生雑草にあわせた除草剤と除草体系の選択が重要である。乾田直播栽培で使用できる除草剤の種類は限られていることから、乾田直播栽培を継続すると同じ除草剤成分に頼った除草を毎年繰り返すことが多く、除草剤抵抗性雑草が発生しやすい状況となる。一部地域の乾田直播栽培でシハロホップ抵抗性のノビエが発生している事例もあることから、今後は異なる除草剤を体系で使用するなどの工夫が重要である。

不耕起乾田直播栽培では、播種前に発生していた雑草をグリホサートイソプロピルアミン塩液剤などの非選択性除草剤で防除しておく必要がある。雑草発生のスタートをできるだけ遅らせるためには、非選択性除草剤の使用時期は遅い方がよい。非選択性除草剤の中にはイネ出芽前であれば播種後に使用できるものもあるので、水稻の出芽が遅れると予測される場合は播種後(イネ出芽前)の使用が望ましい。不耕起V溝直播栽培のように、播種後の覆土・鎮圧を行わない場合は、出芽した水稻実生が播種後土壌処理剤の影響を受けやすいので、主に入水前と生育期の茎葉処理剤散布により雑草防除を行う。

③難防除多年生雑草の耕種的防除

難防除多年生雑草は一発処理剤とベンタゾンを含む茎葉処理剤との体系で防除するが、できるだけ発生を少なく抑えるためには水稻収穫から次年度までの耕種的防除が有効である。ミズガヤツリ、ウリカワ、オモダカ等の水田多年生雑草は栄養繁殖体である塊茎で増殖するが、その塊茎は低温・乾燥により多くが死滅するので、冬季に乾燥する地域では、冬～春期の耕耘が塊茎の死滅と発生抑制に有効である。また、温暖地以西の早期栽培地帯では、水稻収穫後もクログワイ、オモダカ、シヨクヨウガヤツリ等の多年生雑草の塊茎肥大が継続する。イヌホタルイも収穫後に再生して多量の種子を生産して翌年以降の発生源となる。したがって、多年生雑草を増やさないためには、水稻収穫後の雑草防除(秋耕や非選択性除草剤の撒布)が重要となる。

④多収品種の水稲用除草剤に対する感受性

一般に普及使用されている水稲用除草剤は、全国で栽培されている多数の食用品種を用いた薬効・薬害試験により安全性が確認されているので、多収品種の栽培でも安全に使用することができる。しかし、育成過程でインディカ系統を利用した一部の多収品種では、特定の除草剤に対する感受性が極めて高い品種が知られている。殺草作用時に茎葉の白化症状を起こすことが特徴とされる 4-HPPD 阻害型除草剤であるベンゾビシクロン(8-(1)項を参照)、テフリルトリオンおよびメソトリオンの3成分に対して、7つの多収品種「ハバタキ」、「タカナリ」、「モミロマン」、「ミズホチカラ」、「ルリアオバ」、「おどろきもち」、「兵庫牛若丸」の感受性が極めて高いことが知られているので(関野ら 2009, 2010, 渡邊ら 2010, 図2-12)、これらの品種の栽培では上記3成分を含む除草剤を使用しないよう、除草剤の選択において十分に注意する必要がある。これら3つの 4-HPPD 除草剤成分は、SU 抵抗性雑草対策成分として優れた特性を有しており、多くの一発処理剤に含まれ食用栽培で広く利用されている。今後もこれらを含む除草剤が多数開発されることが期待されることから、多収品種を栽培する際の除草剤の使用にあ

たつて当該除草剤の開発会社や公的な技術普及機関から関連情報を得ておくことが大切である。

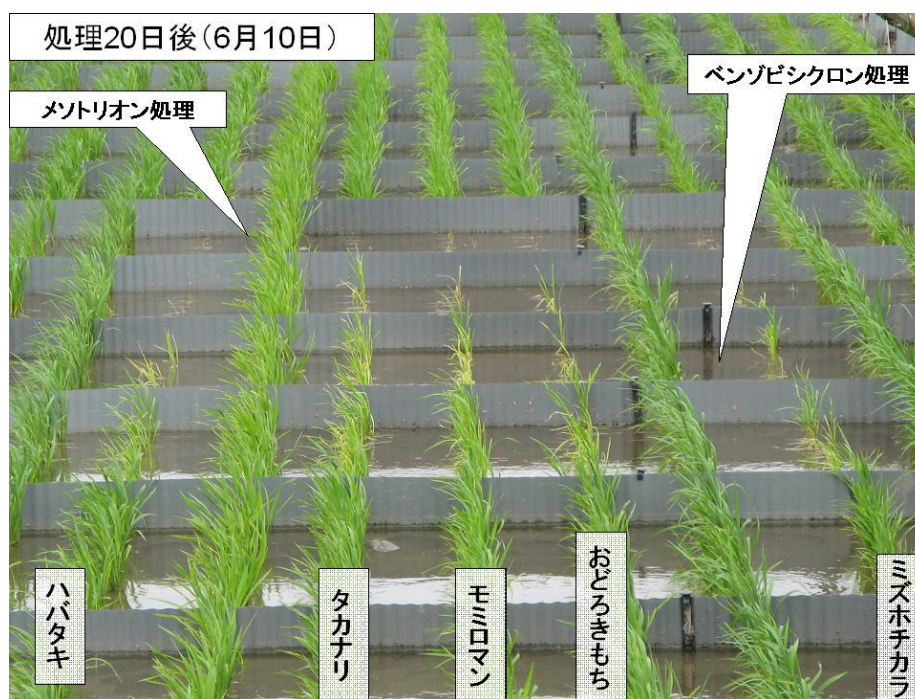


図2-12 多収品種の4-HPPD 阻害型除草剤に対する感受性の差異

4-HPPD 阻害剤感受性が極めて高い品種ハバタキ、タカナリ、モミロマン、おどろきもち、ミスホチカラは、ベンゾピシクロンやメソトリオン処理で強い影響を受け枯死するが、他の除草剤の影響は受けない。

(参考)

- 1) 社団法人日本草地畜産種子協会 (2012) 稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル pp. 189
- 2) 農林水産省 (2009) 多収米栽培マニュアル pp. 19
- 3) 渡邊寛明・川名義明 (2006) 直播栽培の雑草防除技術 農業技術 61(10), 25-28
- 4) 川名義明・住吉正・児嶋清 (2005) 水稻直播栽培における主要雑草の発生に及ぼす播種後落水管理の影響 九沖農研研究資料 91, 75-78
- 5) 関野景介ら (2009) 飼料用イネ 19 品種・系統の水稲用除草剤ベンゾピシクロン感受性 日作紀 78(別1), 120-121
- 6) 関野景介ら (2010) 新規需要米には水稲除草剤ベンゾピシクロン感受性品種・系統が存在する 育種学研究 12(別1), 195
- 7) 渡邊寛明ら (2010) 飼料用イネや米粉等の新規需要米向け水稲品種の 4-HPPD 阻害型除草剤に対する感受性 日作紀 79(別1), 32-33
- 8) 公益財団法人日本植物調節剤研究協会 (2013) 直播水稲に登録のある剤. 2013. 9. 19 <http://www.japr.or.jp/gijyutu/001.html>
- 9) 公益財団法人日本植物調節剤研究協会 (2013) SU 抵抗性雑草について実用化可能と判定された除草剤. 2013. 9. 19 <http://www.japr.or.jp/gijyutu/003.html>
- 10) 公益財団法人日本植物調節剤研究協会 (2013) 直播水稲表面播種(鉄コーティング粉衣種子)にて実用性が確認された薬剤. 2013. 9. 19 <http://www.japr.or.jp/gijyutu/014.html>

(7) 収穫・乾燥

①飼料用米の収穫作業

飼料用米の収穫作業・機械は食用米とほぼ同じであり、茎葉水分が高い状態でのコンバイン収穫は、搬送部の詰まりの原因や、こぎ胴内で茎葉水分が籾に付着し、籾水分を増加させる原因となるので、刈取時刻(つゆの状態)や天候に注意する。さらに、多収品種は食用品種と比べて収量が多いため、コンバインへの負荷が大きくなる。特に多収の場合など、コンバインの負荷を軽減するため、コンバインの走行速度を低くすることや刈り取り条数を減らすことが必要な場合がある。

②立毛乾燥による乾燥コストの低減

一般的な乾燥調製費は、1~2万円/10a程度であり、生産費において、農機具費や労働費に匹敵する大きな割合を占めている。生産者が自ら乾燥を行う場合には、乾燥程度に応じて乾燥のための燃料費の節減が達成できる。図2-13に乾燥機への張り込み時の籾水分と灯油・電力の消費量、乾燥時間の関係を示す。循環式乾燥機による仕上がり籾質量当りの灯油消費量、電力消費量、乾燥時間は、張り込み時の籾水分と高い正の相関がある。灯油消費量は、成熟期の水分25.5%では24.9L/tであるが、立毛乾燥させた水分19.1%では11.1L/tに半減する。消費電力は、11.6 kWh/tが4.9kWh/tに、乾燥時間も4.7h/tが1.9h/tに同様に半減する。このように、成熟期から約2週間程度立毛乾燥させ籾水分を20%以下まで下げることで、灯油消費量、電力消費量、乾燥時間が大幅に削減できる。

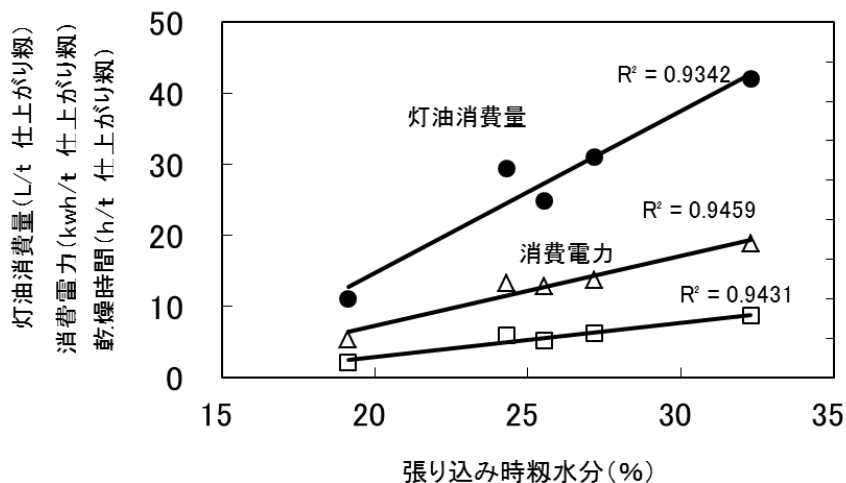


図2-13 張り込み時籾水分と灯油消費量、電力消費、乾燥時間の関係

循環式乾燥機25石、仕上がり籾質量2t、品種「べこごのみ」 2008、2009盛岡

一方、ライスセンター等に出荷して乾燥を依頼する場合には、籾の含水率が乾燥調製費用に反映される場合と反映されない場合がある。反映される事例としては、通常の水分で設定されている25円/kg

の乾燥調製費が、水分17%未満では11円/kgに減額されている。この場合には、約700kg/10aの収量のときに、立毛乾燥により17%未満に水分を低下させることができれば、10aあたり約1万円の生産費を下げることができる。このように、収穫時の籾含水率が乾燥調製費に反映されるかどうか、反映される場合の含水率の基準については、地域や施設により異なるため、事前に確認を行う必要がある。

④立毛乾燥に関わる諸条件

立毛乾燥はコスト低減に有効であるが、他方で、延長した立毛期間中に倒伏、鳥害、穂発芽などの被害が発生する恐れがあるので、その期間は短かければ短いほどよい。このことから、一般的に、品種の早晩性では晩生品種より高い温度条件下で成熟が進む早生品種や中生品種が適し、地域的には登熟気温が高い暖地や温暖地、平坦地の方が寒地や寒冷地、山間地よりも適用性が高い。反面、暖地・温暖地は風水害が発生しやすい場合が多く、この点に配慮しなければならない。品種と条件、さらに気象状況に応じた収穫タイミングの選択が重要である。図2-14に新潟県で得られた品種の早晩性と出穂後日数、籾水分の関係を示した。出穂が最も早い「なつあおば」は出穂後40日で、すでに籾水分が17%まで低下し、他の早生品種でも50～60日で18%以下となる。これら早生品種については比較的短期間の立毛乾燥で籾水分20%以下にすることが可能と推察される。一方、晩生・極晩生品種では、比較的出穂の早い「ホシアオバ」を除き安定的に水分20%以下とするには60日以上より長い立毛期間が必要である。

温暖地東部の茨城県では、3年間の試験において、早生品種の「べこあおば」(成熟期9/17～21)は成熟期後1ヶ月の立毛乾燥で籾水分を17%程度まで下げることができたが、晩生品種の「モミロマン」(成熟期10/12～15)では降水量が多く気温が低い年にはそこまでは至らなかった(茨城県農業総合センター農業研究所平成23年度主要な研究成果)。このように立毛乾燥の適用可能性には、品種の早晩によって変わる登熟期間の気温条件が深く関係する。

出穂後の気温は当然、地域や年次により異なるので、立毛乾燥に要する期間をより正確に把握するためには、出穂後日数ではなく出穂後積算平均気温で示す必要がある。そこで、図2-14について出穂後日数を積算日平均気温に代え、籾水分との関係を品種別に図2-15に示す。これによると、安定的に籾水分20%以下に至るに必要な出穂後積算日平均気温は、出穂が最も早い「なつあおば」は1、100℃程度、早生品種「べこあおば」と「夢あおば」、晩生品種の中でも比較的出穂が早い「ホシアオバ」では1、200℃程度である。「クサユタカ」は中生品種であるが大粒品種である関係からか1、300℃程度でも20%以下には至らず、晩生・極晩生品種の「北陸飼192号」、「北陸193号」も同様である。

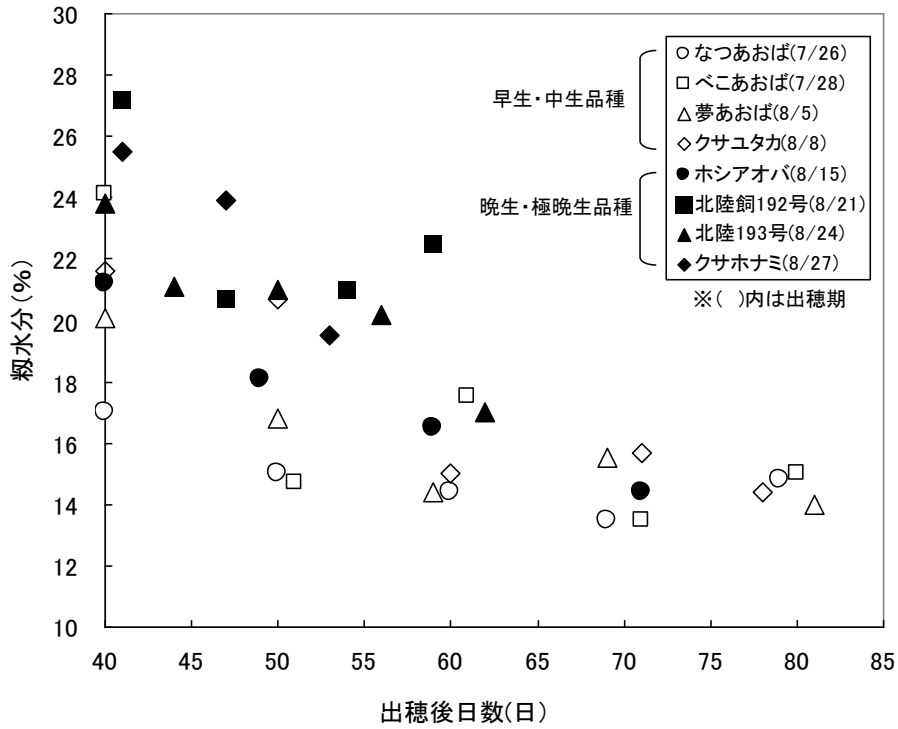


図2-14 品種の早晩性と出穂後日数、澱水分の関係

2007年、新潟県上越市(北陸研究センター)での試験成績。

移植時期は5月15日。品種「なつあおば」は旧系統名「北陸飼209号」

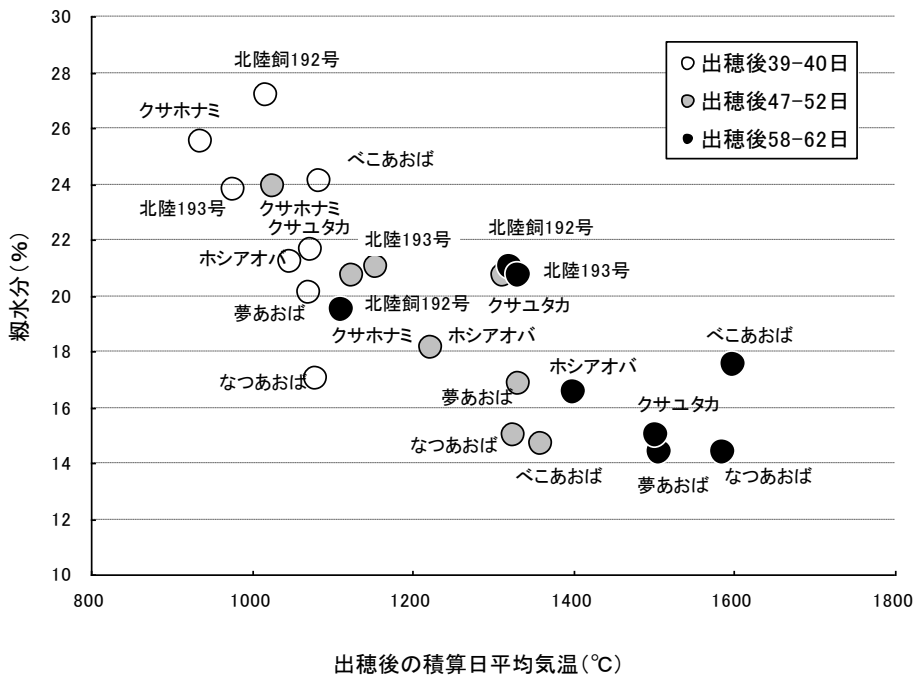


図2-15 出穂後の日積算平均気温と澱水分の関係

試験条件は図2-16と同じ。気象値は気象庁地上気象観測所「高田」の2007年観測値による。

図2-16は山形県で得られた立毛乾燥のための出穂後積算気温と籾水分との関係である。「べこあおば」や「べこごのみ」、「ふくひびき」など東北地域の普及品種について現地試験を含め複数年のデータを解析したところ、倒伏しない条件において品種や栽培様式によらず1、400℃で籾水分が20%前後まで下がった。以上のような出穂後積算気温と籾水分の関係は、各栽培地で立毛乾燥期間を考える際の参考とすることができるが、籾水分の低下には気温のほかに日照、湿度、降水量、風等の条件も関与することに留意する必要がある。

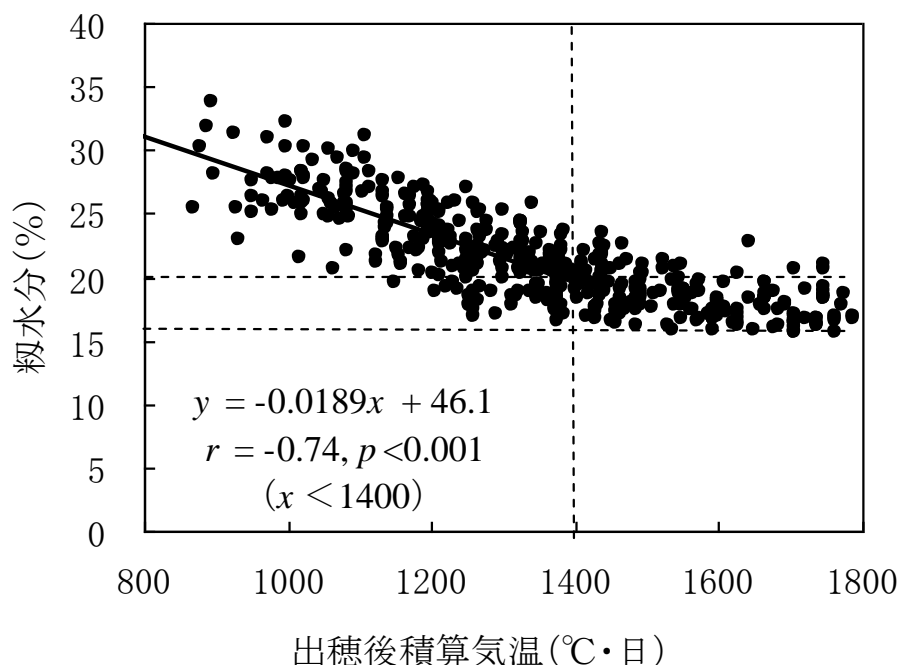


図2-16 立毛乾燥における出穂後積算気温と籾水分の関係

平成22年度東北研究成果情報「飼料用米の乾燥コストを低減するための立毛乾燥技術」(山形農業総合研究センター)による。回帰直線は1400℃・日未満の範囲を回帰。倒伏した試験区の測定値は含めず。山形農総研セ(2008～2010年)と山形県内現地(2008、2009年)、異なる施肥、品種・系統、栽培様式での結果。n=471。

温暖地西部の山口県では、表2-13に示すように品種に関わらず成熟期1ヶ月後には籾水分は17%程度まで下がり、以降は変化しなくなった。暖地の熊本県でも、「北陸193号」(成熟期9/27)と「ミズホチカラ」(成熟期10/6)の場合、成熟期後約1ヶ月で籾水分は15%程度にまで下がった(熊本県農業研究成果No534、平成24年、<http://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/62710.pdf>)。このように、気温が高い温暖地や暖地では立毛乾燥が有用と考えられる。

表 2 - 1 3 熟期後立毛状態での籾水分推移

	成熟期 (月日)	籾水分(%)		
		成熟期	30日後	40日後
ホシアオバ	10月9日	23.2	16.8	17.0
タカナリ	10月15日	22.4	15.9	16.7
北陸193号	10月19日	24.9	16.8	17.0
モミロマン	10月24日	24.7	16.7	16.9

「飼料用米の栽培・給与マニュアル」(平成24年改訂版・山口県農林総合技術センター)による。平成22年成績。籾水分測定はK社製米麦水分計(電気抵抗式)を用い、生育中庸な株の上位3穂(各品種2株)を調査。

⑤立毛乾燥の留意点

耐倒伏性の弱い品種や穂発芽しやすい品種、「タカナリ」、「ホシアオバ」など脱粒性があり成熟期以降とくに脱粒しやすくなる品種は立毛乾燥には向かない。気温が低い寒地や寒冷地、秋季の天候が不安定な日本海側地域では品種と作期、気象条件を十分に勘案した上で行う。暖地や温暖地においても、早期水稲など風水害に遭遇しやすい場合は導入しないか、あるいは長期の立毛期間を避けるべきである。籾数の多い品種では、平均水分が15%程度まで下がっても、その分布幅が広い場合があるので、立毛乾燥のまま貯蔵することは難しい(前出の熊本県研究成果No534)。

(8) 落下種子対策

収穫時に圃場内に落下した粃（種子）が翌春に発芽し、成熟期まで生育する場合がある。このようなイネを漏生イネと呼ぶ。多収品種を収穫した圃場で、翌年に食用品種を栽培した際に図2-17のように漏生イネが多発すると、生育期の養分競合や光環境の悪化による収量低下だけでなく、多収品種由来の玄米が食用品種に混入することによる等級の格下げといった問題を生じる。

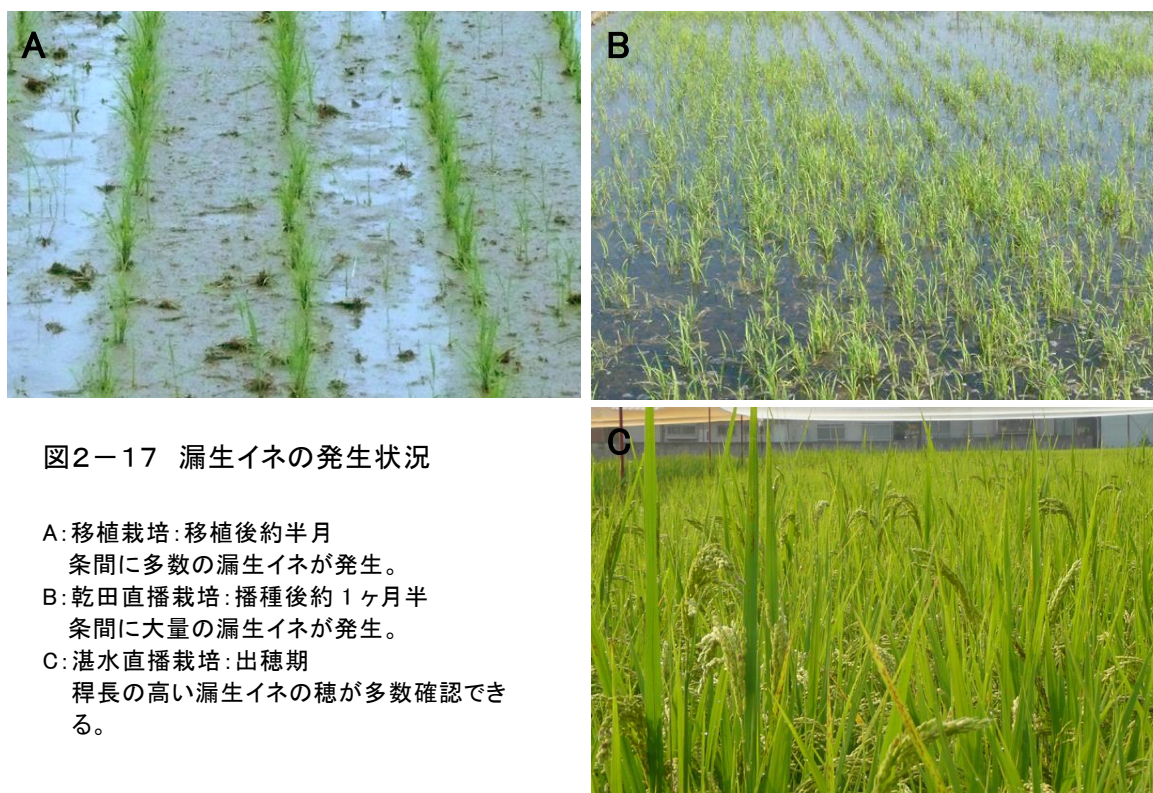


図2-17 漏生イネの発生状況

- A: 移植栽培: 移植後約半月
条間に多数の漏生イネが発生。
- B: 乾田直播栽培: 播種後約1ヶ月半
条間に大量の漏生イネが発生。
- C: 湛水直播栽培: 出穂期
稈長の高い漏生イネの穂が多数確認できる。

漏生イネの発生を抑制するためには、コンバイン収穫時に落下する種子数をできる限り減らすことが重要である。稈長が著しく異なる水稻が同一圃場に混在すると、コンバインで正常に脱穀できずに圃場に落下する種子数が増加することから、多収品種を作付ける際には遅れ穂が出やすい極端な疎植とならないように心がける。また、施肥ムラに起因する稈長の差異が生じないように注意する。多収品種の多くは高い耐倒伏性を備えているが、極多肥条件で栽培すると品種によっては倒伏し、倒伏の程度が甚だしい場合には落下種子数は著しく増加する。近年育成された多収品種は脱粒性が改善されているが、収穫時期が著しく遅れると、枝梗が老化して落下種子数が増加する場合がある。これらのことから、栽培する多収品種の特性を研究・普及機関を通じて事前に十分に把握し、適正な施肥条件下で栽培して適期に収穫する。

前述した多収品種由来の漏生イネによる問題を起こさないためにも、多収品種を栽培した圃場で翌年に食用品種を栽培することは避け、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。食用品種の栽培が避けられない場合には、漏生イネが発生しやすい直播栽培は避けて

移植栽培とする。移植栽培をする場合、代かきは丁寧に行って土壌を還元化させ、脱落種子の発生を極力低下させる。漏水が著しい圃場では、代かき後に土壌の還元化が進まず漏生イネが発生しやすくなるので、あらかじめ漏水対策を施す。代かき後または移植後の除草剤散布による漏生イネの防除を後述するが、除草剤の効果を十分に発揮させるためには、水田の水持ちが良く移植後に十分な湛水深を確保できることが前提となるので留意する。

①西日本（暖地・温暖地）の落下種子対策

多収品種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2-18）。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2-19）。

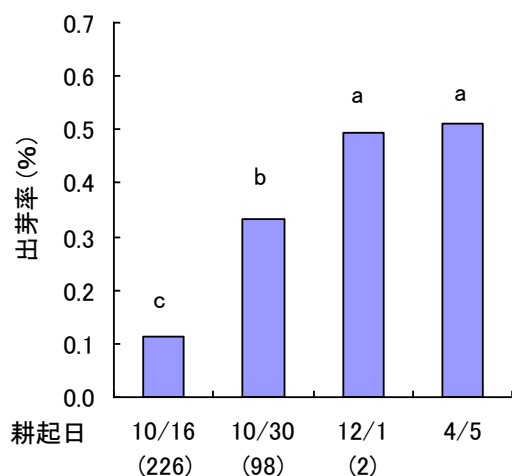


図2-18 耕起時期が漏生イネの出芽に及ぼす影響（大平・佐々木 2010）

多収品種「クサノホシ」を供試。種子の散播は2006年10月10日。出芽率は出芽個体数の増加が認められなくなる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。変数変換した数値に対する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)。

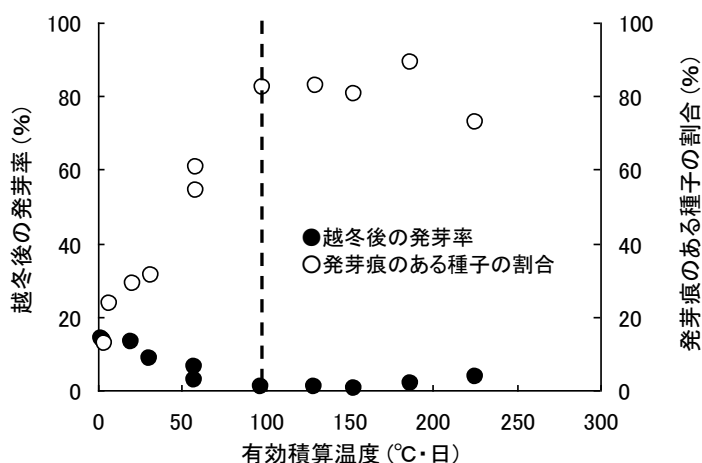


図2-19 種子を土中に埋設してからの年内の有効積算温度と越冬後の発芽率および発芽痕のある種子の割合との関係（大平・佐々木 2010）

多収品種「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。

また、休眠の程度は品種によって大きく異なり、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（図2-20）。休眠性と穂発芽性は概ね一致するので、栽培する多収品種の穂発芽性が難の場合はこの点に注意する。

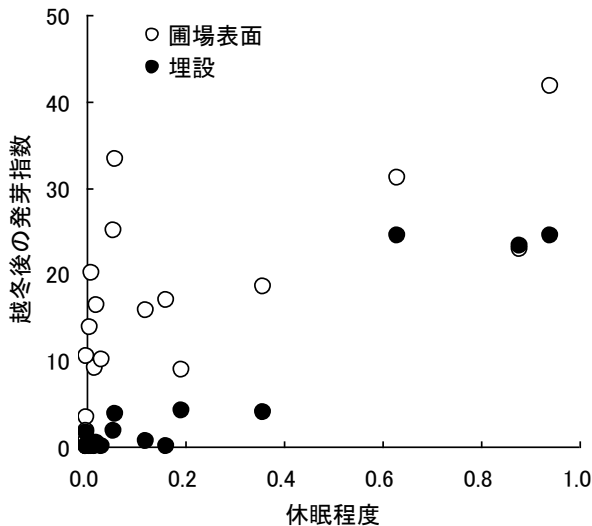


図2-20 休眠程度と越冬後の発芽指数との関係 (大平・佐々木 2011)

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。

暖地・温暖地では、春季の有効積算温度が 480°C・日 (下限温度: 平均気温 10.0°C) 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2-21) ことから、移植時期を遅くすることによって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。

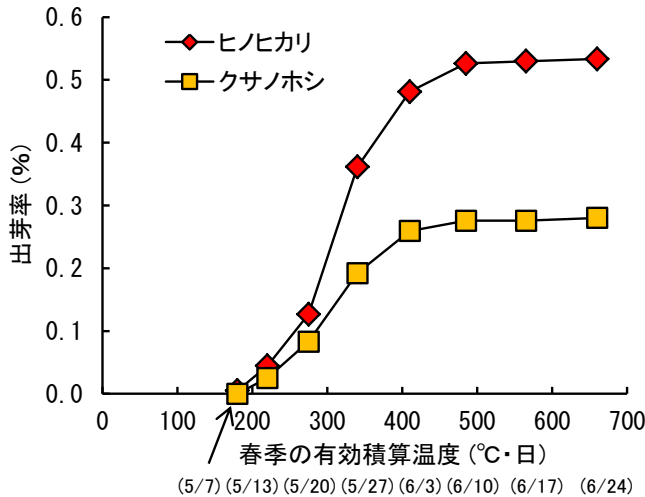


図2-21 春季における漏生イネの出芽率の推移

多収品種「クサノホシ」と食用品種「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°C 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。

早植える場合は、プレチラクロールなどの成分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2-22)。なお、上記除草剤の散布量が規定より少ない場合や、漏生イネの葉齢が進むと効果が低くなる (詳細は後述) ので注意する。

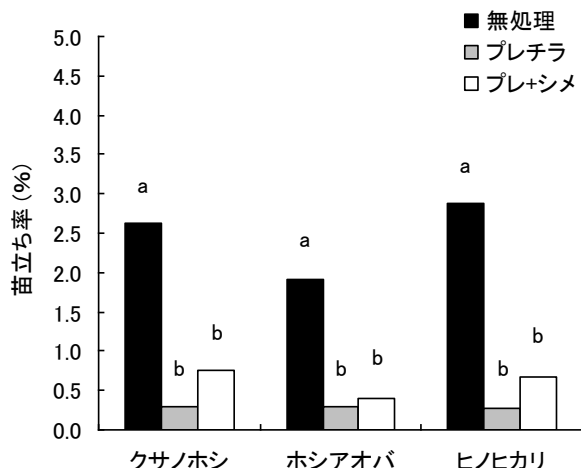


図2-22 移植後の除草剤散布が散播種子の苗立ちに及ぼす影響

多収品種「クサノホシ」、「ホシアオバ」および食用品種「ヒノヒカリ」の種子の散播および耕起は 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)。

②北日本（寒地・寒冷地）の落下種子対策

寒地・寒冷地においては、落下種子対策は暖地・温暖地とは異なる。多収品種収穫後の秋季における気温が低く、秋耕しても落下種子の発芽もしくは発芽生理が暖地・温暖地ほど進まず、落下種子の減耗がさほど期待できないからである。東北中南部太平洋側に位置する宮城県古川アメダスでは、年内の下限温度 10℃とした有効積算温度 100℃・日を確保できるのは 10 月 2 日までであり、東北日本海側に位置する秋田県大曲アメダスでは 9 月 27 日までである。

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。落下種子のうち秋季に発芽し枯死に至る割合は低温のため少ない。乾燥条件下では、耕起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（図2-23）。極晩生品種や、中生品種でも収穫時期が遅れた場合には、秋季の耕起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る（図2-24）。結果的に、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2-25）。

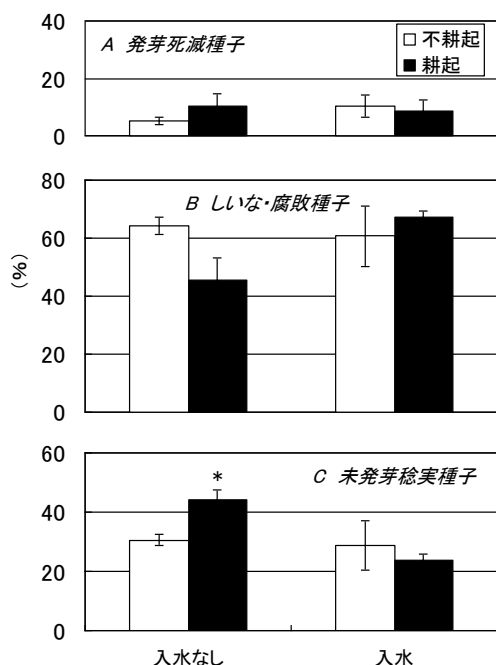


図2-23 越冬前の落下種子の生存状態に及ぼす収穫後の耕起と入水の影響
(大川・辻本 2008)

試験場所は宮城県古川農業試験場
2007年「ホシアオバ」作付圃場

- 10/11 コンバイン型収穫期により収穫(黄熟期)
- 10/17 耕起区ロータリー耕 (15cm 深)
- 10/19~11/20 土壌湿潤を保つため入水区に日中のみ入水

- 11/26 回収落下種子の生存状態調査;
 - A: 発芽の痕跡があるか幼芽が枯死した発芽種子
 - B: 内容物が無いか腐敗している種子
 - C: 発芽の痕跡が無く充実した種子
- (値は3地点の平均±標準誤差、*:5%水準で有意差あり)

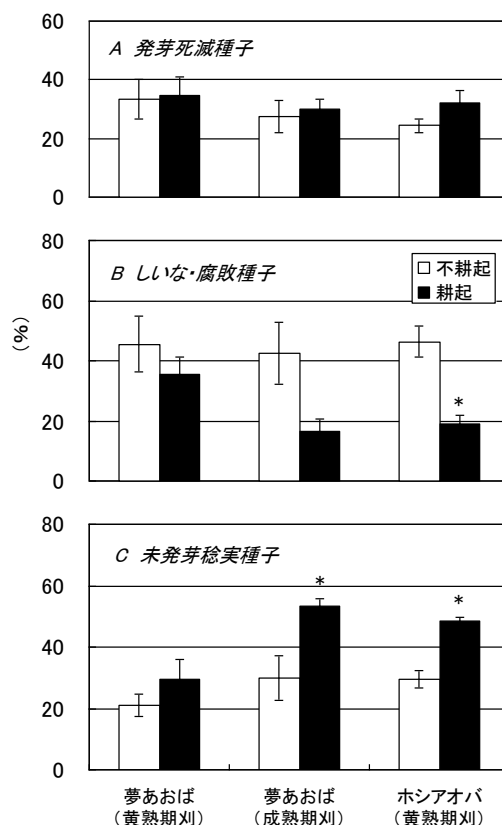


図2-24 越冬後の落下種子の生存状態に及ぼす収穫後の耕起と多収品種の収穫熟期の影響
(大川・辻本 2009)

- 2008年多収品種作付圃場
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

- 2009/4/2 落下種子回収調査;
- A: 発芽の痕跡があるか幼芽が枯死した発芽種子
 - B: 内容物が無いか腐敗している種子
 - C: 発芽の痕跡が無く充実した種子
- (値は3地点の平均±標準誤差、*:5%水準で有意差あり)

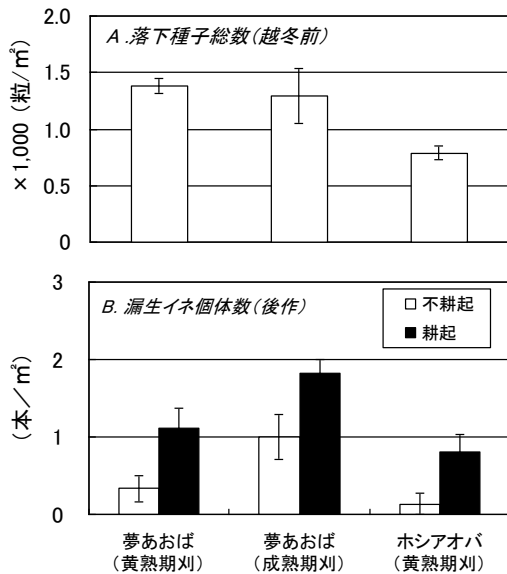


図2-25 後作の漏生イネ発生に及ぼす収穫後の耕起と多収品種の収穫熟期の影響 (大川・辻本 2009)

図2-23と同一圃場
 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・プロモプド・ペンシルフロメチル
 ・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)

これらのことから、寒地・寒冷地では、暖地・温暖地とは異なり、多収品種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2-26)。

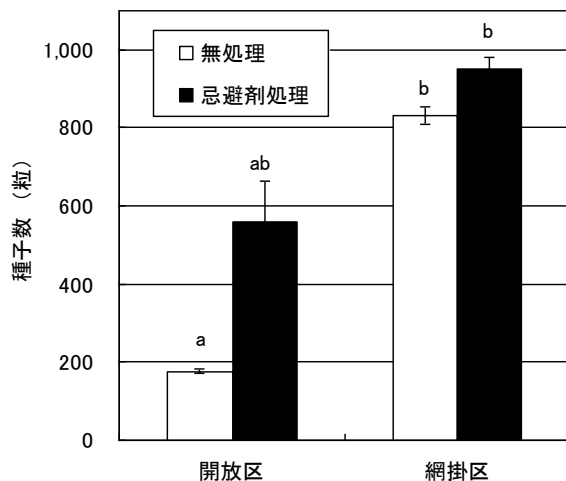


図2-26 冬季の鳥類の摂食による地表落下種子の減耗 (大川・辻本 2008)

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
 籾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*)

こうした不耕起管理により完全に生存越冬種子を無くすことは難しい。寒地・寒冷地では移植時期の気温が低く、暖地・温暖地のように後作の移植時期を遅らせたとしても、移植前までの漏生イネの発生助長は期待できない。したがって、多収品種を栽培した翌年に食用品種を栽培する場合には、不耕起管理に加え、プレチラクロールなどの成分を含む初期除草剤を代かき後または移植直後に散布し、漏生イネの発生を抑えると共に、最終的には手取り等により完全に異品種を除去することが求められる。プレチラクロールの散布に当たり、現在普及している多収品種のほとんどで、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2-27)。したがって、規定量をすみやかに散布することが重要である。

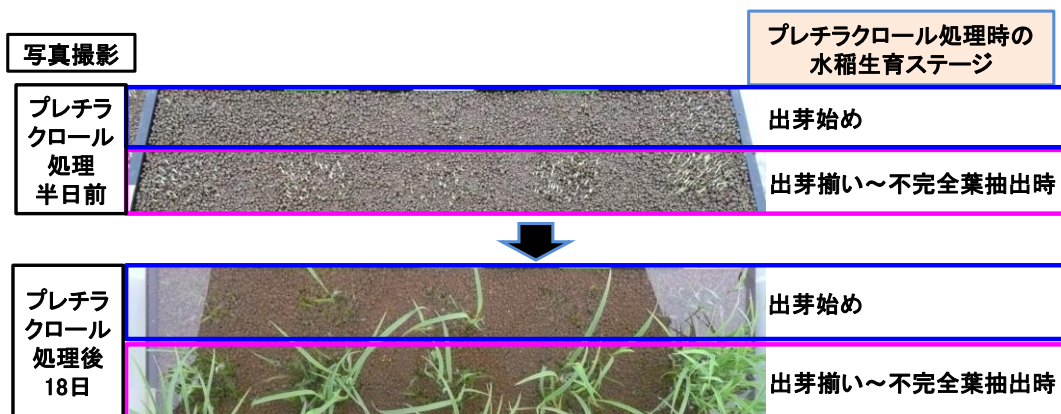
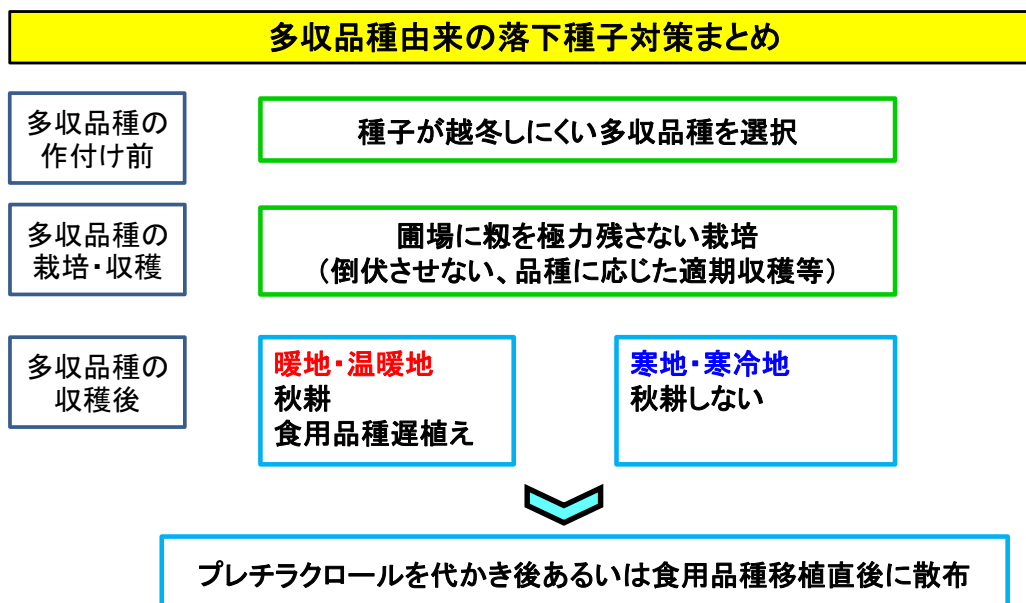


図2-27 プレチラクロール処理時の多収品種の生育ステージとその後の苗立ち
 秋田県大仙市の東北農研センター屋外で5月11日(プレチラクロール処理半日前)～5月30日に試験
 品種は「きたあおば」、「夢あおば」、「北陸193号」等20品種系統を供試(写真では5品種)
 プラスチック容器内で試験したことから、プレチラクロールの散布量は規定の75%量



(参考)

- 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
- 6) 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

(2) 地域別栽培法

①北海道地域における飼料用米生産のための栽培管理

ア 移植栽培

(ア)「きたあおば」

「きたあおば」は、粗玄米収量で 800kg/10a を超える多収が得られる品種であるが、いもち病抵抗性、障害型耐冷性、耐倒伏性が十分でなく、注意が必要となる。いもち病の危険性を低減するため、前年にいもち病の被害があった圃場、風通しが悪い圃場での栽培は避ける。また、地力が高い圃場は、いもち病の被害を受けやすいだけでなく、障害型冷害や倒伏が問題となるので、減肥栽培を行うなどの注意が必要である。成熟期は“晩生の早”であるため、生育が遅れる直播栽培は避け、移植栽培を基本とする。また、秋の気温低下が早い地域では、成苗移植などの生育を進める栽培管理が有効である。

過繁茂によるいもち病、倒伏発生の危険性を低減するため、密植としないようにする。施肥は、食用品種の標準施肥量から窒素で 3kg/10a 程度までの増肥が可能である(それ以上の増肥はいもち病、冷害時の悪影響、倒伏が懸念されるため避ける)。家畜ふん堆肥を活用することで、化学肥料を削減しても約 800kg/10a を超える収量が得られる(図2-28、堆肥施用 2t/10a、窒素施肥量 7.35kg/10a)。生育初期の分けつを確保するため、分けつ期には深水にせず、分けつの確保に努める。一方、冷害危険期には深水管理を行う。800kg/10a の粗玄米収量を得るために必要な収量構成要素、窒素吸収量は表2-14の通りであり、窒素吸収量 12kg/10a、面積あたり粒数 4 万 6000 粒/m²が目安となる。食用品種と比較すると一穂粒数、面積あたり粒数が多く、良好な登熟を得ることが重要になるため、登熟期の灌漑はなるべく遅くまで行き、土壌が乾燥しないようにすることが望ましい。

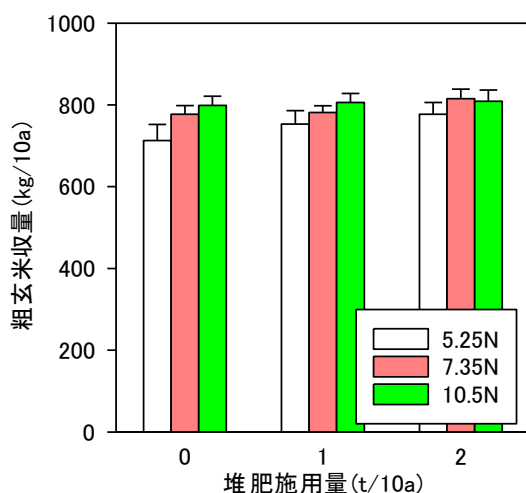


図2-28 2011～2012年の「きたあおば」の粗玄米収量(2か年の平均値) 窒素施肥量は5.25、7.35、10.5kg/10aの3水準。

表2-14 「きたあおば」の目標粗玄米収量と生育指標(冷害年であった2009年を除いた、2008～2011年までの試験結果から)

目標粗玄米収量	800kg/10a
窒素吸収量	12kg/10a
地上部乾物重	1500kg/10a
穂数	460本/m ²
一穂粒数	100粒/穂
面積あたり粒数	46000粒/m ²
登熟歩合	76%
千粒重	22.7g

	水管理	生育	作業体系
4月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">塩水選 種子消毒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">播種</div>
5月		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">荒起こし</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">基肥散布</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">代かき</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">移植</div>	
	6月	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">浅水で 分げつ 確保</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">慣行 除草剤 施用</div>
			<div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">プロベナゾール 粉粒剤あるいは粒剤の 水面施用</div>
7月	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">冷害 危険期 深水に</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">幼形期</div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">生育に応じて追肥</div>
		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">減分期</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">慣行 いもち病 防除</div>
8月	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">登熟期 なるべく 遅くまで 灌漑</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">出穂期</div>	
9月			
10月		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">完熟期</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">収穫</div>
			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">乾燥 ・ 調製</div>

1. 栽培適地

いもち病抵抗性が十分でないため、前年いもち病の発生があった圃場、風通しの悪い圃場は避ける。

2. 播種時の注意事項

異品種混入を防ぐため、食用米品種と播種時期をずらす。また、機械・施設の清掃を徹底し、残留種子を取り除く。

3. 施肥量

食用米品種の施肥標準から、窒素で2から3kg/10a程度増肥可能。ただし、還元田や地力の高い圃場においては、多肥栽培はいもち病、倒伏の危険性があり、冷害時の被害を助長するため、減肥栽培に努める。生育に応じて、幼穂形成期から止葉期の間に追肥を行う(窒素で2から3kg/10a程度)。堆肥施用時は施用量に応じて減肥する。

4. 栽植密度

過繁茂によるいもち病、倒伏発生の危険性があるため、密植は避ける。

5. 水管理

生育初期の分げつ数増加を促進するため、分げつ期は浅水管理とする。

冷害危険期の低温による障害型冷害対策として、深水管理によって幼穂を保温する。

籾数が多く、登熟期間の長い品種であることから、良好な登熟を得るために登熟期間中はなるべく遅くまで湛水状態を保つ(排水性の悪い圃場では、収穫までにコンバインが入ることができるよう地耐力確保に注意)。

6. いもち病防除

防除は慣行通り行う。いもち病抵抗性がやや弱いため、それに加えてプロベナゾール粉粒剤(あるいは粒剤)の水面施用を必ず行う。

7. その他の防除

雑草、病害虫防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、籾摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii) の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。

8. 落下種子対策

2-(8)を参照。

(イ)「たちじょうぶ」

「たちじょうぶ」は、粗玄米収量で800kg/10aを超える多収が得られる品種であり、「きたあおば」よりいもち病抵抗性、障害型耐冷性、耐倒伏性が強い。一方、成熟期は“極晩”である(出穂日は「ななつぼし」や「きらら397」より約7日遅いため、穀実の利用を目的とする場合には、直播栽培は適さない。十分な登熟期間を確保できる場所(出穂から成熟までに必要な積算気温は約1100℃)が栽培適地となり、生育を進めることが可能な成苗移植が望ましい。

過繁茂を避け、育苗にかかる労力を低減するため、密植とならないようにする。施肥は、食用品種の標準施肥量と比較して1.5から2倍程度の増肥が可能である。家畜ふん堆肥を活用することで、化学肥料を削減しても800kg/10aを超える収量が得られる(図2-29、堆肥施用2t/10a、窒素施肥量10.5kg/10a)。800kg/10aの粗玄米収量を得るために必要な収量構成要素、窒素吸収量は表2-15の通りであり、必要とされる窒素吸収量、面積あたり粒数はいずれも「きたあおば」と同程度である。面積あたり粒数が多く、また、成熟期が遅いため、登熟期の灌漑はなるべく遅くまで行い、土壌が乾燥しないようにすることが望ましい。

晩生であり、栄養成長期間が長いので、疎植栽培でも十分な穂数が得られ、標植に迫る収量が確保可能である(表2-16)。

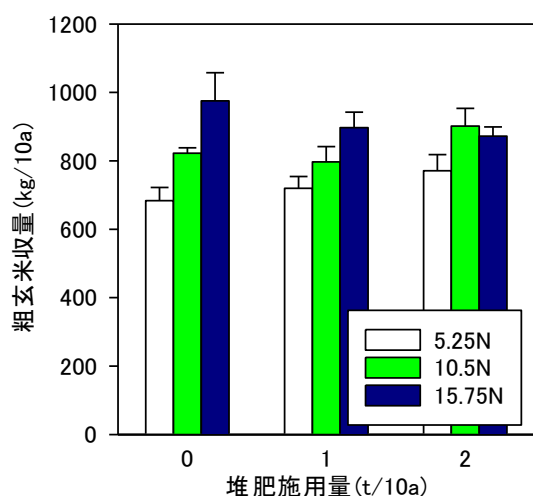


図2-29 2011～2012年の「たちじょうぶ」の粗玄米収量(2か年の平均値) 窒素施肥量は5.25、10.5、15.75kg/10aの3水準。

表2-15 「たちじょうぶ」の目標粗玄米収量と生育指標(2010～2012年の試験結果から)

目標粗玄米収量	800kg/10a
窒素吸収量	12kg/10a
地上部乾物重	1500kg/10a
穂数	400本/m ²
一穂粒数	110粒/穂
面積あたり粒数	45000粒/m ²
登熟歩合	79%
千粒重	22.5g

表2-16 標植および疎植栽培した「たちじょうぶ」の粗玄米収量と穂数(2011～2012年の平均値)

	粗玄米収量 (kg/10a)	穂数 (本/m ²)
標植	869	497
疎植	828	458
t検定結果	ns	ns

標植は22.7株/m²、疎植は13.3株/m²かつ掻き取り量を標植の半分としたもの。
nsは5%水準で有意差がないことを示す。

	水管理	生育	作業体系
4月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">塩水選 種子消毒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">播種</div>
5月		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">荒起こし</div>	
		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">基肥散布</div>	
		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">代かき</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">移植</div>	
6月	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">浅水で 分けつ 確保</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">慣行 除草剤 施用</div>	
7月	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">冷害 危険期 深水に</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">幼形期</div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">生育に応じて追肥</div>
		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">減分期</div>	
8月	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">登熟期 なるべく 遅くまで 灌漑</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">出穂期</div>	
9月			
10月		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">完熟期</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">収穫</div>
			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">乾燥 ・ 調製</div>

1. 栽培適地

成熟期は極晩生であるため、十分な登熟期間が確保できる地域。生育を促進するため、成苗移植が望ましい。

2. 播種時の注意事項

異品種混入を防ぐため、食用米品種と播種時期をずらす。また、機械・施設の清掃を徹底し、残留種子を取り除く。

3. 施肥量

食用米品種の施肥標準から、窒素で1.5から2倍程度まで増肥可能。生育に応じて、幼穂形成期から止葉期の間に追肥を行う(窒素で3kg/10a程度)。堆肥施用時は施用量に応じて減肥する。

4. 栽植密度

過繁茂の危険性があるため、密植は避ける。極晩生で栄養成長期間が長く、分けつを確保できるため、疎植栽培で育苗にかかる労力、コストの削減も可能。

5. 水管理

生育初期の分けつ数増加を促進するため、分けつ期は浅水管理とする。障害型耐冷性は強い品種であるが、冷害危険期には深水管理によって幼穂を保温する。籾数が多く、登熟期間の長い品種であることから、良好な登熟を得るために登熟期間中はなるべく遅くまで湛水状態を保つ(排水性の悪い圃場では、収穫までにコンバインが入ることができるよう地耐力確保に注意)。

6. いもち病防除

いもち病に対する抵抗性があるので、慣行の防除から回数を減らすことが可能。前年いもち病が発生した圃場や、風通しの悪い圃場では、慣行通りとする。

7. その他の防除

雑草、病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、籾摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii) の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。

8. 落下種子対策

2-(8)を参照。

②東北地域における飼料用米生産のための栽培管理

ア 移植栽培

(ア) 作期・品種

耐倒伏性を備える「べこごのみ」、「ふくひびき」、「べこあおば」は多肥栽培に適する。食用米への混入防止のため、飼料用米の収穫が食用米より後になるように作期や品種を選択する(表2-17、図2-30)。地域で栽培される食用品種より遅い熟期の品種を選択するか、熟期の近い品種を用いる場合は、立毛乾燥の導入により、飼料用米の収穫を後にするなどの工夫をする。

表2-17 東北地域における多収品種と食用品種の熟期の対応

多収品種(熟期)	食用品種(熟期)
べこごのみ (早生の早)	あきたこまち (早生の晩)
ふくひびき (中生の中)	
べこあおば (中生の晩)	ひとめぼれ (中生の晩)

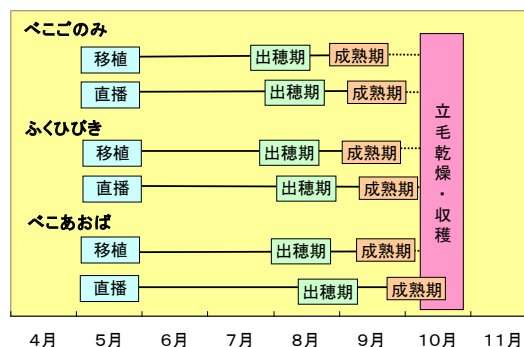


図2-30 東北中北部における多収品種の作期

(イ) 播種・移植準備

大粒の「べこあおば」では重量あたりの播種粒数が食用品種と比べて少なくなるため、食用品種を基準として重量で3割程度多めに播種する必要がある。「べこごのみ」「ふくひびき」の粒重は食用品種とほぼ同程度である。

(ウ) 目標生育量

800kg/10a 以上の収量を安定的に確保するためには「べこごのみ」、「ふくひびき」で総粒数 35,000 粒/m²以上、「べこあおば」で 30,000 粒/m²以上が目標であり(図2-31)、そのための目標穂数は「べこごのみ」で 250 本/m²以上、「ふくひびき」、「べこあおば」で 300 本/m²以上である(図2-32)。

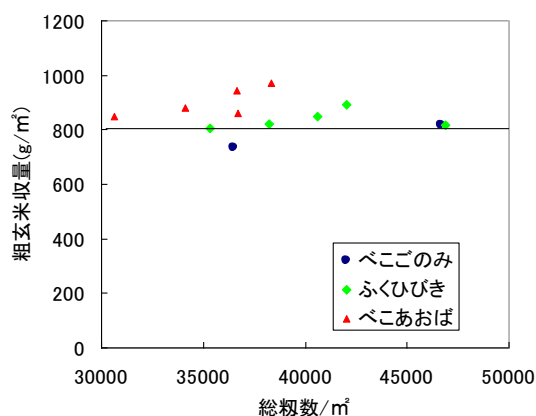


図2-31 移植栽培における多収品種の総粒数と粗玄米収量の関係(東北農研)

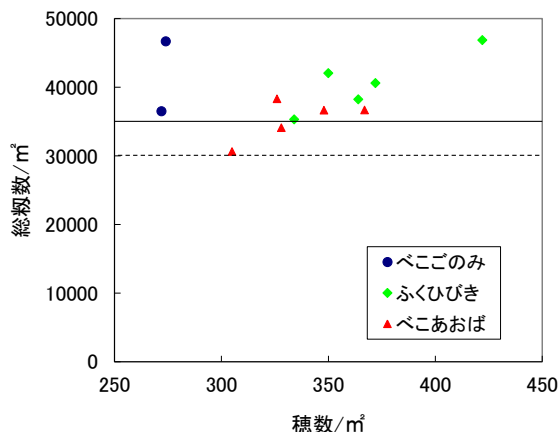


図2-32 移植栽培における多収品種の穂数と総粒数の関係(東北農研)

(エ) 肥培管理

目標生育量を確保するには、窒素成分で食用品種の1.6～2倍程度の基肥、穂肥を施用する。茎数不足の場合には、分けつ期の中間追肥の施用も穂数確保に有効である。なお、稈長が長くなりやすい「べこごのみ」では倒伏防止のため、窒素成分で20kg/10aを越えるような過度の多肥は避ける。

「べこあおば」のような大粒品種については、基肥を控えめに施用した場合でも、穂肥の増肥、実肥の施用といった後期重点型の施肥体系により効率的な収量確保が期待できる（図2-33）。また、穂肥の増肥、実肥の施用いずれも玄米タンパク質含有率の向上効果も期待できる（図2-34）。

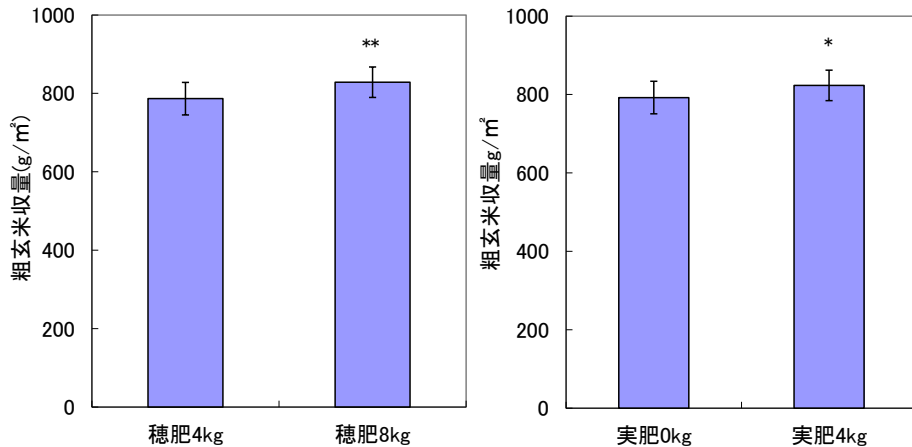


図2-33 穂肥施用量の増加及び実肥の施用が「べこあおば」の粗玄米収量に及ぼす影響(移植栽培、東北農研)

2カ年平均、家畜糞堆肥施用量 1t/10a、基肥窒素施用量 4kg/10a。

*、**はそれぞれ 5%、1%水準で有意差があることを示す。誤差線は標準偏差を示す。

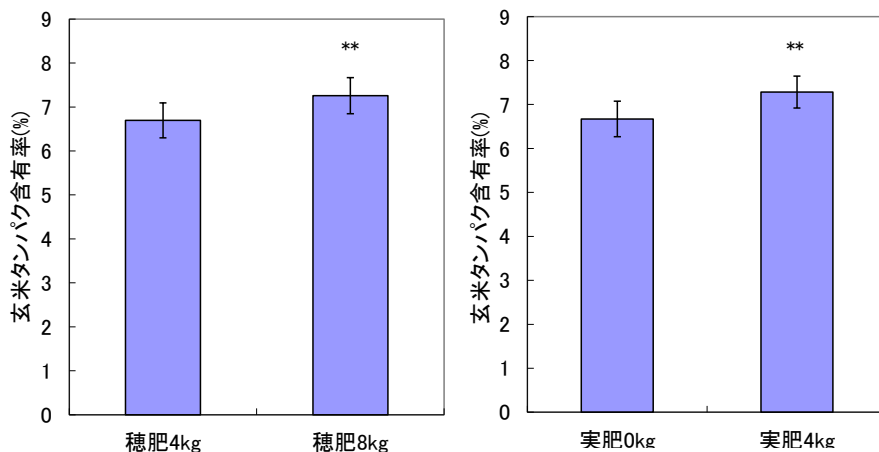


図2-34 穂肥施用量の増加及び実肥の施用が「べこあおば」の玄米タンパク質含有率に及ぼす影響(移植栽培、東北農研)

2カ年平均、家畜糞堆肥施用量 1t/10a、基肥窒素施用量 4kg/10a。

玄米タンパク質含有率は、乾物あたりの窒素含有率に換算係数 6.25 を乗じて算出。

*、**はそれぞれ 5%、1%水準で有意差があることを示す。誤差線は標準偏差を示す。

東北地域における多収品種の栽培管理 — 移植栽培 —

	水管理	生育	作業体系
3月			品種選定 種子消毒 (~3月)
4月			播種 堆肥散布 基肥散布
5月		落下種子対策	代かき 移植
6月	間断かん漑 中干		除草剤散布 病虫害防除 追肥
7月	低温時深水	幼形期 減分期	追肥 害虫防除
8月		出穂期	落水
9月			
10月			立毛乾燥・収穫 乾燥・調製
11月		落下種子対策	

1. 品種

- ①「べこごのみ」(早生の早)
 - ②「ふくひびき」(中生の中)
 - ③「べこあおば」(中生の晩、大粒品種)
- いずれも耐倒伏性にすぐれ多肥栽培に適する。

2. 種子の準備

- ①基本的に食用品種に準じる
- ②大粒品種の「べこあおば」を用いる場合は、食用品種より重量で3割程度多めの播種量とする。

3. 堆肥散布

良質な完熟堆肥を施用し、十分にすき込む。

4. 施肥量

- ①堆肥の施用量を考慮しながら、窒素成分で食用品種の1.6~2倍程度の多肥栽培とする。
- ②「べこごのみ」では過度の多肥は避ける。

5. 除草剤散布・病虫害防除

雑草、病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、籾摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii) の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。

6. 水管理

- ①基本的に食用品種に準じる。
- ②多肥条件では倒伏防止のため強めの中干しを行う。
- ③上記3品種は耐冷性が強くないため減数分裂期前後の低温により冷害が懸念される場合には深水管理等、食用品種と同様の冷害対策を行う。

7. 収穫・乾燥調製

- ①異品種混入を防ぐため、食用品種との作期をずらす。
- ②機械・施設の清掃を徹底し、残留籾を取り除く。
- ③可能な限りほ場で立毛乾燥し、水分の十分低下した籾を収穫する。
- ④コンバインの負荷が大きい場合は、走行速度を低くしたり、刈り取り条数を減らす。

8. 落下種子対策

2-(8)を参照

イ 湛水直播栽培

(ア) 作期・品種

「べこごのみ」、「ふくひびき」、「べこあおば」のいずれも直播栽培が可能である。ただし、「べこあおば」は種子が十分な発芽能力を有しているか事前にチェックする。移植栽培と同様に、食用品種より収穫が後になるような品種や作期の選択が必要になるが、直播栽培では移植栽培の場合より熟期が5日から10日程度遅くなるため直播の導入により作期分散が図られる(図2-30)。立毛乾燥を行う場合、熟期が遅くなると十分な効果が得られない場合があるため、適期内の出穂となるよう留意する。酸素供給剤の粉衣を前提とすれば食用品種と同時期からの播種が可能であるが、同一の播種機を使用する場合は食用品種への種子の混入がないよう留意する。

(イ) 播種準備

茎葉部も収穫対象となる WCS(ホールクロップサイレージ)の場合に比べて必要な苗立数の範囲は広いが、「べこごのみ」、「ふくひびき」、「べこあおば」とも穂重型のため、品種の多収性を発揮させるためには苗立数60~100本/m²程度を確保する必要がある。専用品種では苗立性がやや劣る場合があるため食用品種の播種量(4~6kg/10a)より若干多めの播種量とすることが望ましい。大粒の「べこあおば」では移植の場合と同様に、他品種より3割程度多めの播種量とする。ただし苗立数が過剰となった場合には、茎葉の過繁茂等により生育後半の凋落をまねき、十分な収量が確保できないおそれがあるため注意する。

(ウ) 目標生育量

直播栽培の場合、移植栽培と比べて籾数不足により減収するケースが多いため、移植並の収量を得るためには相応の籾数確保が目標となる(図2-35、図2-36)。

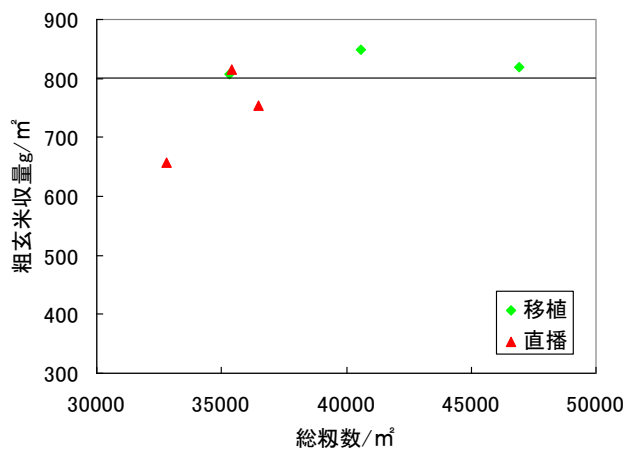


図2-35 多収品種の移植栽培と直播栽培における総籾数と粗玄米収量の関係
(東北農研、品種:ふくひびき)

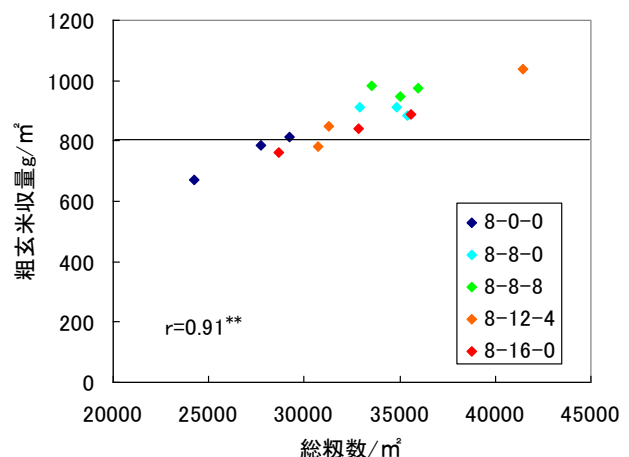


図2-36 異なる施肥条件で直播栽培した多収品種の総籾数と粗玄米収量の関係
(東北農研、品種:べこあおば)

图中凡例は窒素施用量(基肥-穂肥-実肥 g/m²)

r 相関係数、**1%水準で有意な相関あり

(エ) 肥培管理

短稈の「べこあおば」「ふくひびき」では移植栽培並の多肥栽培も可能であるが、稈長の伸びやすい「べこごのみ」では窒素成分で 20kg/10a を越えるような過度の多肥は避ける。水管理は食用品種の直播栽培に準じるが、多肥栽培の場合には強めの中干しによる倒伏防止対策が必要である。「べこあおば」のような大粒品種については移植栽培と同様に直播栽培においても穂肥の増肥、実肥の施用といった後期重点型の施肥体系による収量、玄米タンパク質含有率の向上が期待できる(図2-37、図2-38)。

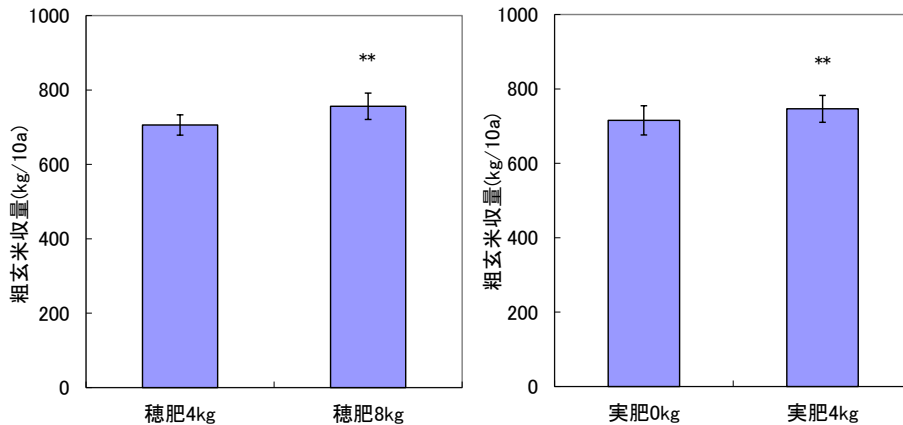


図2-37 穂肥施用量の増加及び実肥の施用が「べこあおば」の粗玄米収量に及ぼす影響(直播栽培、東北農研)

2カ年平均、家畜ふん堆肥施用量 1t/10a、基肥窒素施用量 4kg/10a。

*, **はそれぞれ 5%、1%水準で有意差があることを示す。誤差線は標準偏差を示す。

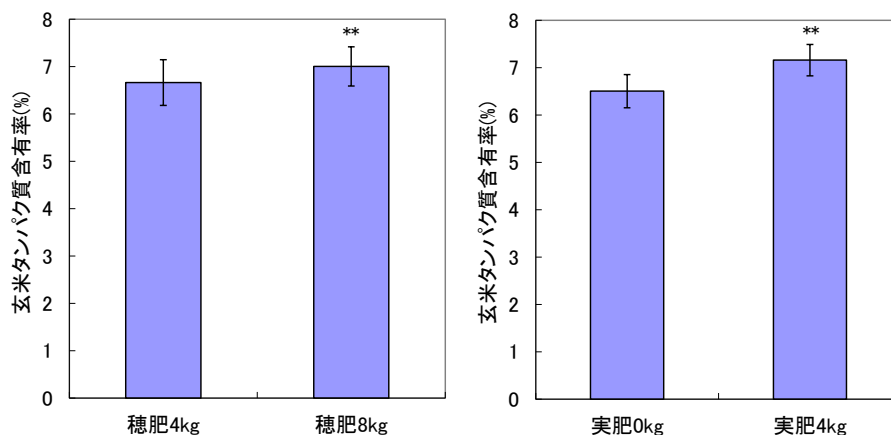


図2-38 穂肥施用量の増加及び実肥の施用が「べこあおば」の玄米タンパク質含有率に及ぼす影響(直播栽培、東北農研)

2カ年平均、家畜ふん堆肥施用量 1t/10a、基肥窒素施用量 4kg/10a。

玄米タンパク質含有率は、乾物あたりの窒素含有率に換算係数 6.25 を乗じて算出。

*, **はそれぞれ 5%、1%水準で有意差があることを示す。誤差線は標準偏差を示す。

東北地域における多収品種の栽培管理 — 湛水直播栽培 —

	水管理	生育	作業体系
3月			品種選定 種子消毒
4月		落下種子対策	堆肥散布 基肥散布
5月	落水出芽		代かき 播種
6月	間断かん漑		除草剤散布 病虫害防除 追肥
7月	中干 低温時深水	幼形期 減分期	追肥 害虫防除
8月		出穂期	
9月			落水
10月			立毛乾燥・収穫 乾燥・調製
11月		落下種子対策	

1. 品種

- ①「べこごのみ」(早生の早)
 - ②「ふくひびき」(中生の中)
 - ③「べこあおば」(中生の晩、大粒品種)
- いずれも耐倒伏性にすぐれ直播栽培に適する。

2. 種子の準備

- ①基本的に食用品種の直播栽培に準じる
- ②播種量は食用品種の標準(4~6kg/10a)より若干多めとする。
- ③大粒品種の「べこあおば」を用いる場合は、更に重量で3割程度多めの播種量とする。
- ④催芽粒に乾粒重の1~2倍量の酸素供給剤の粉衣を行う。
- ④播種後5~10日間程度は落水管理とし、出芽を促進させる。

3. 堆肥散布

- ①良質な完熟堆肥を施用し、十分に鋤込む。
- ②大量施用は出芽に悪影響を及ぼす場合があるので避ける。

4. 施肥量

- ①窒素成分で食用品種での直播栽培の1.6~2倍程度の多肥栽培とする。
- ②「べこごのみ」では過度の多肥は避ける。

5. 除草剤散布・病虫害防除

病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、籾摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii) の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。雑草防除にあたっては、「直播水稻」に利用できることを確認する。

6. 水管理

- ①基本的に食用品種に準じる。
- ②倒伏防止のため強めの中干しを行う。
- ③上記3品種は耐冷性が強くないため減数分裂期前後の低温により冷害が懸念される場合には深水管理等、食用品種と同様の冷害対策を行う。

7. 収穫・乾燥調製

- ①異品種混入を防ぐため、食用品種との作期をずらす。
- ②機械・施設の清掃を徹底し、残留籾を取り除く。
- ③可能な限り圃場で立毛乾燥し、水分の十分低下した籾を収穫する。

8. 落下種子対策

2-(8)を参照

③北陸地域における飼料用米生産のための栽培管理

ア 移植栽培

(ア) 移植栽培と直播栽培

安定性では移植が、低コスト性では育苗が不要な直播がそれぞれ有利である。収量面では、より多肥条件下で栽培できる移植の方が多収を得やすい。しかし、近年育成された多収品種の多くは、良好な苗立性や高い耐倒伏性など優れた直播適性を有しており、これらの品種を用いれば、直播(散播)でも移植に近い安定性と多収性を得ることができる(表2-18)。

表2-18 移植と散播直播での粗玄米収

品種(用途)	粗玄米重 kg/10a		収量比 直播/移植
	移植	直播	
夢あおば	760	735	0.97
クサユタカ	783	765	0.98
ホシアオバ	743	719	0.97
コシヒカリ(食用)	596	434	0.73
どんとこい(食用)	625	539	0.86

注)北陸研究センターでの試験結果。直播は湛水散播直播。

(イ) 作期の設定と品種選択

作期の設定と品種選択は食用米と極力作業競合しないように行う。収穫時における混入の危険性を考慮した場合、飼料用米の収穫時期としては食用米の収穫後が望ましい。晩生種の「北陸 193 号」や中晩生種の「ホシアオバ」は、「コシヒカリ」よりも成熟が遅いので適している。北陸地域では高温登熟回避のため食用米の移植時期を遅らせる傾向にあり、5月中旬移植となった富山県や新潟県上越地方の平坦地では、かつての田植最盛期の4月末～5月初旬が空いており、育苗時の低温に留意する必要があるが、この時期に多収品種を移植することで春作業の競合も回避できる。また、「北陸 193 号」や「ホシアオバ」を用いれば収穫期の競合はない(図2-39)。なお、「コシヒカリBL」のいもち病抵抗性遺伝子との関係で多収性品種の多くが作付制限されている新潟県では「ゆめさかり」の栽培が可能である。

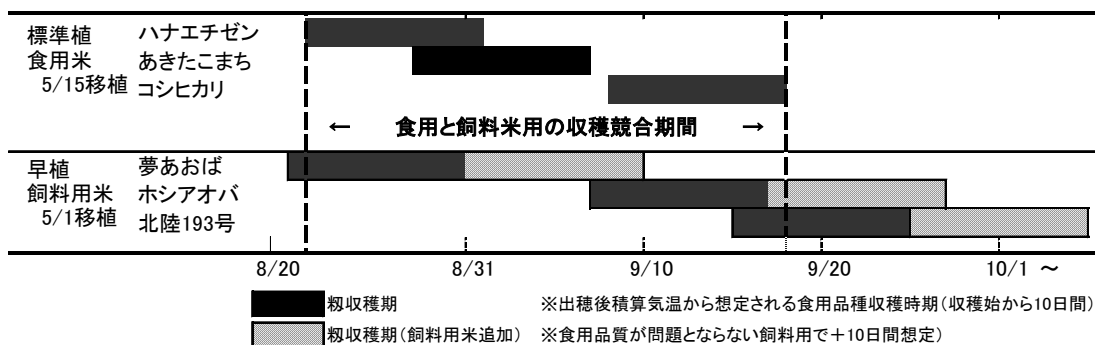


図2-39 早植した多収品種と標準植した食用品種の収穫時期比較(栽培地・新潟県上越)

(ウ) 播種量の設定

多収品種は、食用米との玄米の識別性を持たせるため千粒重が重い大粒としているものが多く、「クサユタカ」で「コシヒカリ」など通常の食用品種の1.5倍以上、「ホシアオバ」は1.3倍以上、「夢あおば」でも1.2倍程度の千粒重がある。このため、苗箱への播種量を通常の食用品種と同様に設定すると苗が不足し、移植時に欠株が発生しやすくなる。多収米品種を利用する場合、必ず千粒重を確認し、必要に応じて苗箱当たり播種量の割り増しを行う。

(エ) 休眠の打破

「北陸 193 号」などのインド型品種は種子休眠性が非常に深いので、そのままでは発芽率が著しく低くなる。必ず、種子予措の前に、乾燥した種子を 50℃で 5 日間の乾熱処理を行い休眠を打破する。

(オ) 肥培管理

食用米のための窒素施肥量は多収よりもむしろ食味・品質確保の観点から設定されており、中間追肥(分げつ肥)も現在ほとんど施用されない。多収を目標とする飼料用米生産では、このような食用米の基準では多収確保は難しいので、倒伏を生じない範囲で施肥量を増やしたり中間追肥を取り入れた多肥栽培を行う(表2-19)。そのためにも、導入する品種は耐倒伏性の高い多収品種を用いる。飼料用米に向く品種は分げつが少ない穂重型～極穂重型のものが多く、これらの品種では分げつ期に窒素を追肥することで分げつ茎の充実と穂数の確保を行うことができる。穂肥時期は食用品種のような厳密な設定は不要で回数も「コシヒカリ」のように分施する必要はない。窒素合計施肥量は食用イネの 1.6～2 倍程度であるが、これは地力の違いに応じて増減する。表2-20に北陸地域における移植栽培での施肥体系の概略を示したが、葉色の維持が多収のための重要なポイントであり、出穂前 30～40 日前以降は葉色板 5～5.5 以上の葉色を保持するようにしたい。ただし、施肥窒素量が食用稲の 2 倍を大きく超える極端な多肥は、倒伏とともにいもち病発生の危険度が高まるので、避けることが望ましい。

作業省力化のために緩効性肥料を用いる基肥一発施肥体系は、多収品種でも適用可能である。穂重～極穂重型品種では、分げつ期間中の肥効が確保できるように比較的溶出時期が早いパターンのタイプが向いている。また、登熟期の窒素栄養不足が懸念される年次では、多収のためには、遅い穂肥や穂揃期追肥などを追加施用する。

(カ) 水管理

食用米生産とほぼ同様の管理となるが、生育期間の長い晩生品種では、根の活力を維持するため中干しを田面に亀裂が入るまで確実に行う。根の活力を維持するためには、日減水深が 1.5～2cm 程度確保されている必要があり、中干しを強めにすることで土壌の垂直方向への水みちが形成され、減水深も増える。これにより登熟の向上が期待できる。

表2-19 窒素施肥量と多収品種の粗玄米収量(kg/10a)

窒素施肥量(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)	681 (100)	701 (100)	586 (100)
7kg (基肥+中間追肥+穂肥)	735 (108)	771 (110)	623 (106)倒伏
9kg (基肥+中間追肥+穂肥)	787 (116)	802 (114)	617 (105)倒伏

注) カッコ内は各品種とも窒素5kg施用時の収量を100とした値、コシヒカリは玄米収量中央農研・北陸研究センター試験成績による

表 2-20 北陸地域における多収品種の窒素施肥量の目安

品 種	基肥		中間追肥		穂肥1		穂肥2		合 計 施用量
	施用量	施用量	施用時期	施用時期	施用時期	施用時期	施用時期	施用時期	
イネWCS用品種 (夢あおば、クサユタカ)	3	3	苗当たり 分けつ 4, 5本発 生時	3~4	出穂前 35~25日	—	—	—	9~10
北陸193号 (高・中地力圃場)	6	—	—	4	7月15~20 日	4	8月上旬	—	14
北陸193号 (低地力圃場)	6	—	—	5	7月5~10 日	3	8月上旬	—	14
食用コシヒカリ (参考)	2~3	—	—	0.5~1.5	出穂前 18~15日	0.5~1.5	出穂前 10日	—	5~6

注 食用コシヒカリは新潟県平坦部(粘質土壌)での基準
イネWCS用品種は中央農研・北陸研究センター試験成績による
北陸193号は新潟県暫定栽培基準による(中間追肥効果など未試験)

(キ) 収穫

飼料用米は食味や玄米外観品質を考慮しなくて良いので、収穫期の判断は食用米基準(籾水分)に準拠する必要はない。収穫前に圃場での立毛乾燥を可能な限り行うことで子実水分量を減少させ、乾燥調製費を節減することも可能である。「なつあおば」や「夢あおば」等の早生品種は 1,100~1,200℃以上の出穂後積算平均気温で籾水分 20%以下に至る。その他の品種ならびに留意点については 2-(7)を参照。

(ク) 苗箱削減のための疎植栽培

疎植栽培は単位面積当たりの必要苗箱数が減るため、省力・低コスト面での効果が大きく、食用米では温暖な西日本を中心に着実に普及しつつある。北陸地域でも栽植株密度を減らす傾向にある。一方で、寒冷地南部に位置する北陸では、インド型の多収品種の場合、気象条件によっては十分な収量が得られない場合もあると考えられる。疎植栽培の適用可能な地域や品種・作期・株密度については、今後の検討課題であるが、現状では生育期間が短い極早生~早生品種ならびに極穂重型で分けつ数が少ない品種、そして平均気温がやや低い北陸北部(新潟県)では、収量の安定的確保を優先するため極端な疎植(11株/m²など)は避け、15株/m²程度とする。

(ケ) 飼料用米を含む水田輪作体系

転換畑ダイズ等作付後の輪換田は、地力窒素発現量が増えるため、後作水稻では倒伏の発生や食味・品質低下の恐れがある。養分吸収量が高く耐倒伏性に優れた多収品種はこうした心配が少なく、かつ輪換田に作付けすることで基肥を2~3割程度減らせるのでコスト削減に有効である。また、その後には食用品種を作付けする、大豆-飼料用米-食用米の輪作を形成することで、食用品種の倒伏や食味・品質低下を避ける効果が期待できる。ただし、食用品種の栽培にあたっては漏生イネ対策を必ず行う。飼料用米収穫時の落下種子数が多い場合は後作に食用品種を作付けしない。

北陸地域における多収品種の栽培管理 — 移植栽培 —

	水管理	生育	作業体系
3月			堆肥散布 品種選定 種子消毒
4月			播種 基肥散布 代かき
5月		落下種子対策	移植 除草剤散布
6月		間断かん漑 中干	追肥 病虫害防除
7月		幼穂期 減分期	追肥 病虫害防除
8月		出穂期	
9月			落水 立毛乾燥・収穫
10月		落下種子対策	乾燥・調製
11月			

1. 品種

- ①「なつあおば」、「夢あおば」、「ふくひびき」、「ゆめさかり」、「クサユタカ」、「ホシアオバ」、「北陸193号」など。「北陸193号」以外は直播栽培可能。中山間地や晩植では早生の「なつあおば」、「夢あおば」、「ふくひびき」が適する。
- ②食用品種との作業競合を考慮して品種選択と作期設定を行う。

2. 種子の準備

- ①千粒重を考慮して種子量を決定し、苗箱当たりの播種量を増減する。
- ②種子休眠の深い「北陸193号」は、必ず50℃、5日間の乾熱処理による休眠打破を行う。

3. 堆肥散布

完熟した堆肥を土壤に充分混和する。

4. 施肥量

- ①食用品種の施用量の1.6～2倍程度が目安になるが（「北陸193号」を除く）、地力に応じて加減する。
- ②過剰施用はいもち病等発生の危険性を高めるので避ける。

5. 除草

食用品種の基準に準ずる。

6. 中干し等水管理

- ①茎数が確保されていれば強めとし、以後の排水性を確保する。
- ②重粘土地帯では溝切りを必ず実施する。
- ③登熟期の早期落水は減収の可能性があるので避ける。

7. 病虫害防除

- ①普通品種と原則同様の管理を実施。
- ②茎の太い「北陸193号」等ではニカメイチュウ被害を受けやすいので注意する。

8. 農薬使用

雑草、病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、籾摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii) の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。

9. 刈り取り

- ①収穫適期は食用米基準より遅くても良い。
- ②コンバインの負荷が大きい場合は、走行速度を低くしたり、刈り取り条数を減らす。特に、茎が太い「北陸193号」では刈り取り負荷が大きく、4条刈以上のコンバインが適する。
- ③できるだけ立毛乾燥を行うが、脱粒しやすい品種（「北陸193号」）は刈り遅れに注意する。

10. その他

- ①異品種混入を防ぐため、機械・施設の清掃を徹底し、残留籾を取り除く。
- ②低温に弱い「北陸193号」等インド型品種はハウス育苗とし、露地育苗は避ける。
- ③落下種子対策は2-(8)項を参照。

イ 湛水直播栽培

省力・低コスト性が高い直播栽培は飼料用米生産に適している。北陸地域は湛水直播栽培の普及が進んでおり、食用米生産で培われた技術を適用できる。直播の播種方式のうち、条播・点播は耐倒伏性に優れ安定的であるが播種作業時間が比較的長く、散播は播種作業は速いが耐倒伏性に劣るなどの特徴がある。直播適性の高い多収品種はいずれの方式も選択可能である。播種法が多様な湛水直播では、条播・散播・点播などいずれの方法も選択可能であり、小～中区画圃場では専用播種機を必要としない背負式動力散布機利用の散播も可能である。すでに、条播機などを導入・整備している経営では、こうした作業機を活用する。直播栽培時の留意点は食用米とほぼ同じであるが、特に以下の事項に注意する。

(ア) 品種の選定

「なつあおば」、「夢あおば」、「ゆめさかり」、「ホシアオバ」、「クサユタカ」等、多収品種は、耐倒伏性が強く、苗立性と初期生育性が良好であり、安定性と収量性の点で食用品種に優る。「キヌヒカリ」、「どんとこい」などの食用品種の使用も可能であるが、多肥栽培における耐倒伏性や収量性の点では多収品種に劣る。なお、「北陸 193 号」等、インド型品種は種子の休眠性が深く、かつ低温出芽性や土中出芽性に劣るので直播栽培に用いることは避ける。

(イ) 酸素発生剤粉衣

より低コストを目指すためには、酸素発生剤を粉衣しない裸粃での播種が有効である。しかし、条播や点播など土中に強制的に種粃を埋没させる方式では、出芽が抑制され苗立率が極端に低くなるので、酸素発生剤は必ず粉衣する。種粃が地表下に埋没しにくい散播では、酸素発生剤を粉衣しない播種が可能である。ただし、露出粃があまりに多いと浮き苗や鳥害(スズメ)多発の原因となるので、代かきから播種までの期間をあまり空けない(田面を硬くしない)、田面均平を確保し播種時に滞水部分をできるだけ少なくするなどに努める。近年普及しつつある鉄資材を粉衣する鉄コーティング直播法は表面播種に適しており鳥害回避効果も期待できるので、耐倒伏性の強い品種に適用できる。

(ウ) 直播での肥培管理

穂重～極穂重型で分けつ数が少なく耐倒伏性が強い多収品種では、食用品種の苗立密度と施肥の基準では多収に至らない恐れがあるので、苗立密度と施肥量を高め多めに設定する。この場合、窒素合計施用量は食用イネ直播栽培基準の 1.6 倍から 2 倍程度までが妥当である。「夢あおば」や「クサユタカ」を用いた湛水散播直播の例では、多収のためには苗立密度は最低限 70 本/㎡以上、目標として 120 本/㎡を確保する必要がある、窒素施肥量は、5月上旬播種の場合 7～9kg/10a を基肥・分けつ期追肥・穂肥に等量分施し、6月中旬の晩播では 4～5kg/10a を基肥・分けつ期または穂首分化期に等量分施する。両品種の多くの試験結果で最多収量は 120～160 本/㎡の高い苗立密度で得られているが、これは、これらの品種が少分けつ性で穂数が確保しにくい特性を有するためである。

北陸地域における多収品種の栽培管理 — 湛水直播栽培 —

	水管理	生育	作業体系
3月			品種選定 種子消毒
4月		落下種子対策	堆肥散布 基肥散布
5月	落水出芽		代かき 播種
6月	間断かん漑		除草剤散布 病虫害防除 追肥
7月		幼形期 減分期	追肥 害虫防除
8月		出穂期	
9月			落水 立毛乾燥・収穫
10月			乾燥・調製
11月		落下種子対策	

1. 品種

「なつあおば」、「夢あおば」、「ふくひびき」、「ゆめさかり」、「クサユタカ」、「ホシアオバ」等が適する。「北陸193号」は出芽性が悪く不適である。

2. 種子の準備と播種

- ①基本は食用品種の直播栽培に準じる。
- ②多収品種は大粒品種が多いので、千粒重に応じて播種量を割り増しする。
- ③酸素供給剤を粉衣しない裸粳の表面散播では播種量を3割程度増やす。
- ④鉄コーティング種子は土中播種としない。

3. 堆肥散布

- ①良質な完熟堆肥を施用し、十分に鋤込む。
- ②大量施用や未熟堆肥施用では土壌還元が生じ出芽が悪くなる場合があるので避ける。

4. 施肥量

窒素成分で食用品種での直播栽培の1.6～2倍程度の多肥栽培とする。

5. 除草剤散布・病虫害防除

病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、粳摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 粳米のまま、もしくは粳殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii) の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。雑草防除にあたっては、「直播水稻」に利用できることを確認する。

6. 水管理

- ①播種後は出芽まで落水管理とし、それ以降は食用米に準じる。
- ②倒伏防止のため強めの中干しを行う。

7. 収穫・乾燥・調製

- ①異品種混入を防ぐため、食用品種との作期をずらす。
- ②機械・施設の清掃を徹底し、残留粳を取り除く。
- ③可能な限り圃場で立毛乾燥し、水分の十分低下した粳を収穫する。

8. 落下種子対策

2-(8)項を参照

④関東・東海地域における飼料用米生産のための栽培管理

ア 移植栽培

(ア) 作期・品種の選定

飼料用米の収量確保のためには登熟の安定化が重要である。40日間の平均気温が21℃を下回る暦日から、出穂晩限の目安は、関東では8月末～9月初旬、東海では9月上中旬となる。作付け時期の早限は、平均気温が13℃を超える暦日から4月上中旬となる。このような気象条件を参考に、一般品種との作業競合の回避も考慮して品種・作期を選定する。適用品種は「夢あおば」、「ホシアオバ」、「モミロマン」等の日本型や中間型品種に加えて、インド型品種の「タカナリ」、「北陸193号」となる。

飼料用米生産における登熟期の倒伏は、生産物への土壌混入などにより飼料としての品質に影響を及ぼすことがあるので、耐倒伏性が強い多収品種を用いることが望ましい。また、「タカナリ」や「北陸193号」などのインド型品種では耐冷性が弱く、生育初期の低温による生育停滞や減数分裂期の低温による障害型冷害を生じやすいこと、多収品種は全般に食用品種よりも登熟期間が長くなることに留意する必要がある。

(イ) 窒素吸収と多収栽培

飼料用米生産の肥培管理は収量性向上を第一に考えて実施する。近年の食用イネ栽培での窒素施用量は倒伏や食味への影響が懸念されるため、6～9kg/10a程度であるが、米作日本一の1000kg/10aに達する多収事例での窒素施用量は20kg/10aに達している。多収品種を栽培したときの窒素吸収量と籾数や収量との関係から、多収の達成には窒素吸収の増加が必須である(図2-40)。下図では、現在の平年単収に近い500kg/10aの収量から800kg/10aを超える多収を達成するためには、成熟期の窒素吸収量を10kg/10aから15kg/10a以上、すなわち1.5倍以上に増加させる必要があり、窒素の施肥量を食用稲の1.6～2倍とする。さらに、多収達成のためには施肥窒素の利用効率の向上や土壌窒素の吸収促進などを図ることが重要である。

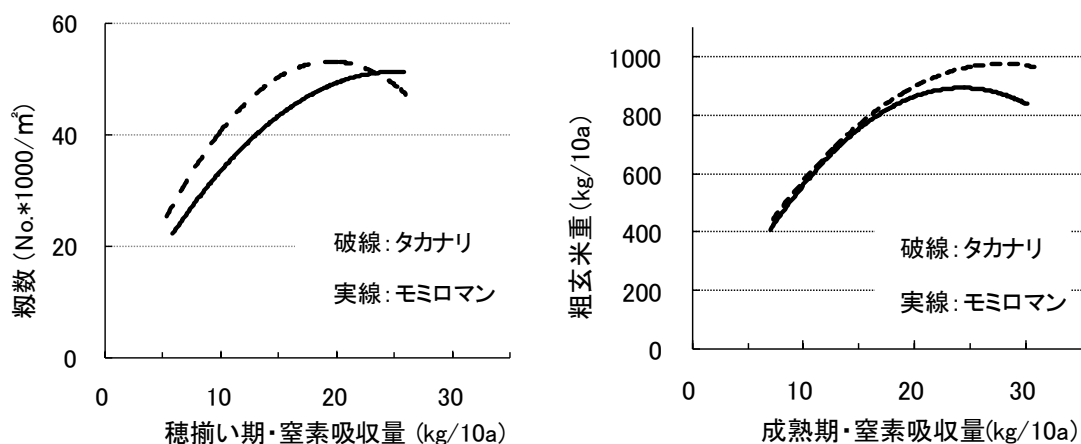


図2-40 窒素吸収量と収量との関係

注) 作物研究所 2006～08年データを基に回帰。

(ウ) 有機物の活用方法

肥料コストの低減と圃場の地力維持のため、さらには耕畜連携による家畜ふん堆肥の利用の重要性を考慮すると、家畜ふん堆肥等の有機物施用を前提とした栽培を行う。リン酸および加里肥料の施用については、肥料価格の高騰や過剰施用の事例もみられるため、土壌診断や施用有機物の成分含量を考慮して、施用の必要性や施用量を決めることが重要である。

有機物の利用に際しては、その原料や製造方法により肥効が変動することを考慮する。畜種と堆肥の成分組成との関係については、一般に牛ふん堆肥で窒素含有量が低くC/N比が高い傾向を示す。また、施用年以降も徐々に窒素が可給化するため、連用効果を考慮した試算に基づいて、施肥窒素削減量を決定する必要がある(表2-21)。

表2-21 たい肥1t当たりの減肥量(kg/10a)の目安

たい肥の種類	窒素		リン酸 (P ₂ O ₅)	カリ (K ₂ O)
	非連用	連用		
稲わらたい肥	1.0	1.7	2.0	2.9
牛ふんたい肥	2.1	4.3	7.0	4.8
豚ふんたい肥	4.1	8.1	19.4	6.9
パークたい肥	1.1	1.9	3.1	1.8

農林水産省「土壌管理のあり方に関する意見交換会」報告書(2008)

(エ) 窒素利用率向上と吸収促進のための栽培法

施肥窒素の利用効率を向上させる方法として、①局所施肥、②後期重点施肥法、③緩効性窒素肥料の利用(表2-22)、④深耕、⑤田畑輪換利用における復田初年目の活用がある。局所施肥については肥料の種類が限定される場合もあるが、田植機や直播機に装備された側条施肥機の利用が一般的に行われている。また、緩効性窒素肥料では、被覆尿素肥料により窒素利用率が高まるものの、製品価格が相対的に高いため、コストを考慮する必要がある。後期重点施肥や深耕については、労力や機械コストなどを考慮して適用する。また、転換畑における復田時の乾土効果の利用については、畑転換が長期にわたっても復田による増収効果がある(図2-41)。転作率が高い状況において、復田初年目に食用一般品種を作付ける際に倒伏や食味低下が懸念されることも多いため、このような場合に多収品種の作付けが有効になる。

表2-22 施肥窒素種類の水稲吸収利用率への影響(柴原ら 1992)

施肥種類・方法	施肥量(Nkg/10a)			施肥窒素利用率(%)	
	基肥	追肥	穂肥	幼穂形成期	成熟期
被覆尿素・全量基肥	10	0	0	40.3	56.5
被覆尿素基肥+硫安追肥	6	0	4	39.8	56.9
尿素分施	3	3	4	25.8	41.1
硫安分施	3	3	4	28.0	40.2

供試品種: 日本晴。被覆尿素肥料は100日タイプ。柴原ら(1992)滋賀農試研報 33, 17

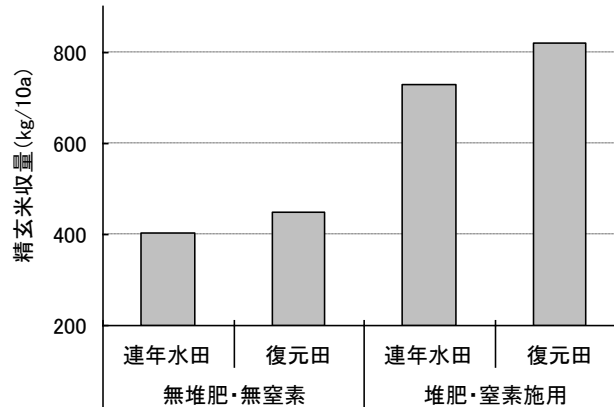


図2-41 長期畑転換後の復元田における水稻収量(住田ら2005)

注)転換初年目。

生育中盤以降の間断灌漑や中干し等の水管理により、生育後期の土壌からの窒素発現を促進することや根の活性を維持することも窒素吸収の促進につながる。特に多収品種では登熟期が全般に長くなるため、登熟期の乾物生産能の維持・向上の観点からも水管理の影響が大きくなる。

(オ) 生育目標

なお、生育目標は、選定品種や収量目標により変動するが、「タカナリ」、「モミロマン」で 800kg/10a 以上を目指す場合の目安は表2-24の通りである。多収品種は穂重型の草型を示すものが多く、目標穂数が 300/m² 本以下となる場合が多いため、中干しの開始などのために有効分けつ終止期を決定する際には、留意が必要となる。

表2-23 多収品種の生育目標事例

品種	粗 玄米重 (kg/10a)	穂数 (no./m ²)	総 籾数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	玄米 千粒重 (g)	成熟期 窒素吸収 (kg/10a)
タカナリ	800	260	47.0	80.0	21.5	17
モミロマン	800	240	45.0	72.0	25.0	17

作物研究所2006~08データを基に作成.

関東・東海地域における多収品種の栽培管理 — 移植栽培 —

	水管理	生育	作業体系
3月			堆肥散布 品種選定 種子消毒
4月			播種 基肥散布
5月		落下種子対策	代かき 移植
6月	間断かん漑		除草剤散布 病虫害防除
7月	中干	幼穂期 減分期	追肥 病虫害防除
8月		出穂期	
9月			落水
10月			立毛乾燥・収穫 乾燥・調製
11月		落下種子対策	

1. 品種

- ① 適用品種は「タカナリ」、「モミロマン」、「北陸193号」など。早期栽培や晩植栽培では早生品種「べこあおば」や「ふくひびき」も適用可。
- ② 各地域における移植早限(日平均気温13℃以上)および出穂晩限、普通品種との作業競合回避等を考慮して品種の早晩性を決定。
- ③ 移植後や減数分裂期の低温が危惧される場合にはインド型品種の利用は避ける。

2. 種子の準備

- ① 千粒重を考慮して種子量を決定し、苗箱当たりの播種量も増減する必要がある。
- ② 種子休眠の深い品種(特にインド型品種)は、50℃、5日間の乾熱処理などにより休眠打破。

3. 堆肥散布

- ① 前年秋から作付け約1ヶ月前までに散布し、土壤に混和。
- ② 堆肥の種類と肥効の関係を考慮して散布量を決定。

4. 施肥量

- ① 食用品種への施用量の1.6～2.0倍程度が目安になるが、品種の耐倒伏性や目標収量に応じて加減する。
- ② 堆肥等の有機物施用量、質に応じて化学肥料施用量を調整する。

5. 除草

- 食用品種と同様の管理だが、品種により除草剤(成分:ベンゾビシクロン)の葉害を生じる場合が報告されているので、使用前に成分を確認する。

6. 中干し等水管理

- ① 生育量(分げつ数)に応じて、時期と強度を調節。
- ② 必要に応じて溝切りを実施。
- ③ 登熟期の早期落水は減収の可能性。

7. 病虫害防除

普通品種と原則同様の管理を実施。

8. 農薬使用

雑草、病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、糶摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii) の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。

9. 刈り取り

- ① 茎が太い品種ではコンバインへの負荷が大きくなるため、作業速度に注意。
- ② 負荷が大きい場合には刈り取り速度の低下や刈り取り条数を減らすなどで対応。
- ③ 脱粒しやすい品種(タカナリ)は刈り遅れに注意。

10. その他

- ① 異品種混入を防ぐため、食用品種との作期をずらす。また、機械・施設の清掃を徹底し、残留籾を取り除く。
- ② 落下種子対策については、2-(8)項を参照する。

イ 直播栽培（湛水直播）

（ア）作期・品種の選定

移植栽培同様の出穂晩限を目安（関東では8月末～9月初旬、東海では9月上中旬）に、作付け時期と品種の選定を行う必要がある。直播時期は、出芽の安定化のためには、平均気温が15℃を超える4月下旬以降が望ましい。移植時期の前に播種を行い、移植水稻の後に収穫を行うことで、同一品種内の作業競合が回避できる。

適用品種は中生の「モミロマン」、早生品種の「夢あおば」、「べこあおば」、「ふくひびき」となる。早晩性の点では「タカナリ」、「北陸 193 号」も適用可能であるが、休眠性や出芽の不安定性のため湛水直播栽培には用いない。

（イ）種子準備～播種～出芽

目標苗立ち数（50～150 本/m²）、予想苗立ち率、千粒重をもとに播種量を計算して種子を準備。催芽剤に乾粒重の1～2倍相当の酸素発生剤（カルパー粉粒剤）を被覆し、播種量に応じて播種機の種子繰り出し量を調整する。播種後は出芽揃いまで自然落水する。

（ウ）除草剤散布

落水出芽による出芽揃いを確認したら入水し、減水深が安定してから土壌処理剤を散布する。散布時期が遅れると雑草の葉令が進んで効果が低下するため、入水時期と散布時期に留意が必要である。また、「モミロマン」などでは、4-HPPD阻害型除草剤（ベンゾピシクロン、メソトリオン、テフリルトリオン等）による薬害発生が報告されており、これらの品種を利用する場合には使用前に成分を確認する。

（エ）施肥法

多収品種の多くは耐倒伏性が高いため、一般的な食用品種の場合よりも減肥の程度を小さくして、移植栽培と同等の施肥を行える可能性がある。一方、直播栽培では苗立ち密度や播種様式により耐倒伏性が変動し、特に高密度の散播栽培では耐倒伏性が低下するため、播種様式や苗立ち密度に準じて、施肥や水管理による制御を行う必要となる。このとき、施肥窒素当りの収量は、移植と直播で同等の結果が得られており（表2-24）、極端な減肥は大きな減収をとまうことに留意する。施肥量は普通品種の直播栽培の1.6～2.0倍が目安になる。また、落水出芽を行うため、基肥に化成肥料などの速効性肥料を用いる場合には施肥窒素利用率が低下する。このため、基肥に緩効性肥料を利用することや基肥を減量して分けつ期に追肥を行うなどの施肥設計が重要になる。

表2-24 多収品種の直播栽培での収量性

品種	栽培法	移植日	出穂期	成熟期	粗		施肥窒素 当り収量 (kg/kgN)	穂数 (本/m ²)	倒伏 程度 (0-9)
		直播日 (月・日)	(月・日)	(月・日)	玄米重 (kg/10a)	同左比			
モミロマン	移植	5.18	8.16	10.10	867	(100)	54	281	2
	直播	5.12	8.25	10.23	674	78	56	323	4

作物研究所・低コスト稲育種研究チーム、稲マーカ育種研究チームデータ(2004, 2006年平均値)。施肥量は移植:16kg/10a、直播:12kg/10a。倒伏程度は0(無倒伏)～9(甚)。

	水管理	生育	作業体系
3月			堆肥散布 品種選定 種子消毒
4月		落下種子対策	基肥散布 代かき 播種
5月	落水出芽		除草剤散布
6月	間断かん漑		追肥 除草剤散布 病虫害防除
7月		中干 幼穂期	追肥
8月		減分期 出穂期	病虫害防除
9月			落水
10月			立毛 乾燥・収穫 乾燥・調製
11月		落下種子対策	

1. 品種

- ① 中生品種:「モミロマン」
- ② 早生品種:「べこあおば」、「ふくひびき」

2. 種子の準備～播種

- ① 千粒重を考慮して種子量を決定し、播種機の繰り出し量を調整する(特に大粒品種「べこあおば」)。
- ② 催芽剤に乾粒重の1～2倍重相当の酸素供給剤(カルパー)を被覆する。
- ③ 播種後出芽揃いまで落水管理を行い、出芽を促進。

3. 堆肥散布

- ① 前年秋から作付け約1ヶ月前までに散布し、土壤に混和。
- ② 堆肥の種類と肥効の関係を考慮して散布量を決定。

4. 施肥量

- ① 普通品種の直播栽培の1.6～2.0倍が目安になるが、品種の早晩性や目標収量に応じて加減する。
- ② 落水出芽を行うため、基肥の速効性肥料の肥効低下を考慮して設計する。
- ③ 堆肥等の有機物施用量、質に応じて化学肥料施用量を調整する。

5. 除草

- ① 落水出芽による出芽揃いを確認して入水し、減水深が安定してから土壌処理剤を散布。
- ② 品種により4-HPPD阻害型除草剤(ベンゾピシクロン、メソトリオン、テフリルトリオン等)の薬害を生じる場合が報告されているので、使用前に成分を確認する。
- ③ 初期一発剤の残草に対しては、シハロホップブチルやベンタゾン含有の中・後期剤で対処する。

6. 中干し等水管理

- ① 生育量(分けつ数)に応じて、時期と強度を調節。
- ② 倒伏防止のために強めの中干し。
- ③ 登熟期の早期落水は減収の可能性。

7. 病虫害防除

普通品種と原則同様の管理を実施。

8. 農薬使用

病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、籾摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii)の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。雑草防除にあたっては、「直播水稻」に利用できることを確認する。

9. 収穫

- ① 茎が太い品種ではコンバインへの負荷が大きくなるため、作業速度に注意。
- ② 負荷が大きい場合には刈り取り速度の低下や刈り取り条数を減らすなどで対応。

10. その他

- ① 異品種混入を防ぐため、食用品種との作期をずらす。また、機械・施設の清掃を徹底し、残留籾を取り除く。
- ② 落下種子対策については、2-(8)項を参照する。

⑤近畿・中国・四国地域の飼料用米栽培

ア 移植栽培

(ア) **品種**: 食用品種で作成されている栽培地帯別の出穂晩限期や適品種の情報を参考にして栽培地の標高や気象条件に適応する品種を選択する。

(イ) **種子予措**: 食用品種に準じるが、「北陸 193 号」など休眠の深い品種は、加温処理により休眠を打破する必要がある。処理後、発芽試験をして、発芽勢を事前に確認した後、種子消毒や浸種を行う。

(ウ) **窒素施肥量**: 多収品種は多肥条件で本来の多収性が発揮されるので、多肥栽培が基本となる。施肥量は、導入当初は食用品種の 1.6～2 倍程度を目安とする。肥効調節型肥料を利用することによって、追肥作業が省略できるだけでなく、散布する肥料の量も削減でき、水稻

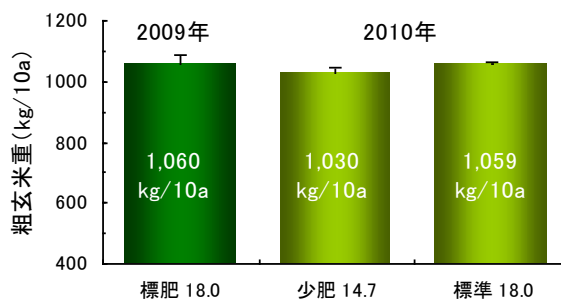


図2-42 肥効の異なる数種類の窒素肥料を全量基肥として栽培した事例(佐々木ら 未発表)。品種はタカナリ。横軸の数値は施肥窒素量(kg/10a)。

への持続的な窒素供給が可能となる。図2-42は、肥効の異なる複数の窒素肥料をブレンドして全量基肥として施用して多収を達成した例である。倒伏に強い「タカナリ」、「北陸 193 号」等の多収品種については、食用品種の穂肥時期よりも早い穂首分化期頃から肥料を効かせることが、収数確保に有効である。

(エ) **移植**: 慣行栽培よりも株間を広げて移植する疎植栽培は、育苗箱数や育苗労力を削減することができ、耐倒伏性の向上も期待できるので活用したい技術である。食用品種では株間 30cm(11.1 株/m²)でも減収しない事例が多いが、栽培地の標高や地力等を勘案しながら株間を決める。なお、堆肥など有機物を多量に施用した水田では、土壌の還元化が強まり活着や初期生育が遅延する場合がある。一時落水等により活着促進に努め、良好な初期生育を確保することが大切である。

(オ) **除草体系**: 食用品種に準ずる。ただし、除草剤成分ベンゾビスクロンを含む水田用除草剤は、「タカナリ」、「モミロマン」等を白化・枯死させるので、これらの品種には用いない(2-(6)項を参照)。また、用水量が不足する際に食用品種作付け圃場への給水を優先することも見受けられるので、畦畔漏水の防止対策については特に入念に行っておく。

(カ) **病虫害防除**: 多収品種を多肥条件で栽培した場合、葉色が濃い状態で経過するので、イネツトムシやコブノメイガの被害を受けやすいので留意する。適期防除が重要である。

(キ) **収穫**: 「タカナリ」などの登熟期間は日本晴に比較して2～8日長いことに留意する。籾の黄化程度や枝梗の枯れ具合等を観察し、さらに品種の脱粒程度も考慮して決定することがポイントである。多肥栽培した多収品種は、子実だけでなく茎葉も多いので、コンバインの刈り取り速度が低下する場合がある。1日の収穫作業量や乾燥施設容量、台風や降雨等の情報にも注意して、刈り取り作業が遅れないようにすることが大切である。

	水管理	生育	作業体系
3月			品種選定 栽培・施肥設計
4月		育苗期	種子消毒・浸種 播種
5月			活着期
6月		分けつ期 最高分けつ期	害虫防除
7月	中干し 間断かん漉	幼穂期	害虫防除 追肥 追肥
8月		減分期 出穂期	病虫害防除 追肥 追肥
9月	間断かん漉 落水		
10月		成熟期	収穫 乾燥・調製 落下種子対策 堆肥散布
11月			

1. 品種

食用品種を対象として作成されている栽培地帯別の出穂晩限期や適品種の情報を参考にして、栽培地の標高や気象条件に適応する品種を選択する。

2. 種子の準備

- ①種籾の休眠性を事前に確認する。
- ②休眠が深い場合は、加温処理により休眠を打破する。

3. 施肥量

- ①多収品種の導入当初は、食用品種の1.6～2倍程度を目安とする。
- ②分施肥体系の場合、食用品種の穂肥時期より早い穂首分化期頃から、幼穂形成期、減数分裂期にかけて肥料を効かせることが有効である。生育量や葉色等により追肥の実施、追肥量を判断する。
- ③肥効調節型肥料の利用により、施肥回数や散布する肥料の量も削減できるだけでなく、水稲への持続的な窒素供給が可能となる。

4. 移植

- ①多肥栽培では施肥量も多くなるので、側条施肥田植機を利用する場合は、施肥量の調節可能範囲を確認しておく。
- ②疎植栽培する場合は良好な活着が重要であるが、堆肥などを多量に施用した圃場では土壌の還元化によって活着や初期生育が遅延する場合があるので、一時落水等により活着促進に努める。

5. 除草体系と水管理

- ①食用品種に準じて、初・中期一発処理剤を適期に散布する。
- ②4-HPPD阻害型除草剤（ベンゾピシクロン、メソトリオン、テフリルトリオン等）は、「タカナリ」や「モミロマン」などの品種を白化・枯死させる葉害が生じるので用いない。
- ③畦畔漏水の防止対策は食用品種同様に入念に行う。

6. 病虫害防除

- ①多肥栽培すると葉色が濃い状態で経過するので、イネツトムシやコブノメイガの被害を受けやすい。
- ②予察情報等を参考にして、水田での発生状況をよく把握して適期防除を行う。

7. 農薬使用

雑草、病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、稲摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii) の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。

8. 収穫・乾燥調製

- ①「タカナリ」などでは登熟期間が日本晴に比較して2～8日長いことに留意する。
- ②刈り取り時期は、籾の黄化程度や枝梗の枯れ具合、品種の脱粒程度等を考慮して決定する。
- ③多収品種は子実だけでなく茎葉も多いので、コンバインの刈り取り速度が低下する場合がある。1日の収穫作業量や乾燥施設容量、台風や降雨等の情報にも注意して、刈り取り作業が遅れないようにする。コンバインの負荷が大きい場合は、走行速度を低くしたり、刈り取り条数を減らす。

9. 堆肥散布

完熟堆肥を秋～春期に施用する。臭気対策のため、散布後は速やかに耕起する。

10. 落下種子対策

多収品種の収穫後は、できるだけ早い時期に耕起して種籾を土中へ埋設させると、適当な気温、土壌水分条件によって土中で発芽し冬季に枯死する。この方法は、種籾を土壌表面で越冬させるよりも漏生イネの発生抑制に効果がある。詳細は2-(8)を参照する。

イ 直播栽培（乾田直播）

乾田直播栽培は、少人数で多数の圃場に栽培できる方法であり、コントラクター（作業受託組織）や農業生産法人等における積極的な利用が望まれている。湛水直播栽培と比較して、①代かき作業が不要、②出芽適温まで待つ必要がないため、播種期を大幅に早く（3～4月）することが可能であり、移植栽培との作業競合を回避することができる、③苗立ちおよび除草剤の効果のための周到的初期水管理が不要、④耐倒伏性が優れる、⑤地耐力が優れる等のメリットがある。一方、移植栽培では通常用いない比較的高価な機械装備一式が必要となる。コスト低減効果を得るためには大面積への導入が必須となる。なお、播種作業等の詳細については下記の文献を参照されたい。

（参考）

・農研機構・近畿中国四国農業研究センター（2007）飼料用稲乾田条播直播栽培マニュアル

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/manufacturing_technique_manual_no1_s.pdf

（ア）苗立ちの良否は播種時の圃場の状態で決まる

播種前の圃場の整地はレーザーレベラーで実施することを推奨する。圃場が均平でよく鎮圧されており、適度に乾いていれば、良好な覆土が得られ、種粒の位置まで水は毛管現象で上がってくるので、良好な苗立ちが得られる。このためには、移植作業の忙しい時期や播種晩限ではなく、春先に十分な余裕を持って播種期を設定することが重要である。

（イ）播種量は多すぎないように

食用品種の乾田直播栽培であれば、苗立ち数が多すぎてもそれが倒伏に直結することはない。しかし、穂重～極穂重型である多収品種の乾田直播栽培では耐倒伏性が“やや強”以上であっても、苗立ち数が多すぎると稈が細くなるため挫折型倒伏に注意が必要である。（ア）で述べた要点を遵守して、良好な苗立ちを得ることに努め、温暖地においては播種量を2～3kg/10a程度とする。

（ウ）出芽期は種粒を掘り出し状態を確認する

気温が出芽適温に達する前に播種した場合、出芽期は4月下旬から5月上旬となり、それ以降の播種であれば、播種後1～2週間で出芽する。いずれにしても播種から出芽までにはある程度の期間があるので、非選択性除草剤を出芽直前の適期に散布するためには、種粒を掘り出して発芽や発根の程度を確認し、出芽期を判定することが肝心である。

（エ）雑草防除は適期に均一散布

雑草防除の失敗は、除草剤の散布適期を外している場合が多い。ノビエの葉齡増加速度は、生育量ほどは年次間で大きく変化しない。シハロホップブチル剤（EW 剤）の散布時期はノビエが5葉期までなので、非選択性除草剤の散布から2～2.5週間後の間に散布すれば良い。また、茎葉処理剤は散布ムラがあると十分な効果が望めない。適合したノズルを用い、均一散布を心がける。

（オ）過去のアメダスデータを十分にチェックして地域の気象の特徴を把握する

過去5年分位のアメダスデータを見れば、播種時期および雑草防除時期の降雨や風等の特徴を把握できる。除草剤の散布は風があってはできないが、午後よりも午前10時までが概ね風が弱い。

	水管理	生育	作業体系
3月			品種選定 種子消毒
4月			堆肥散布 耕起 均平・鎮圧 乾田直播
5月		出芽	除草剤散布 除草剤散布
6月	入水	分けつ期	除草剤散布 除草剤散布
7月	間断かん漑	最高分けつ期	病害虫防除 追肥
8月		幼穂期 減分期 出穂期	病害虫防除
9月	間断かん漑		
10月	落水	成熟期	収穫 乾燥・調製 落下種子対策
11月	溝切り 排水対策		

1. 品種

乾田直播の耐倒伏性は移植と同等レベルが期待できるので品種選択の幅は広い。希望の収穫時期となる品種から選択すればよい。

2. 圃場の選定

- ①隣接圃場が水稻早期栽培(5月上旬以前の移植)または野菜等が作付けされている場合は困難(雑草防除体系)。
- ②弾丸暗渠、明渠等の排水対策を実施しても春先に乾かない圃場は不可。
- ③不整形圃場でないことが望ましい(作業効率)。
- ④極力団地化していることが望ましい(作業効率)。

3. 種子の準備

- ①「北陸193号」等休眠が深い品種の休眠打破は確実にを行い、播種前に発芽勢を確認しておく。
- ②種子消毒を行い、乾粒状態で準備する。
- ③浸種・催芽・コーティングは乾田直播では不要。

4. 堆肥散布

- ①臭気対策のため、散布後は速やかに耕起する。
- ②堆肥の肥効は連用効果により連用5年程度は年々変化する。肥効の上昇にともない、施肥量を調整し、倒伏や病害虫が発生する場合には1年散布しない。

5. 圃場準備

- ①弾丸暗渠等による圃場排水性の促進は前作収穫後早めに実施する。
- ②レーザーレベラによる均平を推奨する。レーザーレベラは均平の効果以外にも播種作業および苗立ちのための適度な鎮圧が得られるため圃場準備に最適である。
- ③レーザーレベラにより均平を行う場合には事前にプラウ耕により表層の草と株を反転埋没させ、良く乾いた状態で実施する。ロータリ耕は避ける。
- ④レーザーレベラによる均平・鎮圧作業は播種の直前に行うことが望ましい。

6. 播種時期

移植栽培の育苗が始まる前のゆとりがある時期に最適な圃場状態を待つて播種する。均平作業および播種作業は圃場が良く乾いていることが必要であり、移植の合間を縫って播種予定を立てても年によっては播種できないことが起こり得る。また、出芽直前に用いる非選択性除草剤は隣接圃場に稲が生育していると散布できないことから、できるだけ早期の播種を推奨する。

7. 施肥

長い乾田期間による肥料利用率の低下と播種溝施用による肥料焼けを防止するため肥効調節型肥料の使用を推奨する。

8. 播種作業

- ①圃場が、トラクタのタイヤが沈み込まない程度に良く鎮圧されており、良く乾いている条件で播種する。
- ②基肥を播種同時施用する場合は重複播種しないように注意する。
- ③ハンドルを切りながら播種すると播種機が故障しやすい。

9. 除草体系

- ①非選択性除草剤の散布はイネの出芽直前に行うこと。
- ②シハロホップブチル剤(EW剤)の散布はノビエ5葉を決して超えないこと。
- ③基本は乾田期間3回散布で入水までに雑草を抑え込むこと。
- ④剤に適したノズルを用い(シハロホップブチル剤(EW剤)を泡ノズルで散布しない)、均一散布を心がけること。

10. 水管理

畦畔漏水対策は播種前後の土壤水分が比較的高い時にトラクタで畦際をしっかり踏むなどして入念に実施する。

11. 病害虫防除

イネツトムシとコブノメイガ、紋枯病には特に注意が必要である。予察情報等を参考に適期防除を行う。

12. 農薬使用

病害虫防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、粃摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 粃米のまま、もしくは粃殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii)の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。雑草防除にあたっては、「直播水稻」に利用できることを確認する。

13. 収穫・乾燥調製

食用品種と混ざらないように収穫機と乾燥機の清掃を徹底する。

— 864 — 落下種子対策

代かきしないため漏性イネの発生は移植栽培よりも多く、対策は特に重要である。2-(8)を参照すること。

⑥九州地域における飼料用米生産のための栽培管理

飼料用米生産のための多収品種の栽培では、食用米への混入防止の徹底を図るとともに、可能な限りのコスト低減、収量確保を目指すものとする。なお、後述の基準はあくまで目安とし、地域の食用品種の栽培基準を基本にしなが、生育状況に応じて適切な肥培管理を行うこととする。

ア 普通期移植栽培

i) **品種**: 食用品種を対象として作成されている栽培地帯別適品種の情報を参考に品種を選定する。収量性が高く、耐倒伏性が「極強」～「強」、脱粒性が「難」の「ミズホチカラ」が有望である。「ミズホチカラ」は晩生種で収穫時期が10月下旬～11月となるため、秋冷が早い中山間地～山間地は避け、一般平坦地～平坦肥沃地が適する。また、登熟に時間を要し成熟期が遅いため、生育後期まで水を確保できる地域が望ましい。

ii) **育苗**: 地域の食用品種に準じて育苗する。育苗日数は20～25日とするが、スクミリンゴガイの被害を受けやすい地域は出来るだけ、葉令が進んだ苗を移植する。

「ミズホチカラ」は出芽～初期生育が遅く、苗長が短くなりやすいため、育苗管理に注意する。

iii) **移植**: 移植時期は地域の田植時期に準ずるが、茎数がやや確保しにくいので、生育量を確保するため、6月上～下旬で出来るだけ早めに行う。栽植密度は低コスト生産のため疎植を基本とするが、飼料に適する多収品種は穂重型の草型が多いので、生育量確保の点から極端な疎植は避ける。

iv) **施肥**: 多収品種は、耐倒伏性が強く多肥条件で本来の優れた品種特性が発揮されるため、多肥栽培が基本で、食用品種の1.5～2倍程度が目安となる。目標収量(800kg/10a)を得るための生育量として食用品種の1.3～1.5倍の籾数(40000～45000粒/m²)を確保する。「ミズホチカラ」における施肥事例: 10aあたり窒素成分として、基肥10kg+穂肥(1回目)4kg+穂肥(2回目)2kgの合計16kg/10a。

v) **雑草防除**: 食用品種に準じ、地域慣行の初期一発処理剤又は初中期一発処理剤を用いる。4-HPPD阻害型薬剤成分(ベンゾビスクロン、メソトリオン、テフリルトリオン等)を含む水田用除草剤は、「ミズホチカラ」では著しい薬害(白化・枯死)が発生するので使用しない(2-(6)項を参照)。

vi) **水管理**: 除草剤処理後の水管理は食用品種に準じ間断灌水を基本とする。特に「ミズホチカラ」は登熟に時間を要するので、早期落水とならないよう注意する。

vii) **病害虫防除**: いもち病については、「ミズホチカラ」は真性抵抗性を有するので特に防除を必要としないが、変異菌の出現やレースの変遷により多発することも考えられるので留意する。また、コスト削減のため、ウンカやカメムシ等の害虫に対する防除は極力実施しないこととするが、周辺水田への影響が懸念される場合は防除を実施する。

多肥栽培すると葉色が濃い状態で生育が経過するので、ウンカ類、コブノメイガ、紋枯病を対象とした防除体系とする。また、「ミズホチカラ」は生育が旺盛で本田防除剤が株元まで十分に届きにくくなる場合があるため、箱施薬剤による防除体系を考える。

viii) **収穫**: 乾燥コストを低減させるため、食用品種の収穫終了後に圃場で籾水分を出来るだけ下げながら収穫する。収穫開始時期の目安は、食用米の収穫晩限である籾水分20%程度である。現実的には食用米収穫の終了後、麦作業に支障がない程度まで圃場で立毛乾燥させて収穫する。

ix)乾燥・調製:食用品種に準ずるが、胴割れの発生等の問題がないため、高温による短時間の乾燥も可能である。屑米についても、飼料用米として出荷する。機械、施設の清掃を徹底する。

x)落下粃対策:落下粃による漏生イネ対策のため、集団栽培で多収品種の圃場を固定することが望ましい。

イ 早期移植栽培（九州南部地域）

i)品種:食用品種を対象として作成されている栽培地帯別適品種の情報を参考に品種を選定する。収量性が高く、耐倒伏性が強い「べこあおば」が有望である。

ii)育苗:地域の食用品種に準じて育苗する。「べこあおば」は大粒であり、播種量を通常より2～3割程度多くする。

iii)移植:植え付け本数等は食用品種に準ずる。また、苗の食用品種への混入防止を徹底する。移植間隔(株間)を広くすることにより、育苗コストの削減が可能であるが、穂数が少ない品種なので、極端な疎植栽培は避ける。

iv)施肥:倒伏には強いので、多収をねらうため食用品種より多肥とするが、極端な多肥は避ける。穂重型品種であるため、登熟期後半に肥料切れをおこさないよう追肥を調節する。「べこあおば」における施肥事例:10aあたり窒素成分として、基肥 10kg+穂肥 2.5kg の合計 12.5kg/10a。

v)雑草防除:雑草の発生が多いと稲の生育が抑制されて収量が低下するので、除草剤による防除を行う。4-HPPD阻害型薬剤(ベンゾビスクロン、メソトリオン、テフリルトリオン等)を含む水田用除草剤は、一部の飼料用米の品種に対して著しい薬害(白化・枯死)が発生するため、これらの品種には使用しない(2-(6)項を参照)。

vi)水管理:中干しは、倒伏防止と収穫時における機械作業の効率化のために、適期に行う。収穫前の落水時期は、生育状況や圃場条件等を考慮し、収穫時期に応じて決定する。生育期間を通じて用水の確保に努め、特に出穂期以降が水不足にならないよう留意する。

vii)病虫害防除:いもち病については、「べこあおば」は真性抵抗性を有するので特に防除を必要としないが、変異菌の出現やレースの変遷により多発することも考えられるので留意する。また、コスト削減のため、ウンカやカメムシ等の害虫に対する防除は極力実施しないこととするが、周辺水田への影響が懸念される場合は防除を実施する。

viii)収穫:混入を防止するため、食用品種の収穫終了後に多収品種を収穫し、作業後のコンバイン清掃を徹底する。立毛乾燥を実施し、粃水分を下げてから収穫することで、乾燥料金のコスト削減が可能であるが、台風や大雨の影響で倒伏することが予想される場合は、速やかに収穫する必要がある。収穫時期の天候に留意し、晴天が続いた日に水分を確認後収穫する。

ix)乾燥・調製:食用品種に準ずるが、胴割れの発生等の問題がないため、高温による短時間の乾燥も可能である。屑米についても、飼料用米として出荷する。機械、施設の清掃を徹底する。

x)落下粃対策:落下粃による漏生イネ対策のため、集団栽培で多収品種の圃場を固定することが望ましい。

九州地域における多収品種の栽培管理 — 普通期移植栽培 —

	水管理	生育	作業体系
3月			品種選定 栽培・施肥設計
4月			堆肥散布
5月		育苗期	種子消毒・浸種 播種
6月			活着期
7月	間断かん漉	分げつ期	施肥・耕起・代かき
8月		最高分げつ期	移植
9月		幼穂期	除草剤散布
10月	落水	減分期	病虫害防除
11月		出穂期	追肥
		成熟期	病虫害防除
			立毛乾燥・収穫
			乾燥・調製
			落下種子対策

1. 品種

収量性が高く、耐倒伏性が強い「ミズホチカラ」が有望である。

2. 育苗

- ①種籾の休眠性を事前に確認し、休眠が深い場合は、吸水時間を通常より長くする。
- ②種子消毒・浸種は、慣行法に準じて行う。

3. 移植

- ①移植時期は地域の田植時期に準ずるが、茎数確保のため、できるだけ早めに行う。
- ②疎植を基本とするが、穂重～極穂重の品種が多いので、生育量確保の点から極端な疎植は避ける。
- ③多肥栽培では施肥量も多くなるので、側条施肥田植機を利用する場合は施肥量の調節可能範囲を確認しておく。

4. 施肥

- ①多収品種は耐倒伏性が強いので、多肥栽培に適する。施肥量は、食用品種の1.5～2倍程度を目安とする。
- ②追肥は、生育量や葉色等により、回数や量を判断する。

5. 除草防除

- ①食用品種に準じて、初・中期一発処理剤を適期に散布する。
- ②4-HPDD阻害型除草剤（ベンゾピシクロン、メトリオン、テフリルトリオン等）では、「ミズホチカラ」や「モミロマン」などの品種を白化・枯死させる薬害が生じるので留意する。

6. 水管理

- ①中干しは生育量に応じて、時期と強度を調節する。
- ②必要に応じて溝きりを実施する。
- ③水管理は食用品種に準じて行う。また、早期落水とならないよう注意する。

7. 病虫害防除

- ①いもち病には強いので特に防除は必要ないが、変異菌の出現により多発することも考えられるので留意する。
- ②コスト削減を図るため、ウンカやカメムシ類等の害虫に対する防除は極力実施しないこととするが、周辺水田への影響が懸念される場合は、食用品種と同様に防除を実施する。
- ③予察情報等を参考にし、水田での発生状況をよく把握して適期防除を行う。

8. 農薬使用

雑草、病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、籾摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾穀を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii) の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。

9. 収穫

- ①混入を防止するため、食用米の収穫終了後に飼料用米を収穫し、作業後のコンバイン清掃を徹底する。
- ②立毛乾燥を実施し、籾水分を下げてから収穫する。
- ③子実収量が多いだけでなく茎葉も多いので、コンバインの刈り取り速度が低下する場合がある。コンバインの負荷が大きい場合は、走行速度を低くしたり、刈り取り条数を減らす。

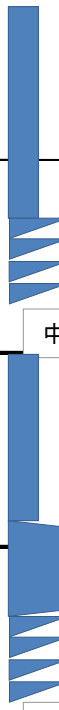
10. 乾燥・調製

- ①食用品種に準ずるが、胴割れの発生等の問題がないため、高温による短時間の乾燥も可能である。
- ②屑米についても、飼料用米として出荷する。
- ③機械、施設の清掃を徹底する。

11. 落下種子対策

- ①集団栽培で、圃場を固定することが望ましい。
- ②次年度、やむなく食用品種に切り替える場合は、2-(8)項を参照する。

九州南部地域における多収品種の栽培管理 — 早期移植栽培 —

	水管理	生育	作業体系
1月			品種選定 種子消毒
2月		落下種子対策	堆肥散布
3月			種子消毒・浸種 播種
4月		育苗期 活着期	施肥・耕起・代かき 移植 除草剤散布
5月		間断かん漉 分けつ期 最高分けつ期 中干	
6月		幼穂期 減分期	追肥 病虫害防除
7月		出穂期 間断かん漉 落水	
8月		成熟期	立毛乾燥・収穫
9月			乾燥・調製 落下種子対策

1. 品種

収量性が高く、耐倒伏性が高い「べこあおば」が有望である。

2. 育苗

- ①大粒なので、播種量を通常より多くする。
- ②種子消毒・浸種は、慣行法に準じて行う。

3. 移植

- ①苗の食用品種への混入防止を徹底する。
- ②移植間隔(株間)を広くすることにより、育苗コストの低減が可能であるが、極端な疎植は避ける。
- ③植え付け本数は、食用品種に準ずる。

4. 施肥

- ①倒伏には強いので、多収をねらうために食用品種より多肥とするが、極端な多肥は避ける。
- ②穂重型品種なので、登熟期後半に肥料切れをおこさないよう追肥を調節する。

5. 雑草防除

- ①雑草の発生が多いとイネの生育が抑制されて収量が低下するので、除草剤による防除を行う。
- ②4-HPPD阻害型除草剤(ベンゾビシクロン、メトリオン、テフリルトリオン等)に対して感受性が高い品種は著しい薬害(白化・枯死)を生じる恐れがあるので、これらを含む除草剤を使用しない。

6. 水管理

- ①中干しは、倒伏防止と収穫時における機械作業の効率化のために、適期に行う。
- ②収穫前の落水時期は、生育状況や圃場条件を考慮し、収穫時期に応じて決定する。
- ③生育期間を通じて用水の確保に努め、特に出穂期以降は水不足にならないよう留意する。

7. 病虫害防除

- ①いもち病には強いので特に防除は必要ないが、変異菌の出現により多発することも考えられるので留意する。
- ②コスト削減を図るため、ウンカやカメムシ等の害虫に対する防除は極力実施しないこととするが、周辺水田への影響が懸念される場合は、食用品種と同様に防除を実施する。
- ③予察情報等を参考にして、水田での発生状況をよく把握して適期防除を行う。

8. 農薬使用

雑草、病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、糶摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾穀を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii) の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。

9. 収穫

- ①混入を防止するため、食用米の収穫終了後に飼料用米を収穫し、作業後のコンバイン清掃を徹底する。
- ②立毛乾燥を実施し、籾水分を下げてから収穫する。
- ③子実収量が多いだけでなく茎葉も多いので、コンバインの刈り取り速度が低下する場合がある。コンバインの負荷が大きい場合は、走行速度を低くしたり、刈り取り条数を減らす。

10. 乾燥・調製

- ①食用品種に準ずるが、胴割れの発生等の問題がないため、高温による短時間の乾燥も可能である。
- ②屑米についても、飼料用米として出荷する。
- ③機械、施設の清掃を徹底する。

11. 落下種子対策

- ①集団栽培で、圃場を固定することが望ましい。
- ②やむなく食用品種に切り替える場合は、2-(8)項を参照する。

(3) 低コスト栽培法

① 直播栽培

ア 東北地域における乾田直播栽培

(ア) 圃場づくり

水入れ・代かき後に播種する湛水直播に対して、乾田直播は代かきせずに畑状態で播種し、苗立ち後に水入れする。このため、条播を前提とする場合には、畑状態で播種する乾田直播の方が高能率化を図りやすい。しかし、これまで実施してきた代かきを行なわないため、圃場均平化のための作業が必要であり、大区画圃場ではレーザー均平機の利用が必須となる。圃場の均平度合いは、苗立ち、生育、除草剤の効果に影響するため、田面高低差は10cm以内にする。さらに、代かきに頼らないで畦畔からの漏水を防ぐためには、強固でしっかりした畔づくりが重要である。日減水深は、除草剤の効果と肥培管理の面から2cm以下となるよう管理する。



レーザー均平機



大型畔塗り機

(イ) 播種作業および管理作業

i) 畑状態で播種するため、播種機には一般にロータリシーダなどの麦用播種機が用いられる。近年では、愛知県で開発された「V溝播種機」の普及も進んでいる。乾田直播は、播種作業時の降雨に弱いので、天気予報をもとにした臨機応変な対応が可能な農家向けの技術であるが、気温が低い時期でもトラクタが圃場に入る条件が整えば播種でき、用水が通水する前から播種できるので、湛水直播よりも作業適期が長い、という特徴がある。



ロータリシーダ



茎葉処理除草剤の散布

ii)初期の水管理は苗立ち確保の成否を決定づける。最初の水入れは浅水とする。苗は1週間以上水没していると枯死する。そのため、均平がとれていない圃場では、田面が露出してでも全ての苗の先が水面から出るまで待ってから、2～3日に1回程度給水するような管理とすることが必要である。

ii)雑草の発生は、代かきする湛水直播に比べると多い傾向がある。イネの出芽時のノビエの葉齢は、イネに対して2～3葉進んでいることが多く、ノビエ5葉期まで効果のある茎葉処理剤と、一発処理剤を組合せた体系防除が必要である。一発処理剤の効果は数日間の湛水ができることにかかっている。そのためにも、しっかりした畦畔を作ることが必要である。茎葉処理剤には、ビスピリバックナトリウム塩液剤、またはシハロホップブチル・ベンタゾン液剤が使える。

iii)肥培管理については、乾田直播では代かきをしないため、基肥に施用した窒素肥料は脱窒・流亡しやすく、基肥には緩効性肥料の利用が前提となる。また、地力窒素の発現が遅くなるため、特に寒冷地では、初期生育確保のための水管理等が重要である。

(ウ) グレーンドリルを用いた播種体系

麦用の高速播種機であるグレーンドリルは、作業速度、種子の繰出し精度、耐久性、操作性の面で優れており、麦を大規模に作付けする経営では一定の普及がある。乾田直播では、プラウ耕・整地作業に続いて、以下のような体系でプロ農家向けの乾田直播の播種体系が構築できる(図2-43)。



図2-43 グレーンドリルを用いた乾田直播の播種体系

グレーンドリルを用いた播種体系のポイントは、第一に播種床を硬く作る必要がある。寒冷地の乾田直播に適した15mm程度の深さに播種するためには、足跡深さ(人が片足のかかとに全体重をかけて踏み込んだときの沈下量)で40mm程度の硬さに仕上げる必要がある(図2-44)。第二に播種後の鎮圧が重要である。播種後のカルチパッカによる鎮圧は、土壌水分にもよるが、10%程度の碎土率向上効果があり、種子と土壌の密着性を高め、苗立ちの向上に寄与するとともに、漏水(縦浸透)を抑制する効果がある(表2-25)。

表2-25 播種後のカルチパッカ鎮圧効果

カルチパッカ鎮圧		播種量	苗立ち数	苗立ち率	縦浸透量
播種前	播種後	kg/10a	本/m ²	%	cm/日
有	有	6.9	208	87	0.8
無	有	6.9	204	85	1.0
無	無	6.9	178	74	1.3

注1)圃場は前作大豆の灰色低地土、秋にレーザー均平
 注2)播種床の砕土率72%(2cm以下)、土壌含水比37.6%
 注3)品種は「あきたこまち」、播種日は2007年5月9日
 注4)グレーンドリルは作業幅2.5m(条間15cm、17条)

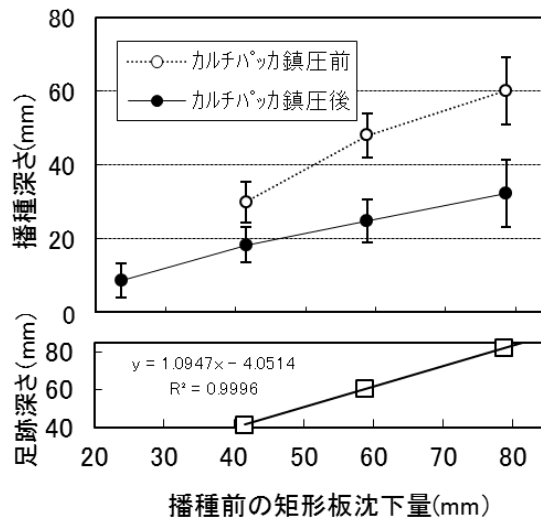


図2-44 播種床の矩形板沈下量と播種深さ

作業能率は、ハローパッカ(作業幅4.5m)の縦横2回かけが0.8h/ha、グレーンドリル(作業幅3m)の播種作業0.8h/ha、播種後のカルチパッカ(作業幅2.5m)鎮圧が0.6h/10aであり、この組合せではトータルの作業能率は2.2h/haである。

多収品種の乾田直播栽培のポイント ー東北地域ー

	水管理	生育	作業体系
3月			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">整地・均平</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">堆肥散布</div>
4月			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">種子予措</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">播種床準備</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">施肥・播種・鎮圧</div>
5月		落下種子対策	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">除草剤散布</div>
6月	■		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">除草剤散布</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">病虫害防除</div>
7月	■	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">幼穂期</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">減分期</div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">追肥</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">追肥</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">病虫害防除</div>
8月	■	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">出穂期</div>	
9月	■	間断かん漉	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">落水</div>
10月	■		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">立毛乾燥・収穫</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">乾燥・調製</div>
11月		落下種子対策	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">秋起し (プラウ、チゼルプラウ)</div>

1. 品種

東北北部では収穫時に立毛乾燥する場合、「べこごのみ」を選定。

2. 圃場の選定・準備

- ①隣接する上側圃場が移植栽培の場合は、上圃場との畦畔際に明渠を掘る。
- ②プラウ耕やチゼル耕による秋起しを実施して、播種前に十分に圃場を乾かす。
- ③レベラーによる均平作業は必須であり、田面高低差は10cm以内とする。均平作業は砕土・鎮圧効果が期待できる。
- ④刈株は、レベラーによる均平作業の妨げになるため、プラウ耕によって埋没させることが望ましい。刈株は播種精度にも影響する。

3. 種子の準備

- ①4月や3月に早期播種する場合には、チウラムを塗沫する。チウラムは殺菌効果とともに鳥害防止に一定の効果がある。
- ②グレーンドリルを用いる場合は播種予定量よりも1~2割多く準備。

4. 播種時期

- ①出芽適温まで待つ必要がなく、トラクタが圃場に入れるようにはれば3~4月の早期に播種することが可能。
- ②隣接する上側圃場が移植栽培の場合は、上圃場の水入れ前に播種する。

5. 播種床準備

- ①畑作用の高効率な播種機(グレーンドリル)を用いる場合は、播種床を硬く造る。
- ②グレーンドリルで、寒冷地に適した播種深さ15mm程度に播種するためには、播種床の硬さは足跡深さ(人が片足のかかと全体重をかけて踏み込んだ時の沈下量)で約40mm。

6. 播種

- ①グレーンドリルを用いる場合は、枕地は旋回で硬くなるため枕地から先に播種する。
- ②播種後に、カルチパッカやケンブリッジローラーで鎮圧すると、砕土率が上がるとともに、種子と土壌が密着し出芽が向上する。

7. 肥培管理

- ①代かきをしないため基肥に施用した窒素肥料は脱窒・流亡しやすく、緩効性肥料の活用が望ましい。
- ②代かき栽培法に比べ地力窒素の発現が遅れるため、寒冷地では初期の成育量を確保する肥培管理が重要。

8. 除草体系

- ①基本は水入れ前の茎葉処理剤と、水入れ後の一発処理剤の2回体系。
- ②一発処理剤の効果は数日間の湛水ができることにかかっている。そのため、しっかりした畦畔を作る。

9. 農薬使用

病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、籾摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii) の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。雑草防除にあたっては、「直播水稻」に利用できることを確認する。

10. 水管理

- ①初期の水管理は苗立ちの成否の鍵を握っている。最初の水入れは浅水とする。苗は1週間以上水没していると枯死する。
- ②均平がとれていない圃場では、田面が露出してでも全ての苗の先が水面から出るまで待ってから、2~3日に1回程度給水するような管理とする。

11. 漏水対策

- ①播種床を造成する際に十分鎮圧し、しっかりした畦畔を作る。
- ②畦畔からの漏水は、ベントナイトを混和して畔塗りとすると効果がある。水を入れた後でも、畦畔際を幅30cm程度を歩行型トラクタや乗用管理機で代かきする方法も効果がある。

12. 収穫・乾燥調製

食用品種と混ざらないように収穫機と乾燥機の清掃を徹底する。

3. 落下種子対策

- ①翌年に食用品種を作付けする場合には、落下種子対策として2-(8)項を参照する。

イ 鉄コーティング湛水直播技術

(ア) はじめに

鉄コーティング種子を用いた湛水直播技術は、発芽しやすいように浸種処理をした種子を鉄粉でコーティングして乾燥させて保存しておき、土壌表面に播く技術である。重いため水中で浮かないこと、鉄のコーティングが硬いのでスズメの食害を受けにくいこと、農閑期に作りおきできることなどが長所であるが、種子コーティング作業中に鉄粉が錆びて高温となり種子を傷めること、酸素発生剤でコーティングした種子に比べて発芽と初期生長が遅く苗立ちの安定性が低いこと、土中播種に比べて倒伏しやすいことなどの欠点がある。

(イ) 種子と資材の準備

i)鉄コーティング処理は、育苗期に発生する病害の抑制に一定の効果がある(井上ら、日植病報 75、p164)が、種子消毒の必要性は地域事情等を勘案して判断することが重要であり、種子消毒の省略は必ず普及指導機関に相談の上で実施する。浸種(13~20℃で2~6日間)した種子をそのまま鉄コーティング処理する。コーティングまで時間があるときは、風乾して保管する。

ii)鉄粉は直播用として市販されている。コーティングに使う鉄の量は鉄コーティング比(=鉄粉の重さ/種子の重さ)で表す。標準的な鉄コーティング比は0.5である。

iii)鉄粉に焼石膏(規格は陸化学工業の陶磁器型材用 A 級に相当するもの)を10%混ぜる。別途、仕上げの焼石膏を、鉄粉の重さの5%量準備する(図2-45)。

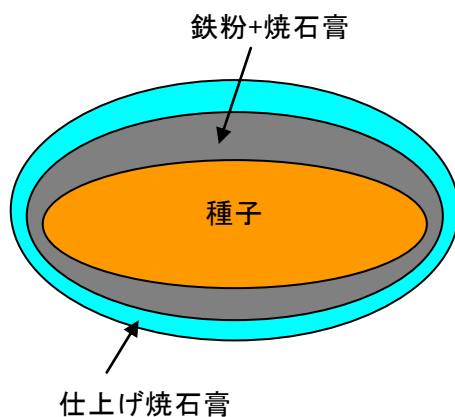


図2-45 鉄コーティング種子の模式図
鉄粉と焼石膏の混合物を水スプレーして種子の周りに付着させる。1~2日後には鉄粉が錆びて、強固なコーティング層が出来上がる。

(ウ) 鉄コーティング作業

手作業では、1ha分(乾粃50kg)を処理するのに3人で1週間必要だが、機械化すると10ha分(乾粃500kg)の処理に3人で3日間ですむ。通常、手作業で作った鉄コーティング種子は半年、大量製造した種子は1年間室温で保存できる。以下、手作業の手順を示す。

i)浸種した種子をそのまま、または風乾したものは一度水に漬けた後、カルパー用のコーティングマシンに入れ、鉄粉と焼石膏の混合物で造粒する。最後に仕上げの焼石膏を造粒した種子の表面にふりかける。カルパーコーティングに比べて作業は簡単である。

ii)造粒種子は錆びて発熱するので、苗箱に広げて放熱する。仕上がり時に鉄コーティング種子が固まる場合がある。これを回避するためには、造粒直後(30分~1時間)に発生する固まりをほぐした後で

苗箱に広げる。

iii)翌日には水が蒸発し錆反応が止まるが、さらに、水をスプレーして錆反応を進ませ、放熱させる。

iv)1週間後、錆反応はほとんど止まるが、造粒種子の内部は湿っている。このまま袋詰めすると保存性が劣るため、苗箱を積み重ねたまま播種まで風乾しながら保管する。

v)出来上がった鉄コーティング種子の発芽率を測定する。鉄コーティング前の種子の発芽率が 95%以上であれば、出来上がった鉄コーティング種子の発芽率は通常 90%以上である。

(エ) 水田の準備・施肥・播種・水管理・除草剤

播種後、苗立ちにかかる日数は 4 月下旬から 5 月中旬の低温時の播種において 3 週間、5 月下旬以降の暖かい時期の播種で 2 週間である。

i)水田の準備 均平化された、日減水深が 10～20 mm 程度の水田が望ましい。そのため水田の保水性に合わせて代かきの程度を強くしたり、弱くしたり調節する。場合によっては額縁代かきや無代かきとする。このような水田では強制落水は不要となり、水質保全とともに省力性も高まる。

均平化にはレーザーレベラーが有用である。レーザーレベラーを有しないときは代かき作業を通じて均平化を図るため、代かき過多になりやすいので注意する。

施肥量は移植と同等かその 8 割程度である。移植用の肥料が転用されることも多いが、最近では直播専用肥料も流通し始めている。高収量を目指す場合は普及指導機関等に相談して肥料を選定することが望ましい。

ii)雑草管理 耕起前の雑草を耕うんや除草剤グリホサートカリウム塩液剤等の散布で抑える。播種前後に初期剤、播種後 2～3 週間の本葉 1 葉期に一発処理剤を散布する。初期剤としてはピラズレート粒剤、ダイムロン・ペントキサゾン水和剤などが登録されている。多くの一発処理剤が移植用に市販されており、その中で直播水稻に登録されたものを使う。最近、鉄コーティング湛水直播技術で実用性が確認された除草剤の数が増えており、植調ホームページを参考にする。

iii)播種方法には3通りある(図2-46)。いずれの方法においても表面播種と出芽始の表面排水を怠ると苗立ちに失敗する。完全に水を落とし、田面にひびが入り始める程度を目安とする。その後、間断灌漑する。本葉が出たら湛水し、一発処理剤を散布する。その後は移植と同様の栽培管理である。

a.湛水播種(散播) 湛水条件下で播種し初期剤を散布する。ピラズレート粒剤の場合、3日から4日間湛水する(図2-46上)。

散播には動力散布機を利用する。小さい水田においては畦畔から作業でき、大きな水田では乗用管理機や田植機などを活用することで楽に作業できる。無人ヘリの利用は規模拡大に効果的である。

b.湛水播種(条播・点播) 湛水条件下では条播や点播が難しいため、代かき後減水して播種し、初期剤を散布、直ちに補水する(図2-46中)。この後の栽培管理は湛水播種(散播)と同じである。機械除草が可能であり、苗立ち率が変動しても条間や株間が一定であるため栽培管理に及ぼす影響は小さい。また、播種時にフロートで田面を軽く攪乱するため、播いた鉄コーティング種子と土壌の密着がよい。

鉄コーティング直播専用の条播・点播機が市販されている。また土中播種用直播機や移植用側条

施肥機を表面播種用に改造して利用することもできる。

c. 落水播種(散播・条播・点播) 初期剤としてダイムロン・ペントキサゾン水和剤を使用する時は代かき後播種 4 日前に散布する(図2-46下)。鉄コーティング種子は乾粒であるため発芽には吸水が必要である。そこで、播種時には種子と土壌をよく密着させ、吸水不足と思われるときは走水する。

iv) 食用品種の散播では 90~100 個体/m² のときに最高収量が得られる。多収品種では目標苗立ち数が多くなると思われるが、現在検討中である。鉄コーティング種子の苗立ち率は通常 50±20% であるので、播種量は 200 粒/m²(乾粒換算で 5kg/10a)となる。苗立ち率が高いときは播種量を減らす。条播・点播における播種量は散播より少ない(乾粒換算で 3.5~4kg/10a)。

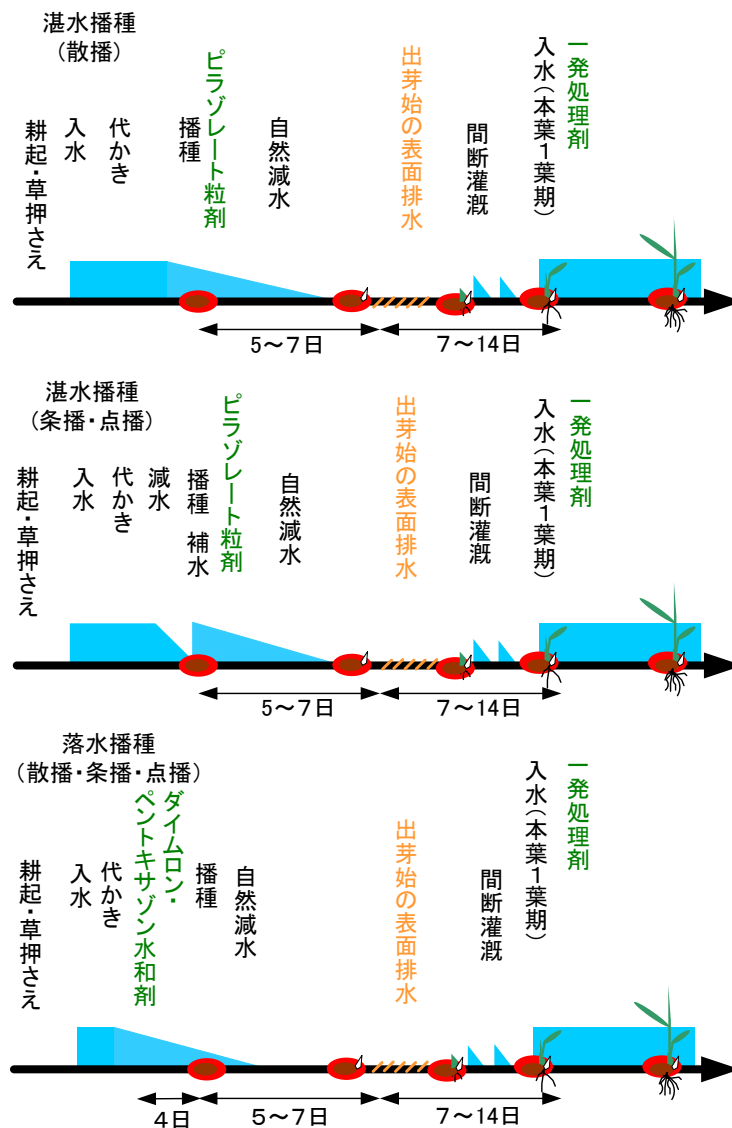


図 2 - 4 6 播種、水管理、除草剤散布の関係

(オ) 病虫害防除

直播における病虫害被害は湛水播種で発生しやすく、落水播種で発生しにくい。鉄コーティング種子の農薬粉衣は未登録であり、本田に農薬を散布して防除する。

現在見出されている大きな問題はイネミズゾウムシ(栗久、平成 20 年度近畿中国四国農業研究成果

情報)やモノアラガイ類(瀧村・星野、平成 21 年度近畿中国四国農業研究成果情報)の食害に起因する発芽途中の種子の死滅である。落水播種とし、農薬を普及機関に相談の上で散布する。

(カ) 鉄コーティング直播の失敗事例

i)均平化の不足や過度の代かき 出芽始に表面排水できないとき、病虫害、水生生物(ユスリカ、カブトエビ、スクミリンゴガイ等)による攪乱、還元障害が発生し、苗立ち不良になる。

ii)鳥害 鳥害の抑制は、直播における最優先事項である。カモによる食害は表面排水により回避する。スズメやカワラヒワによる苗立ち不良は鉄コーティング比を 0.5 以上に高め、さらに播種量を増やすことで軽減できる。スズメが苗を引き抜くときは浅水管理にする。

iii)早播き 移植における苗の生育期間3週間を考慮して、移植の3週間前に直播すると苗立ちに失敗しやすい。早播きでは、周りの水田に水が入っていないので水鳥の集中的な飛来を招きやすい。また、低温のため初期生育が遅く、雑草との競合に負けやすい。播種時期の目安は、周りの移植水田の代かきが始まるころから、移植の後である。この場合、収穫期の遅れは10日程度であることが多い。

iv)出芽遅延 鉄コーティング種子は乾燥した種子であり、催芽種子の播種に比べて出芽が少なくとも1～2日遅れる。鉄コーティング前の浸種催芽処理を必ず実施する。

(キ) コストの低減

コーティング比と播種量について標準と低コストの2レベルを想定してカルパーと鉄コーティングのコストを比較すると、資材費は10アールあたり数百円低くなる(表2-26)。さらに、鉄コーティング種子は作りおきできることから、作業の競合を回避できる。また、表面播種であるため高価な高精度土中播種機を必要としない。このように鉄コーティング直播技術は大きなコスト低減効果を持っている。

表2-26 カルパーコーティング直播と鉄コーティング直播における資材と種子の費用の比較

	カルパーコーティング直播		鉄コーティング直播	
	標準	低コスト	標準	低コスト
コーティング比	2	1	0.5	0.1
播種量(kg)	3.5	3	5	3.5
資材費(円/10a)	2800	1200	1040	145
種子(円/10a)	1750	1500	2500	1750
合計(円/10a)	4550	2700	3540	1895

カルパー粉粒剤16(3kg)は1200円、鉄粉(1kg)は400円、焼石膏(鉄粉の15%量使用)(1kg)は100円として計算。

(ク) 詳細について

本技術に関するマニュアルは(独)農研機構のホームページに掲載されています。また全国農業同組合連合会、機械メーカーなどからも入手できます。鉄コーティング種子はJA、営農組合、機械メーカーで作製され販売されています。なお、ここで紹介した鉄コーティング種子の作製法は、(独)農研機構が特許を持っています。実施許諾契約については本部・連携広報センター普及・実用化促進係(029-838-8641)まで、お問い合わせください。

ウ 東南北部地域における鉄コーティング湛水直播栽培

(ア) 鉄コーティング湛水直播の概略

鉄コーティング直播の概略については前項を参照とする。

(イ) 栽培方法

i) 「ふくひびき」は多収品種であり、鉄コーティング直播栽培の現地試験で 2010～11 年に 10a 当たり 700 kg 以上の粗玄米収量を得ている。作付地域は、耐冷性が弱いいため標高 400m 以下とする。

表2-27 鉄コーティング直播の収量 (2010～11年 現地:福島県二本松市)

実施年	苗立数 (本/m ²)	出穂期 (月日)	穂数 (本/m ²)	1穂籾数 (粒)	籾数 (100粒/m ²)	収穫日 (月日)	全刈り粗玄米重 (kg/10a)	収穫時の籾水分 (%)
2010年	109	8月2日	398	98.4	388	10月18日	779	17.1
2011年	83	8月10日	399	93.1	406	10月20日	778	17.9

注) 現地は大豆後作。

施肥量(Nkg/10a)は、2010年: 基肥5.6、追肥4.7(3回分)、2011年: 基肥6.9、追肥3.0(2回分)

ii) 種子は塩水選を実施し、10a 当たり乾籾 5kg を準備する。20℃で2～3日浸種を行ってから一度乾燥し、鉄をコーティングして播種すると出芽は早くなるが、平坦地では浸種を省略することもできる。

iii) 堆肥は完熟したものを 10a 当たり 1t 程度を散布する。ワラ等を利活用する場合は、前年秋の早い時期にすき込みし、腐熟を促進させる。

iv) 基肥窒素量は 10a 当たり 8 kg 程度とし、リン酸及び加里は土壌診断を実施し、施用量を決定する。追肥は 10a 当たり窒素量で 2kg を各々幼穂形成期と減数分裂期及び(穂揃期)に追肥する。堆肥を 1t 以上散布したり、大豆後作等のほ場で栽培する場合は、基肥を減らすことができる。

表2-28 鉄コーティング直播で堆肥を連用した場合の収量 (2010～12年 福島県)

試験区	苗立数 (本/m ²)	粗玄米重 (kg/10a)	穂数 (本/m ²)	1穂籾数 (粒)	籾数 (100粒/m ²)
2010年	109	611	348	87.6	270
2011年	93	729	354	93.0	329
2012年	89	789	395	87.3	346

注) 堆肥は、籾殻牛ふん堆肥を秋冬期に 5t/10a 連年施用。

施肥(kg/10a)は、窒素のみで、リン酸、カリは無施用。

2010、2011年は基肥0、追肥2、幼穂形成期2、減数分裂期2。

2012年は基肥2、追肥2、幼穂形成期2、減数分裂期2。

v) 播種日は5月上旬が播種適期と考えられるが、福島県では中生の早に属する品種で第3半旬程度まで播種が可能である。

vi) 播種後はピラゾレート粒剤を散布し、イネ 1.0～1.5 葉期以降に 2 回目の除草剤を散布する。

vii) 播種直後(除草剤処理)の水管理は7日間湛水状態を保ち、その後落水し出芽させる(自然落水が望ましい)。

viii) 病虫害防除は基本的には一般栽培と同じだが、籾米もしくは籾殻を含めて給与する場合、8- (2) 項を参照して、農薬残留の低減措置を図る。

ix) 10 月中旬頃まで立毛乾燥が可能であるため、乾燥代のコスト削減のため籾水分が低下してから刈り取る。

多収品種の鉄コーティング直播栽培のポイント —東北南部地域—

	水管理	生育	作業体系
3月			塩水選 種子消毒
4月			堆肥散布 基肥散布 耕起 代かき
5月	自然落水		鉄コーティング 播種 除草剤散布 鳥害対策 (カモ、カラス、スズメなど)
6月	間断かん漑		除草剤散布 病害虫防除
7月	中干	幼穂形成期	追肥 病害虫防除
8月		減数分裂期	追肥 病害虫防除
8月		出穂期	追肥
9月			落水
10月			収穫・乾燥 乾燥・調製
11月		落下種子対策	

1. 品種

「ふくひびき」 中生の早。高収量。耐冷性はやや弱い。

2. 種子

【種子の予措】

- ①塩水選を実施し、10a当り5kgの種子を準備する。
- ②種子消毒を実施する。
- ③20℃で2～3日浸種し、常温で乾燥する。

【鉄コーティング】

- ①種子の重量に対し50%鉄粉と約7.5%焼石膏を水を加えながらコーティングする。
- ②放熱のため育苗箱等に薄く平に広げて乾燥する。

3. 堆肥

完熟堆肥を10a当り1t程度を散布する。生ワラを利活用する場合は、前年秋の早い時期にすき込みする。

4. 施肥量

- ①基肥窒素量は10a当り7kg程度とし、リン酸及び加里の量は土壤診断などで施用量を決定する。
- ②追肥は10a当り窒素量で2kgを各々幼穂形成期と減数分裂期及び穂揃期に追肥する。

5. 田面の均平化及び耕起・代かき

- ①田面の高低差が大きい場合は、レーザーレベラーで均平化をはかる。
- ②代かきは丁寧に行う。

6. 播種日及び方法

- ①5月上旬が播種適期だが、第3半旬程度まで播種可能。
- ②播種方法は動力散布機による散播法と直播用播種機による条播などの方法がある。
- ③播種は表面播種とする。土壤が柔らかい場合は、播種が深くなり出芽不良となる場合がある。

7. 雑草防除

- ①播種直後にピラゾレート粒剤を散布する。
- ②第2回目の除草剤散布をイネ1.0～1.5葉期以降に実施する。

8. 水管理

- ①除草剤処理直後は7日間湛水状態を保ち、その後落水する(自然落水が望ましい)。
- ②カモの侵入が見られたら落水する。
- ③表層剥離が発生したら、軽く干す。
- ④生育期間の水管理は移植栽培に準ずる。

9. 病害虫防除

一般栽培に準ずる。

10. 農薬使用

病害虫防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、籾摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii)の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。雑草防除にあたっては、「直播水稻」に利用できることを確認する。

11. 刈り取り

10月中旬頃まで立毛乾燥が可能であるため、乾燥代等のコスト削減のために、籾水分が低下してから刈り取る。

12. 異種混入対策

機械・施設の清掃を徹底し、残留籾を取り除く。落下種子対策については、2-(8)項を参照する。

注) 平成21年度の試験成績に基づき記載。

②移植栽培

ア 東南北部地域における乳苗移植栽培

乳苗移植は、育苗日数を8～10日に短縮し、苗丈8～10cm、葉数1.5枚程度の苗を本田に移植する栽培法である。10aあたりの使用育苗箱数は16箱程度と少なく、移植後は初期生育が旺盛で茎数が確保しやすいため高収量が期待できる。また、慣行移植と同じ育苗機材や機械装備で対応可能であるため新たな設備投資を必要とせず、育苗日数の短縮による労力軽減が可能な低コスト技術である。

(ア) 乳苗移植の管理技術

i) 多収品種においてもこれまでの品種と同様に乳苗育苗が可能である。

ii) ロックウールマットによる育苗は発芽時の種子の持ち上がりが多くなりやすいため、播種時の灌水を十分に行う(3L/箱)。覆土量は稚苗育苗よりやや多くし(1.2L/箱)、加温積み重ね出芽を行う。

iii) ロックウールマットは保水力が高いので、出芽後の灌水は控えめにして根の伸長を図り、マット形成を良好にする。プール育苗で育苗する場合は、育苗期間を5日程度延長すればマット形成は良好となり、この手法でも労力軽減が期待できる。

iv) 移植は現行の田植機で可能であるが、苗丈が6cm以下の場合には乳苗用植付機構を備えた田植機が適している。欠株率は慣行移植3.3%に対して乳苗移植4.8%であったが、収量に差がみられなかったことが報告されている(山形農試庄内支場、1991年、品種「ササニシキ」)。

v) 初期生育が旺盛で茎数が確保しやすいため高収量が期待できる。また、穂肥前の中間施肥により茎数が増加し、穂揃期の追肥によって収量がさらに高まる。「べこあおば」の乳苗の試験では、粗玄米重870kg/10a以上、最大で1,051kg/10aの収量が得られている(山形農総研セ、2008～2010年)。

(イ) 乳苗移植の経済性

食用米15ha+飼料用米5ha経営での生産コスト試算では、資材費の減少や育苗日数短縮による労働費減のため、生産費は慣行移植の約90%に低減された。また、春作業の労力が緩和されるため、規模拡大や経営の複合化が可能である。

表2-29 乳苗移植と慣行移植の収量と収量構成要素(山形農総研セ、2008～2010)

試験年次	品種 べこあおば	施肥量 (合計) Nkg/10a	移植日 月日	移植時 の葉齢 L	出穂期 月日	成熟期 月日	成熟期			精籾重 kg/10a	粗玄米重 kg/10a	倒伏 0～4
							稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²			
2008	乳苗移植	18	5.12	1.2	8.12	9.22	79.1	20.4	518	1214.7	1051.6	0
	慣行移植	10	5.20	2.5	8.08	9.16	74.0	19.6	420	949.7	744.6	0
2009	乳苗移植	18	5.25	1.5	8.13	9.30	78.0	18.3	436	1109.5	921.5	0
	慣行移植	15	5.20	2.5	8.06	9.20	79.0	19.3	408	1010.1	830.9	0
2010	乳苗移植	14	5.17	1.5	8.05	9.17	80.9	20.1	379	1075.0	872.9	0
	慣行移植	9	5.20	2.5	8.07	9.14	69.7	19.7	337	893.6	725.2	0

注)1 2008年の試験における乳苗移植は基肥8kgN/10a、追肥4+2+2+2kgN/10a、慣行移植は基肥6kgN/10a、追肥2+1+1kgN/10a




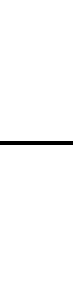
注)2 2009年の試験における乳苗移植は基肥8kgN/10a、追肥4+2+2+2kgN/10a、慣行移植は基肥7kgN/10a、追肥3+3+2kgN/10a

注)3 2010年の試験における乳苗移植は基肥8kgN/10a、追肥2+2+2kgN/10a、慣行移植は基肥7kgN/10a、追肥2kgN/10a

乳苗移植	生産資材費 25,253	生産管理費他 25,900	建物及び 農機具費 30,348	労働費 15,972	支払利子 支払地代 14,613	91,860円
慣行移植	生産資材費 27,170	生産管理費他 25,900	建物及び 農機具費 31,158	労働費 24,191	支払利子 支払地代 14,613	108,110円

図2-47 生産費の比較(単位:円/10a、食用米15ha+飼料用米5ha経営での試算)

多収品種の乳苗移植栽培のポイント — 東北南部地域 —

	水管理	生育	作業体系
3月			品種選定 種子消毒
4月			堆肥散布 基肥散布 種子の水浸・催芽
5月		落下種子対策	播種 代かき 育苗 移植
6月			除草剤散布 病虫害防除
7月		幼穂期 減分期	追肥 追肥 害虫防除
8月		出穂期	
9月			落水 立毛乾燥・収穫
10月			乾燥・調製
11月		落下種子対策	

乳苗移植栽培技術は、育苗日数を8～10日に短縮し、苗丈8～10cm、葉数1.5枚程度の小さな苗を本田に移植する栽培法である。10aあたりの使用箱数は16箱程度で、茎数が確保しやすいため高収量が期待できる。また、慣行の移植栽培と同じ育苗機材や機械装備で対応可能な低コスト栽培技術である。

1. 品種

「べこあおば」

2. 種子の準備

- ①塩水選(比重1.13で行う)
- ②種子消毒
- ③種子水浸(積算水温120℃を目安とする)
- ④催芽(32℃、20hrを目安とする)

3. 育苗法と本田管理

- ①使用培地 乳苗専用マット(ロックウールマット)
- ②播種量 箱あたり乾粒250gを目安とする
- ③播種時灌水量 箱あたり3L(殺菌剤の灌注も行う)
- ④覆土 箱あたり覆土量は1.2Lとし、N・P₂O₅・K₂Oが各1g混合された土を用いる
- ⑤育苗管理 育苗機で2日間積み重ね育苗し、その後、育苗ハウスに移し、5日間位は日中30℃をこえない程度的高温管理で苗の伸長を図る
- ⑥育苗日数 8～10日
- ⑦苗の目標値 苗丈8～10cm 葉数1.5枚
- ⑧育苗から本田の管理技術
ア ロックウールマットは保水力が高いので出芽後の灌水は控えめにして根の伸張とマット形成を良好にする
イ 移植時の株あたり植付本数は4本/株、栽植密度は24株/m²程度とする(必要苗箱数は16枚/10a程度)
ウ 本田の水管理は活着までは浅水管理とする
エ 分けつが下位節位から発生しやすく、初期生育が旺盛となる
オ 出穂期、成熟期は稚苗移植より2～3日遅れる

4. 水管理

過度の早期落水は収量を低下させる可能性があるため、出穂後30日間は落水せずに管理を行う。落水後は、できる限り圃場で立毛乾燥して刈り取る。

5. 堆肥散布

有機物から供給される肥効を考慮に入れて化学肥料の節減を基本とするが、2t/10aを散布する

6. 施肥量

- 基肥 N成分6～8kg/10a
追肥 N成分3～6kg/10a(追肥N成分の合計量)
追肥は、出穂30日前と15日前の2回施用を基本とするが、生育量や目標収量に応じて施肥回数・施肥量を増やす

7. 農薬使用

雑草、病虫害防除にあたっては、「稲」に登録がある農薬を用い、農薬使用基準を遵守する。i) 出穂期以降に農薬散布を行う場合、籾摺りをして玄米として家畜に給与する、ii) 籾米のまま、もしくは籾殻を含めて家畜に給与する場合、出穂期以降の農薬散布を行わないことを原則とするが、i) 及びii)の措置を要しない農薬は8-(2)項を参照する。

8. 収穫・乾燥調製

- ①異品種混入を防ぐため、食用米との収穫期をずらす。
- ②機械・施設の清掃を徹底し、残留籾を取り除く。

98. 落下種子対策

2-(8)項を参照する。

イ 疎植栽培

(ア) 技術の要点

疎植栽培は、育苗箱数の削減より省力、低コスト栽培が可能となる。生育量確保の点から極端な疎植は避け、15.2 株/m²(条間 30cm、株間 20~22cm)、3~4本/株を基本とする。

九州北部で得られた結果では、多収品種「ミズホチカラ」で粗玄米収量は 12.1 株/m²(40 株/坪)までは収量差は見られず(表2-30)、地力が高く穂数が確保しやすい地域では上記の基準より疎植でも収量は確保される。地力が低く穂数が確保しにくい地域ではこの基準より栽植密度を高くする。なお、栽植密度以外は、慣行栽培と同様の管理とする。

表 2-30 栽植密度の違いによる「ミズホチカラ」の生育及び収量

栽植密度 (株間)	出穂期	成熟期	稈長	穂数	粒数	粗玄米重	登熟歩合	千粒重	わら重
株/m ² (cm)	月/日	月/日	cm	本/m ²	*1000粒	kg/10a	%	g	kg/10a
18. 5(18)	9/2	11/2	77	296	43.5	739	61	23.5	896
15. 2(22)	9/2	11/2	77	279	46.9	748	64	23.3	843
12. 1(26)	9/3	11/2	81	283	51.8	749	57	22.8	930

注) 福岡農総試筑後分場での試験結果

移植日: 2009 年 6 月 16 日、育苗日数: 20 日(稚苗)、移植方法: 1 株 3~4 本の機械移植

窒素施肥量: 10a あたり 10kg(基肥) + 3kg(穂肥1 回目) + 3kg(穂肥2 回目)

穂肥1 回目: 幼穂形成期(出穂前 23~20 日)

穂肥2 回目: 減数分裂期(1 回目穂肥後 7~10 日)

初期茎数が確保しにくいとされてきた東北地方でも、秋田県南部における多収品種「べこごのみ」の栽培事例では、11.1 株/m²(37 株/坪、条間 30cm、株間 30cm)の疎植栽培で、21.0 株/m²(70 株/坪、株間 16cm)の慣行栽培に比べ、株が開張型となり、出穂がわずかに遅く、穂数が 15%程度少ないものの、一穂粒数が 20%程度多くなるため、総粒数が同程度となり、粗玄米収量も同程度となる(表2-31、土屋ら 2011, 2012)。また、疎植栽培では稈長がやや長いものの、節間が太く、倒伏しにくい。



70 株/坪 (21 株/m²)



37 株/坪 (11 株/m²)



7 月上旬



図 2-48 「べこあおば」の慣行栽培(左: 70 株/坪)と疎植栽培(右: 37 株/坪)

表 2-31 「べこあおば」の慣行移植と疎植の収量と収量構成要素

栽植密度 (株間)	出穂期	成熟期	稈長	穂数	総粒数 *1000粒	粗玄米重	登熟歩合	千粒重	一穂 粒数	倒伏 程度	止葉 葉色 穂揃期	第3節間 長径	短径
株/m ² (cm)	月/日	月/日	cm	本/m ²	/m ²	kg/10a	%	g				mm	mm
21. 0(16)	8/6	9/23	72.3	373	32.0	879	70	33.7	86	0.06	39.8	5.4	4.9
11. 1(30)	8/7	9/23	75.9	314	32.7	892	67	33.1	104	0.13	42.9	6.1	5.4

注)東北農研センター大仙研究拠点での2010年と2011年の試験結果の平均を示す。、倒伏程度は0(無)~4(甚)

移植日:2010年5月14日、2011年5月16日、育苗日数:25日(稚苗)、移植方法:1株3.5~4本の機械移植

窒素施肥量:10aあたり8kg(基肥)+3kg(中間追肥)+4kg(穂肥1回目)+3kg(穂肥2回目)

中間追肥:移植30日後

穂肥1回目:幼穂形成期(出穂前25~20日)

穂肥2回目:減数分裂期(1回目穂肥後12~14日)

このように37~40株/坪の極端な栽植密度でも慣行と同等の収量を得ることが可能である。一方、寒冷地条件では極端な疎植で慣行の5~10%の減収となる場合もあり、気象条件を踏まえて極端な疎植を避ける必要がある。

(イ) 育苗コスト低減効果

栽植密度21~22株/m²(70-73株/坪)の慣行栽培では20~22箱/10aの苗が必要である。15株/m²(50株/坪)の疎植栽培では必要苗箱数が14~16箱/10aで約3割減、12株/m²(40株/坪)まで疎植にすると必要苗量は12~14箱/10aと約4割減が可能である。費用は労賃を除いた種子、培土等の物材費が約250円/箱であるため、それぞれ約1,500円/10a、約2,000円/10aのコスト減となる。これに箱施肥費用をあわせると、15株/m²で約2,400円/10a、12株/m²で約3,200円/10aのコスト削減が可能となる。

(ウ) 注意点

一般に、疎植栽培において紋枯病の発生は少なくなると思われるが、疎植条件では、株間の感染は少なくなるものの、慣行栽培に比べ一株茎数が多く、株が過繁茂となり紋枯病の被害が大きくなる場合もあるので注意が必要である。いもち病の発生は疎植栽培では慣行栽培に比べ風通しが良いために生育初・中期は少ない(山田・皆川 2010)。しかし、1株当たりの生育量が多くなり薬剤成分濃度が低下することなどから、育苗箱施用剤の効果が不安定になる傾向がある(山田 2010)ので、留意する。一方、西南暖地のようなスクミリンゴガイ(ジャンボタニシ)の発生地域では移植後3週間頃までは、できるだけ浅水管理を行い被害回避に努める。また、用水の温度が低い東北日本では、生育初期に浅水管理を行うことにより分けつの発生を促し、初期茎数の確保につながる利点もある。なお、疎植栽培では慣行栽培に比べ葉色が濃く推移する(表2-32)ことから、イネアオムシ(フタオビコヤガの幼虫)やイネツトムシ(イチモンジセセリの幼虫)の発生が多くなることに留意する。

(参考)

- 1) 土屋一成・西田瑞彦・吉田光二(2011) 完熟家畜ふん堆肥施用条件における飼料用米「べこあおば」に対する疎植栽培の試み 日本作物学会紀事 80(別2),44-45
- 2) 土屋一成・西田瑞彦・吉田光二・高橋智紀(2012) 飼料用米「べこあおば」に対する疎植栽培の効果 日本作物学会東北支部大会講演要旨
- 3) 山田真孝・皆川博孝(2010) 水稻疎植栽培におけるいもち病発生様相 北日本病虫研報 61:18-21
- 4) 山田真孝(2010) 水稻疎植栽培におけるいもち病育苗箱施用剤の効果 福島県農業総合センター研究成果(参考)

③低コスト技術導入の経済効果（現地実証試験事例の紹介）

ア 現地実証試験の概要について

飼料用玄米 1kg の生産費（以下、従量生産費）を 100 円以下とし、90 円/kg^{注1)} に迫ることを目標とした現地実証試験事例をもとに、低コスト技術導入の経済効果を紹介する。この現地実証試験（表 2-3 2）は、①多収化のために飼料用米に適する多収品種を用い、②適切に収量を維持しつつ肥料費を低減、③立毛乾燥により乾燥調製費を減少、④直播あるいは疎植栽培による種苗費減少、労働時間減少を検討したものである。試験は、福島県 C 市、山形県 A 町、岐阜県 N 市において実施された。飼料用米はそれぞれ肥育牛、養豚、養鶏に用いられている。

表 2-3 2 現地実証試験の内容と経営の基礎データ

	福島	山形	岐阜
場所	C市(中通)	A町(村山)	N市(東部)
地域	寒冷地	寒冷地	温暖地
現地実証試験 共通内容	①専用品種による多収化 ②施肥法の改良 ③立毛乾燥		
現地実証試験 個別内容	直播による生産費 低下	湛水直播による生 産費低下	乳、稚苗移植による 育苗期間短縮と生産 費低下
個別内容の細 部	・大豆後作 ・鉄コーティング直播	・無コーティング直播 ・湛水土中条播	・良質わら取得による副 産物収入増加。
収量目標	750kg/10a	800kg/10a	800kg/10a
生産費目標	100~90円/kg		
使用品種名	ふくひびき	ふくひびき	北陸193号
経営類型	個別	個別	集落営農
規模	10ha	18ha	37ha
利用先	肥育牛	豚	鶏

イ 試験の結果

(ア) 多収品種の利用

福島県および山形県では「ふくひびき」、岐阜県では「北陸 193 号」が使われた。「ふくひびき」の単収は最も多い年で、福島は 779kg/10a、山形は 850kg/10a であり、「北陸 193 号」は 880kg/10a と、いずれも高収量が得られている（表 2-3 4）。3 年間の結果から、順当な気象条件であ

れば単収 800kg/10a 程度を達成するのは十分可能である。

(イ) 施肥と収量

今回の実証試験以前の事例（表 2 中の前試験の列）においては、高収量の達成が優先されていたため肥料費が多めであったが、その後、肥料費を削減しつつ、目標収量の達成に成功している。肥料成分やコストの内訳は、表 2-3 5 に示した。

福島では、大豆後作 1 年目の地力窒素発現を活用しており、収量増と肥料費減の双方が実現されている年が多かった^{注2)}。山形の試験では肥料費が全体に少なめである。これは堆肥投入について、請け負う畜産経営への作業委託として処理するためである^{注3)}。なお、堆肥は 800kg/10a を投入している。岐阜では、「北陸 193 号」の乳苗疎植により高収量を得たが（表 2-3 3）、牛ふん堆肥利用によるコスト増加に加え、基肥、追肥 2 回とした結果、肥料費が他地域よりも高くなった。

多収品種は、施肥窒素の利用効率が低い性質を有する（吉永 2013）ため、収量増と生産物当たりの肥料費の減少には、多収品種の利用が必要条件と考えられる。

表 2-33 現地実証試験における収量および費目ごとの生産費用

栽培方法	福島				山形			岐阜			
	前試験 移植	22 直播	23 直播	24 直播	前試験 移植	23 直播	24 直播	前試験 移植	22 疎植乳苗	23 疎植乳苗	24 疎植乳苗
種苗費	11,340	2,475	2,475	2,475	4,131	2,250	2,250	2,160	1,800	1,800	1,288
肥料費	22,930	4,757	4,763	5,429	3,117	1,580	1,580	13,432	8,291	8,291	11,589
農業薬剤費	3,125	7,415	7,993	8,998	5,243	3,992	3,992	3,630	3,419	3,419	5,098
光熱動力費	1,668	3,499	3,499	3,499	4,007	2,593	2,593	1,970	2,220	2,220	2,220
その他諸材料費	0	1,906	1,906	1,906	56	56	56	11,916	1,614	1,614	1,614
土地改良及び水利費	3,400	3,400	3,400	3,400	8,003	8,000	8,000	937	937	937	937
賃借料及び料金	17,904	11,063	21,141	19,241	18,933	25,350	20,080	24,030	17,292	17,508	15,884
物件税及び公課諸負担	2,075	2,164	2,164	2,164	2,677	2,677	2,677	3,347	3,347	3,347	3,347
建物費	1,309	1,861	1,861	1,861	961	264	264	860	860	707	707
農機具費(修繕込み)	23,498	26,718	26,718	26,718	13,726	21,908	21,908	26,391	31,034	20,190	20,190
生産管理費	207	269	269	269	365	365	365	447	447	447	447
労働費	13,357	15,161	13,289	13,477	30,459	11,214	11,104	20,714	26,317	17,673	17,673
副産物価額	10,000	10,000	10,000	10,000	2,519	2,519	2,519	15,400	20,000	6,000	6,000
副産物価額差引生産費/10a	90,812	70,687	79,477	79,437	89,159	77,730	72,349	94,434	77,579	72,153	74,995
従量生産費(円/kg)	121	91	102	113	111	91	98	121	88	114	93
収量(kg/10a)	750	779	778	703	800	850	740	779	880	630	806
10a当たり労働時間	9.7	11.0	9.7	9.8	22.1	8.1	8.1	15.0	19.1	12.8	12.8

注:労働費単価は1,377円/時間とする

表 2-34 現地実証試験における肥料費 (24 年度)

	投入物	使用量 kg/10a	円/kg	円/10a	備考
福島	化成肥料(NPK14%)	56	84.0	4,704	化成肥料N:P:K=7.8:7.8:7.8kg, 硫安N=2.7kg. 大豆後作による地力窒素の発現増を見込む.
	硫安	13	56.2	725	
	計			5,429 (円/10a)	
山形	化成肥料(NPK14%)	20	79.0	1,580	化成肥料N:P:K=2.8:2.8:2.8kg, 牛ふん堆肥 N≒8~10kgと推定.
	堆肥散布量込み	800	-	0	
	計			1,580 (円/10a)	
岐阜	牛ふん堆肥	680	10.2	6,917	牛ふん堆肥 N:P:K=6.8:10.2:12.2kgと推定. 化成肥料 N:P:K=5.0:2.9:2.9kg 尿素2回投入計 N=9.2kg
	基肥 化成肥料	36	90.0	3,240	
	追肥2回 尿素46%	20	71.6	1,432	
	計			11,589 (円/10a)	

(ウ) 立毛乾燥の実施効果

立毛乾燥の効果は、生産費の分類では「賃借料および料金」に含まれる乾燥調製費の増減として現れる。乾燥調製費は収量にも影響されるが、生産費において農機具費や労働費に匹敵する大きな割合を占める。

各現地試験における乾燥調製費は1~2万円/10aである(表2-35)。福島の事例では籾摺り袋詰までの乾燥調製費として、水分17%未満では11円/kgの費用となり、17%以上では25円/kgに設定されている。圃場で水分を低下させることができれば、同じ収量であっても10aあたり1万円近く生産費が下がることになる。この事例では、立毛乾燥は生産費低下に大きな効果がある。なお、24年度に福島において倒伏を生じた際は、立毛による乾燥は困難であった。従って、倒伏は収量減と立毛乾燥不可という二重の損失をもたらすことになる。

山形の現地のライスセンター(以下、RC)における乾燥調製費は籾出荷時の水分と関係がなく、立毛乾燥により15%近くまで籾水分を低下させても、生産費に影響しなかった。

岐阜では、籾水分18%以下の場合:14.7円/kg、18.1~23%の場合:22.5円/kg、23.1~29.9%

の場合は 24.7 円/kg と設定されている。実証試験の 3 年間とも立毛乾燥により水分 18%以下を達成でき、生産費低下に貢献した。仮に、各年とも 25%で出荷された場合、平均で毎年 7,720 円/10a 乾燥調製費が増額されるので、立毛乾燥は面積あたりの生産費全体を 1 割程度、低下させていることになる。

表 2-35 現地実証試験における乾燥調製費

	費用が最低となる水分条件	達成状況	乾燥調製費 (円/10a)	収量 (kg/10a)
福島22	17%未満	○	¥10,036	779
福島23		×	¥19,709	778
福島24		×	¥17,809	703
山形23	水分関係なし	—	¥17,850	850
山形24		—	¥12,580	740
岐阜22	18%未満	○	¥12,936	880
岐阜23		○	¥9,261	630
岐阜24		○	¥11,848	806

(エ) 直播あるいは疎植栽培の導入効果

直播栽培に用いる品種には耐倒伏性の高いことが求められる。今回の試験においても、山形では倒伏を生じず、福島においても 3 年間で 1 回にとどまる。直播の導入によって、福島において 9,000 円/10a、山形において 2,000 円/10a 近く種苗費が低下した。また、山形では種子予措、育苗、移植に関する労働時間が合計 6.0 時間/10a かかっていたのが、直播においては種子予措および播種作業の労働時間は 1.3 時間/10a に低下した。

岐阜で検討された疎植栽培では、乳苗の場合、株間 22cm が最も多収で、必要苗箱数は 10~11 箱/10a であった。また、窒素施肥を基肥 10kg/10a—中間追肥なし—穂肥 5kg/10a とすると多収が得られ、24 年度までに 800kg/10a の高収量を維持し、試験開始前から種苗費と肥料費を 3,000 円/10a 近く低下させることができた。

ウ 小括

従量生産費を 90 円/kg 程度に低下させるためには、①多収品種の利用により 700kg 後半から 850kg/10a 程度の収量を確保すること、②直播や疎植により種苗費や労働費を節減すること、③田畑輪換や堆肥の活用などによる肥料費の節減、④立毛乾燥による乾燥費の節減、などを同時達成する必要がある。

注 1) 現地実証試験の全刈玄米収量は水分 15%換算で表示した。従量生産費は 10a あたりの副産物価額差引生産費を算出した後、この収量で割ったものである。

注 2) 福島では大豆後には倒伏の可能性が高まることを懸念して堆肥投入を行わなかった。また、わらを畜産農家に販売する際、堆肥を投入しない差額 10,000 円/10a を副産物価額とした。

注 3) 費目として賃借料および料金欄において 3,000 円/10a を設定した。

(参考)

1) 吉永悟志(2013)加工用・飼料用水稻の収量ポテンシャルと養分生理 日本土壤肥科学雑誌 84(5), pp. 399-404.

3 飼料用米の加工・調製

(1)加工技術

飼料用米の消化性を向上させるためには破砕処理等の加工を行う必要がある、加工法としては破砕（圧ぺん、粗挽き、挽き割り等）と粉碎があるが、粉碎は米粉用途で用いられる加工方法であり、一般的に能率が低いため飼料用米の加工法としては用いられない。飼料用米の専用破砕機として、小型機械で取り回しが容易な破砕機として、現在、V溝型ツインローラによって破砕する「飼料用米破砕機」、インペラ式糲摺り機をベース機とした「飼料用米破砕機」と「飼料用米脱皮破砕機」、フリーハンマーで破砕する「ライスカウンター」、ロール式糲摺り機をベース機とした「飼料用米挽割り機」が実用化されている。一方、米麦共同乾燥施設等に導入されている糲殻処理装置等を活用した施設型機械も活用できる。さらに、飼料工場に導入されている蒸気圧ぺん処理機も飼料用米の加工に利用することができる。

(2)成熟期米の糲米のサイレージ調製技術

糲米サイレージは糲に処理を加えて密封し、サイレージに調製したものであり、濃厚飼料として利用される。糲米あるいは糲殻を含めて給与するため、基本的に栽培時には出穂以降の農薬使用を控える必要がある。高品質なサイレージを調製するためには破砕、水分調整、乳酸菌添加を確実に行って完全に密封することが重要である。なお、黄熟期に収穫した糲米も利用できるが、出穂以降の農薬使用は控える必要がある。黄熟期の糲米については、水分含量が30～35%程度と高いが、成熟期の糲米と同様に、破砕、水分調整、乳酸菌を添加することで、安定して良質なサイレージを調製できる。

(1) 加工法

糲は難消化性の堅い糲殻で覆われており、さらに玄米表皮も消化されにくいいため、未処理のまま給与すると畜種によっては未消化率が高く栄養価の損失となる。採卵鶏や肉用鶏などの家禽では砂嚢を有するため未処理の糲のままでも給与は可能であるが、豚は単胃であるため消化管通過速度は早く、玄米で給与するとともに給与前に十分細かく加工しておく必要がある。4章で後述するが、乳牛や肉牛の場合は、反芻のため消化管通過速度は遅く、糲殻の繊維性飼料としての効果も期待できるが、消化性の向上のためには、糲殻の剥離だけでなく粗挽きや挽き割り等の破砕処理が必要である。

飼料用米の破砕処理および貯蔵方法としては、成熟期に収穫した糲を乾燥処理して貯蔵し、給与時に破砕する方法と水分が30%以下の糲米を破砕、水分調整、乳酸菌添加後に密封してサイレージとして貯蔵する方法がある。破砕処理には小型で、個別農家で飼料用米を専用に破砕する機械を活用する場合と米麦共同乾燥施設等に導入されている糲殻処理装置が活用する方法があり、その他には、飼料工場に導入されている処理装置も活用できる。

①飼料用米を対象として開発された破砕機械

ア 飼料用米破砕機

本機は(独)農研機構と農業機械メーカーによって開発された破砕機で、V溝字型ツインローラによって

破碎する構造である(図3-1)。また、ローラーの間隙を調整することで破碎粒度を替えることができ、生粳米や玄米を効率的に破碎することができる。作業能率についてはローラーの間隙や粳または玄米の水分によっても異なるが、高い処理能力を有している。動力はエンジン仕様とモータ仕様(3相 200V)の2タイプがある。なお、倉庫内等で破碎処理を行う場合、搬送オーガを用いることにより、地上部からホッパ部へ飼料用米を容易に投入することができる。

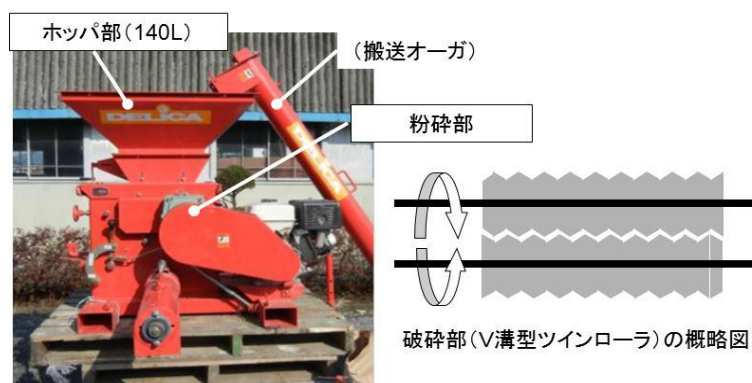


図3-1 飼料用米破碎機(左)と破碎部の概略図

モータ仕様(8.1kW) 全長:1710mm、全幅:1130mm、全高:1200mm、機体質量:550kg
 エンジン仕様(7.5kW) 全長:1710mm、全幅:1290mm、全高:1200mm、機体質量:520kg

イ インペラ式粳摺り機をベースとした飼料用米脱皮破碎機と飼料用米破碎機

インペラ式粳摺り機をベース機とした飼料用米破碎機の一つが飼料用米脱皮破碎機であり、比較的高水分である収穫直後の粳米を乾燥させずに脱皮して破碎処理ができることが特徴である。本機は2連のインペラ部(羽根車状の回転加速盤)から構成されており(図3-2)、最初のインペラ部は粳摺り機と同じ構造の脱皮ファンはであるが、連結したもう一方のインペラの先端の湾曲部を真直ぐにして、壁面への衝突速度を速くさせるとともに、粳摺り作業時の胴割れ防止用の壁面のライニングをウレタン樹脂から縞鋼板に替えることによって、飼料用米を破碎する構造になっている。したがって、最初の脱皮ファンで粳殻を剥して玄米にし、次の破碎ファンで玄米を破碎する。

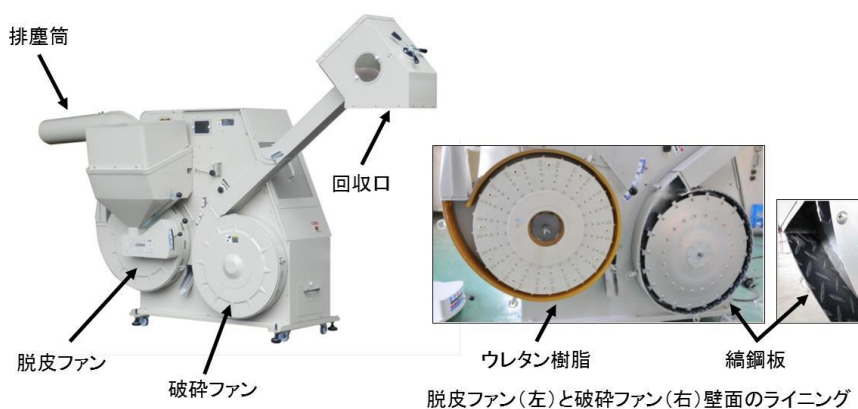


図3-2 飼料用米脱皮破碎機の全体図(左)と脱皮部および破碎部壁面のライニング

写真提供: 株式会社大竹製作所

インペラ式粃摺り機をベース機としたもう一つの破砕機として、連結した2連のファンとも脱皮破砕機の破砕部と同様な構造の破砕機構を有した飼料用米破砕機がある。本機は2連の破砕部によって破砕精度の向上を図っているとともに、脱皮破砕機よりも安価である。なお、本機は生粃、乾燥粃、乾燥玄米の破砕処理を行うことができるが、脱皮破砕機との用途の仕分けは、飼料用米が粃で搬入され、玄米として破砕したい場合には脱皮破砕機を活用し、玄米で搬入されてくる場合には、脱皮破砕機よりも安価な本機が利用できる。

ウ ライスカウンター

本機は生産現場の酪農家(臼井氏)が開発した機械である。本機の破砕機構は24枚のフリーハンマーを高速に回転させることに

よって、乾燥粃米を細かく破砕することができる(図3-3)。

破砕機本体は非常にコンパクトであり、本体を中心にして飼料用米の入ったフレコンバッグを設置するための鉄製フレーム(パレット設置台)から構成されている。本機を用いた飼料用米の破砕処理の流れは、専用パレットにフレコンバックを載せ、専用パレットとともにフレーム上部の設置台にセットする。フレコンバ

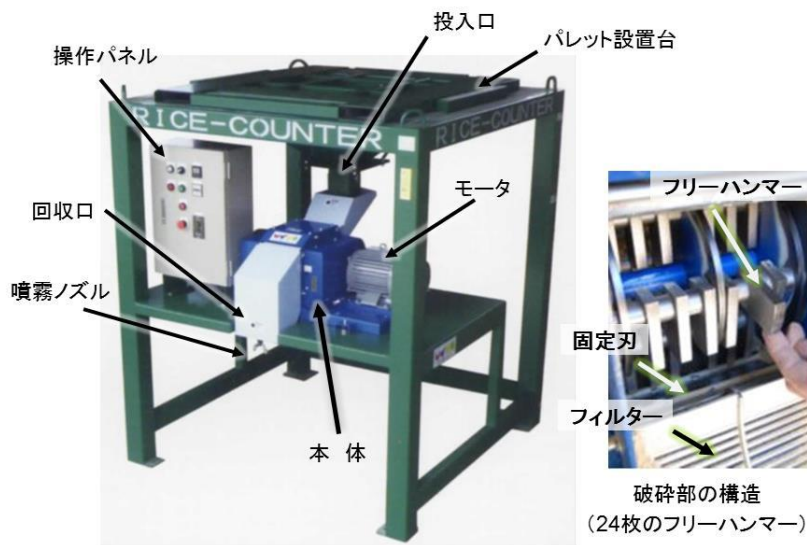


図3-3 ライスカウンターの概要(左)と破砕部(右)

写真提供:ウスイプロジェクト、(株)農文協 松久氏

ッグ底面の開口部の紐を外して、破砕部本体に飼料用米を送り込み、フリーハンマーで粃殻ごと細かく粉砕する。また、サイレージ調製を行う場合には、加水用ノズルが取り付けられるようになっており、破砕した粃米に加水と乳酸菌を添加することができる。

エ その他の実用化されている破砕機

その他に、飼料用米挽割り機(クラッシュマスター)が実用化されている(株式会社サタケ)。本機は従来のゴムロール式粃摺り機のゴム製ロールを主軸ロールに横溝、副軸ロールに縦溝を刻んだ鉄製ロールに替えることで、玄米を挽割り加工する構造である。

以上のような破砕機の主要緒元を表3-1に示す。

表3-1 市販化されている主な飼料用米破碎機の主要緒元

		飼料用米破碎機 DHC-4000M	飼料用米脱皮破碎機 SDH-35	飼料用米破碎機 SH-2	ライスカウンター RC-Ⅲ
機 体 寸 法	全 長(mm)	1,710	2,830	2,100	1,480
	全 幅(mm)	1,320	850	860	1,480
	全 高(mm)	1,140	1,720	1,410	1,770
機体質量(kg)		550	155	155	430
主 電 源		三相200V	三相200V	三相200V	三相200V
モータ(kW)		7.5	3.7	3.7	3.75
処理能力(kg/h)		2,000~3,000	700~1,000	300~1,000	300~600
破碎機構		V溝型ツインローラ	脱皮ファン+破碎ファン	2連の破碎ファン	フリーハンマー
価 格		189万円	98.7万円	65.1万円	209万円

処理能力はカタログ値、価格はメーカー希望小売価格で平成25年9月現在の税込価格

②既存の施設型粃殻処理機の活用

粃殻処理装置は粃殻を圧縮・破碎することで吸水性を高め、牛舎の敷料や堆肥化処理における副資材として用いるために米麦共同乾燥施設(ライスセンター(RC)、カントリーエレベータ(CE))や堆肥センターに導入されている機械である。粃殻用処理機械はそのまま、あるいは一部の改良によって飼料用米の破碎機として活用できる。そのような施設型装置の一つがプレスパンダ(粃殻膨軟処理装置)である(図3-4)。本機は1軸のスクリー刃によって、特に改良することなく、粃殻や飼料用米を圧縮・破碎することができる。なお、本機は粃殻処理用として全国で約700台が導入されている。

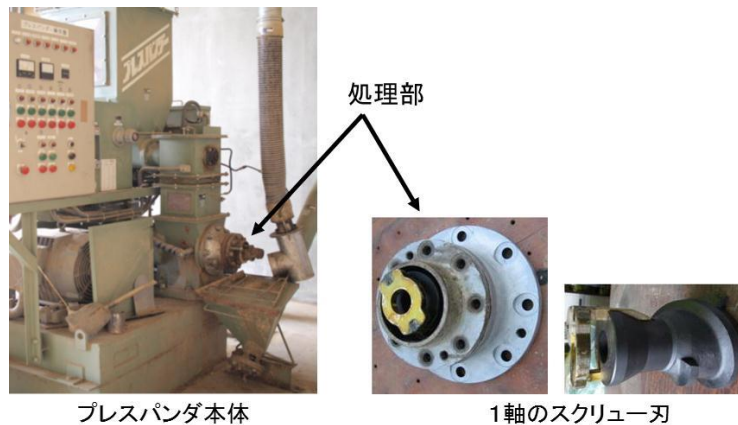


図3-4 プレスパンダ(粃殻膨軟処理装置)本体と1軸スクリー刃の処理部の構造

本機を基本機械として粃米サイレージ調製を行うための作業フローは図3-5に示したように、先ず穀物コンテナに飼料用米を投入し、取出し・バケットコンベアによってプレスパンダ本体へ飼料用米が搬送される。本体では一次加水と破碎処理を行い、破碎粃はベルトコンベアで搬送して、発酵に適す水分域となるように二次加水を行い、フレコンバッグの内袋に投入する。内袋が満量になったら、吸引器で脱気・密封して粃米サイレージとして調製される。なお、プレスパンダは粃殻だけでなく、飼料用米の破碎においても非常に良好な破碎程度が得られるが、玄米を破碎処理することはできない。

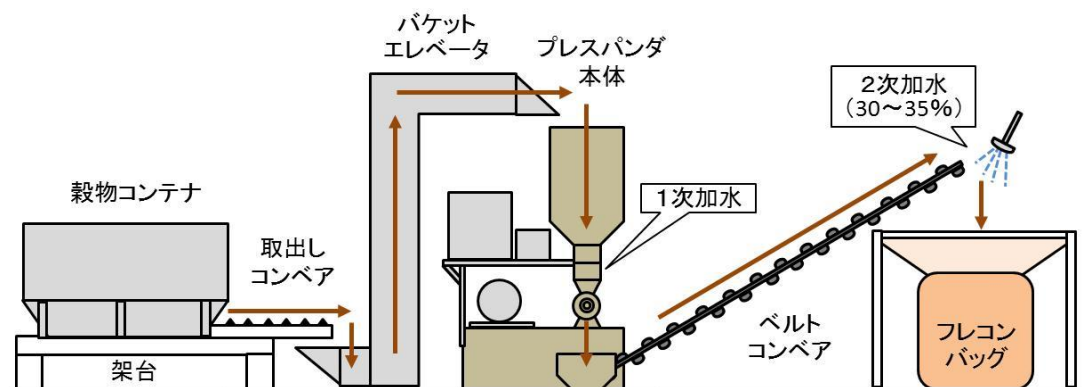


図3-5 プレスパンダを用いた飼料用米の破碎と SGS 調製の作業フロー図

注) 図中の矢印は飼料用米の流れを示し、本体処理部の加水量によって破碎程度と能率が異なる。

関西産業株式会社資料より著者が作成

ダブルプレス(粳殼膨潤処理装置)も飼料用米の破碎用に活用できる(図3-6)。本機は粳殼処理用にプレスパンダの後継機として開発されたものであり、プレスパンダよりも所要動力は小さく、刃の摩擦も少ないのが特徴である。しかし、飼料用米の破碎に用いた場合、プレスパンダよりも破碎程度や処理能力が低かったが、(独)農研機構と機械メーカーによって破碎スクリー駆動モータを大きくするなど改良を行い、破碎精度も向上し、時間当たり約 4tの飼料用米を破碎処理できる。

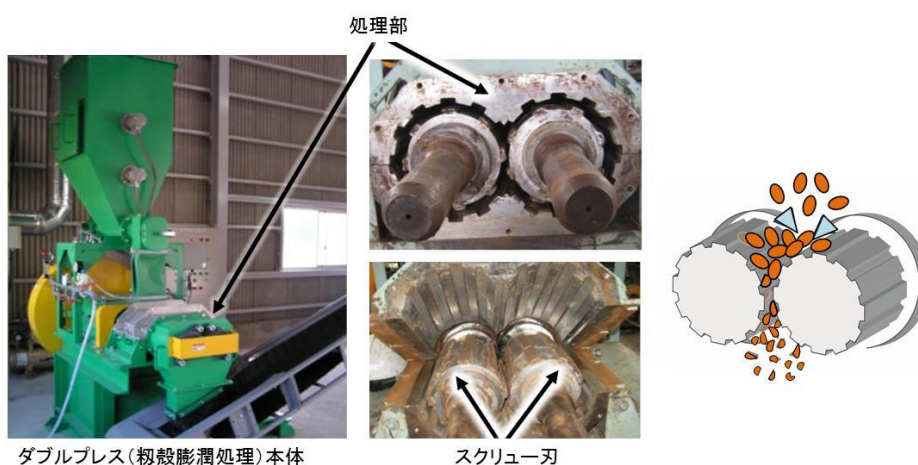


図3-6 ダブルプレス(粳殼膨潤処理装置)本体と2軸スクリーウ刃の処理部の構造

写真提供: 関西産業株式

③飼料用米の破碎に利用できる飼料工場に導入されている処理機械

押麦製造用の加工工場や飼料工場に導入されている圧ぺん処理装置は、飼料用米の圧ぺん処理を行なうことができる。圧ぺんされた粳米は粳殼が剥離または破壊され、子実も扁平になって大部分が粳殼から露出する状態になる。なお、蒸気で加水・加熱することによって、デンプンを α 化してから圧ぺんする方式の処理装置もある。ただし、米は圧ぺんによりデンプンの一部が糊化し、破碎ロールに粘着しやすいため、処理できる適正水分域は 15%未満であり、処理能力も 240kg/h 程度の能率である。

(2) 粃米のサイレージ調製技術

①粃米サイレージとは

粃米サイレージは粃部分だけを収穫後、サイレージに調製したものであり、濃厚飼料として利用することができる。食用米と同様にコンバインを用いて収穫できることから新たな機械導入を必要としないメリットがある。

これまでの粃米サイレージは糊熟期～黄熟期の水分含量の高い時期に収穫した軟らかい粃米を調製する「ソフトグレインサイレージ(SGS)」が利用されていた。しかしながら、近年では成熟期に収穫した粃米をサイレージ化する技術が確立され、普及している。本項では成熟期収穫の粃米サイレージ調製法と SGS 調製法について記載する。

②農薬の使用について

粃米および粃殻を含めて給与することになるので、原則として、栽培時には出穂以降の農薬散布は控える。詳しくは8-(2)項を参照する。

③成熟期収穫粃米のサイレージ調製方法

ア 破碎処理

(ア) サイロ内の水分のばらつき

サイレージ調製時に破碎処理を行わないで加水した場合、粃米はほとんど吸水しないため、加えた水分はサイレージ底部にそのまま溜まる。こうしてできたサイロ内水分のばらつきは、サイレージ発酵のばらつきを招くため、サイレージ調製時の破碎処理は必須である。

(イ) 破碎処理による消化性の向上効果

未破碎の粃では糞中への未消化子実排泄率が高く消化性が悪いため、給与の面においても破碎処理が必須である。乾乳牛 3 頭を用いた全糞採取法による消化試験から求めた黄熟期収穫のソフトグレインサイレージの TDN 含量と子実排泄率を表3-1に示した。未破碎サイレージの TDN 含量は 50.6%であったが、破碎機処理による破碎率が 57.5%とした場合には 64.2%まで向上した。一方、子実排泄率は、未破碎サイレージでは 27.6%であったが、破碎率 57.5%とした場合には 19.1%に減少した。以上のことから、破碎率を高くすることによって子実排泄率を低減し、飼料価値を高めることができる。

表3-1 乾乳牛で測定したソフトグレインサイレージの TDN 含量と子実排泄率

破碎処理	TDN (%)	子実排泄率 (%)	備考
無	50.6	27.6	
有	64.2	19.1	破碎率57.5%(破碎機により破碎)
(有)	74.3	12.8	破碎率100%の推定値

イ 成熟期収穫の粃米サイレージの各調製処理における発酵品質

成熟期に収穫した粃米(品種「モミロマン」)を破碎し、処理方法を変えて小規模サイレージ発酵試験法(パウチサイレージ)にて調製した 60 日間貯蔵後のサイレージ発酵品質を図3-1に示す。

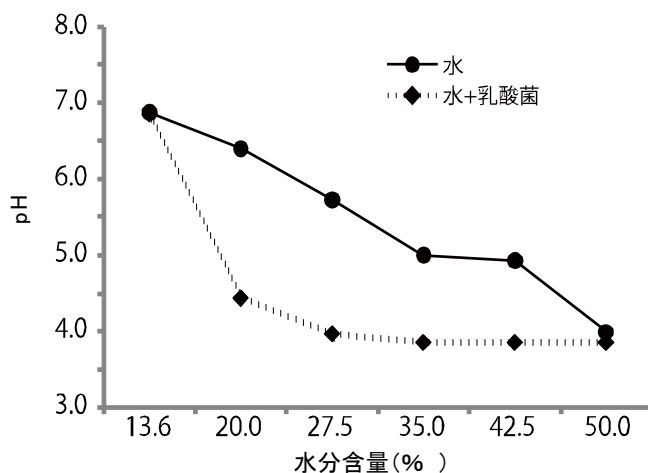


図3-1 粃米サイレージ調製方法と発酵品質

完熟期に収穫した粃米は水分含量 25%以下となるが、水分含量 27.5%未満では乳酸含量が増加せず pH が十分低下しないため、加水処理は必須である。加水のみで pH4以下にするには水分含量 50%までの加水が必要であるが、乳酸菌添加を行うことにより、乳酸発酵が大きく進み水分含量 27.5%以上で pH は 4以下となる。

水分含量が多くなると栄養分を含む廃汁が出てしまい、重量が増えハンドリングが悪くなるが、乳酸菌を添加することで加水量を大きく抑

えることができる。なお、加水量の計算が行いやすい調整後水分含量 30%を加水量の目安とすればよい。

以上のことから、水分調整(調整後水分 30%)、破碎処理、乳酸菌添加の3つを組み合わせることが粃米サイレージ調製において最適な処理であると考えられる(Inoue et al. 2013、井上ら 2013)。

④黄熟期米の利用について(ソフトグレインサイレージ)

黄熟期収穫の粃米は、成熟期収穫のものに比べて水分が高いものの、サイレージ調製においては、成熟期収穫と同じように破碎処理、水分調整、乳酸菌添加の3つを組み合わせることで良質なサイレージが調製できる。

黄熟期に収穫した「ふくひびき」の粃米について、処理方法を変えて 1L のポリサンプル瓶を用いて調製したサイレージの発酵品質を表3-2に示す。黄熟期では水分含量が約 30%であるが、水分測定をあらかじめ行い、水分含量が 30%を下回らないように水分調整をおこなうことが重要である。破碎処理、水分調整、乳酸菌添加は、いずれも、pH の低下や発酵の促進に有効である。

表3-2 サイレージ調製法と発酵品質(1L ポリサンプル瓶で調製)

熟期	破碎処理	加水処理	乳酸菌添加	水分 (%)	pH	乳酸 (% 原物)	酢酸 (% 原物)	プロピオン酸 (% 原物)	酪酸 (% 原物)	VBN/TN (% 原物)	V-SCORE
黄熟期	無	無	無	29.6	5.78	0.07	0.23	0.00	0.00	1.0	99
			有	29.5	4.40	0.37	0.01	0.00	0.00	0.8	100
	有	無	無	35.1	4.13	0.58	0.00	0.00	0.00	1.3	100
			有	35.6	4.08	0.71	0.17	0.00	0.00	1.2	100
	有	有	無	29.5	5.15	0.35	0.13	0.00	0.04	2.0	97
			有	29.8	4.09	0.90	0.04	0.00	0.00	1.0	100

(参考)

- Inoue et al. (2013) Effects of moisture control, addition of glucose, inoculation of lactic acid bacteria and crushing process on the fermentation quality of rice grain silage. Grassland Science 59, 63-72
- 井上ら(2013) 完熟期収穫の飼料用米サイレージ調製法 畜産草地研究所成果情報

(3) 山形県内における実用規模粃米サイレージ調製の取り組み

ア 水田を活用した飼料生産の推移等

山形県内での飼料用米の利用は、肉用牛肥育経営では、以前から個別経営単位で肉質向上等を目的にした小規模な取り組みがあったようであるが、飼料源としての飼料用米の組織的な取組みは庄内地域の養豚経営が 1996 年頃に開始したものが最初と考えられる。その後、イネWCSの専用収穫機が開発されたこと等を契機に、県内でイネWCSへの取組みが開始されると、作付面積は年々増加の一途をたどり、2011 年度には県内の作付面積は 500ha を超えるまでに拡大した。

年々増加するイネWCSとは対照的に、飼料用米の県内作付面積は、2000 年度をピークに 2004 年度頃にかけて一旦下降するが、その後、再び増加に転じており、特に 2007 年度以降の伸びは著しいものがある。なお、2012 年度の飼料用米の作付面積は 2,500ha 超まで拡大している。飼料用米作付のメリットは、耕種農家にとっては、水田を水張り管理で転作ができ、更には、既存の施設・機械が活用可能で新たな投資や技術導入を必要としないこと、畜産農家にとっては、近年、価格が高止まりしている輸入飼料の代替として、耕畜連携を図りつつ安定的に自給飼料を確保できることなどにある。飼料用米の作付面積が急伸する背景には、それらのメリットに加え、国の助成制度等による後押しが大きいと考えられる。

飼料用米は、当初、配合飼料の原料として飼料メーカーに供給し加工されていたが、2008 年からは、生産者団体等により地域内で生産・加工し、地域内で給与できる飼料用米の実用的な供給システムの試行が開始された。

表. 飼料用米等の作付状況

(単位: ha)

項目	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度
イネWCS	14	45	70	148	135	116	140	182	296	350	428	542	582
飼料用米	143	110	70	55	27	31	69	141	370	614	1,092	2,347	2,507

(資料: 山形県農林水産部畜産課調べ)

イ 粃米サイレージへの取組み

県内で 2008 年、水田機能を維持したまま転作田の活用が可能な方策の一つとして、粃米サイレージに着目した町役場と農協を核とする協議会が設立され、現場向きで効率の良い破碎方法の検討が開始された。検討された破碎方法は、新たな設備投資を極力抑えることが主眼とされ、地域内のいくつかの既存機械での試行がなされた結果、スクリュープレス式破碎機械での膨軟化処理による粃米サイレージ調製が採用された。膨軟化処理による粃米サイレージであるが、取組み当初は、粃米サイレージの品質にばらつきが見られ、また、開封から数日すると酢酸エチル臭がしてくることがあると利用者から意見が寄せられたようである。それらの品質面での不安定さは、サイレージ調製時の水分率や発酵促進のための添加剤の種類等について試行錯誤が繰り返されたことにより、現在では、利用者の納得のいく高水準で安定した品質の製品の供給がなされている。

その先行取組み事例の成功を参考に、同じスクリュープレス式破碎機械での処理による膨軟化粃米

サイレージ調製に新たに取り組む団体が2010年度から2団体増え、合計3団体となった。なお、2012年度の膨軟化粃米サイレージの本県での取り組み面積は約120haとなっている。

県内では、これら3団体の他に、いくつかの生産者組織等が、国産農業機械メーカーから開発された移動式の飼料用粃米破砕機によって、粉碎粃米サイレージに取り組んでいる。



写真1. 膨軟化粃米サイレージ



写真2. 同サイレージの保管試験

(山形県農業総合研究センター畜産試験場)

ウ 粃米サイレージ調製の定着化に向けたポイント等

県内の粃米サイレージ調製の成功事例に共通するのは、農協が強力な調整機能を果たしている点にある。粃米サイレージの利活用には、生産する側の耕種農家と利用する側の畜産農家との事前のマッチング、飼料用米収穫や粃米破砕機の作業競合回避のための調整、更に、それらを見越した春先からの転作計画の誘導など、組織的、地域ぐるみの調整が不可欠になる。農協の内部でも、米穀サイドと畜産サイドの部局を跨いだ調整が必要となるが、成功事例では農協内の綿密な連携で、生産者と実需者のマッチングが行われている。

また、粃米サイレージが、一時的な取り組みで終わることなく定着化するためには、サイレージ品質の安定化のみならず、調製コストの低減も不可欠である。成功事例では、それぞれの既存機械・施設のレイアウト等に応じて、原料粃米の荷受けや調製容器への投入方法、作業動線、密閉方法等に工夫を凝らしており、調製作業への習熟も加わって、調製コストに直結する作業効率は飛躍的に向上している。

エ 今後の展望等

粃米サイレージは、品質が安定した嗜好性に優れた飼料として認知が進み、周年を通して供給・利用されていることから、今後も取り組み面積は拡大していくものと思われる。

粃米サイレージ調製技術については、これまでの実践、経験によって既に十分に実用レベルに達しているが、各取り組み団体とも、細部を僅かでも改善することによって、更なる作業効率の向上や生産コストの縮減を図ろうと取り組んでいる。

耕畜連携による飼料の地産地消ともいえる粃米サイレージの振興によって、畜産だけに留まらない地域農業の活性化が図られることが期待される。

4 牛への飼料用米給与

(1) 飼料用米の飼料特性

飼料用米のデンプン含量は小麦、トウモロコシと同等であり、アミロース含量は食用米に比べ顕著に高い。粳米を蒸気圧ぺん、破碎処理しても粗タンパク質やデンプン含量は変化しない。飼料用米のルーメン内分解速度は、トウモロコシよりも速く大麦並である。牛に給与する際には、デンプンの利用効率を高めるため、蒸気圧ぺん、破碎のような加工処理を施す必要があり、2mm以下の粒度に加工することによりデンプン消化率や TDN 含量が高まる。

(2) 乳牛への給与

泌乳前期は、分娩後の急激な泌乳量の増加にともなう血漿中 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時期であり、高品質な飼料の給与が求められる。この時期に給与する濃厚飼料中の圧ぺんトウモロコシや圧ぺん大麦を、破碎した粳米や玄米に代替し、TMR 中に乾物で 25%まで混合してもアシドーシスの危険性は小さく、産乳性も差異はない。なお、給与に際しては家畜の反応を観察した上で、必要に応じた飼料設計を行うことが重要である。泌乳中期～後期は、乳量が安定し、充分量の飼料を摂取できる時期である。この時期は飼料用米を飼料乾物中に 25%程度混合しても問題はなく、産乳性は市販配合飼料を給与した場合と同等である。

(3) 肉用牛への給与

肥育全期間、市販配合飼料原物当たり 25%を玄米で代替した肥育が可能である。肥育後期に TDN 換算で配合飼料の 30%を破碎粳米で代替しても良好な肥育成績が得られる。飼料を適切に設計することにより、粳米なら 40%、玄米なら 50%を配合飼料に混合しても肥育可能である。黄熟期以降に収穫した粳米を給与することにより肥育中のビタミン A 制御は可能であるが、飼料用米を多給すると急速に血漿中ビタミン A 濃度が低下するため、ビタミン A 欠乏症に対する注意が必要である。飼料用米を肥育牛に給与する際には、体調不良を起こさないよう十分な馴致期間を確保する。

(1) 飼料用米の飼料特性

牛の生産性を向上させるためには、第一胃(ルーメン)内での微生物態タンパク質合成を高める必要があり、この合成量はデンプンなどの炭水化物とタンパク質の分解速度に影響を受ける。したがって、牛向け飼料として飼料用米を利用する場合、化学成分組成の他に、どのくらいルーメン内で分解されるか、またどれだけの速度で分解されるかといった分解特性を把握する必要がある。

ア 化学成分組成

飼料用粳米の化学成分組成を表4-1に示した。粗タンパク質(CP)含量はおおよそ 7%、デンプン含量は 65%、アミロース含量は 25%程度である。これら成分を他の穀類と比較すると、CP 含量は小麦やトウモロコシより低く、デンプン含量は同等である。アミロース含量は小麦やトウモロコシより低いものの、食用米の「コシヒカリ」(16.1%)、「ミルキークイーン」(7.8%)と比較して顕著に高い。

表4-1 飼料用粳米の化学成分組成

種類	産地	化学成分組成(乾物中%)							
		有機物	粗タンパク質	粗脂肪	粗繊維	ADFom ¹⁾	NDFom ¹⁾	デンプン	アミロース
飼料用粳米 ²⁾	全国 ²⁾	95.6	6.9	2.1	9.3	12.4	18.9	65.4	24.5
えん麦	北海道	96.8	11.5	3.5	12.5	16.0	31.8	40.8	21.7
小麦	北海道	98.1	12.0	1.5	2.1	3.5	13.3	65.7	28.4
トウモロコシ	輸入	98.6	8.7	4.0	1.5	2.9	13.2	70.5	31.3

1) ADFom: 酸性デタージェント繊維、NDFom: 中性デタージェント繊維。

2) 飼料用粳米のデータは、宮地ら(2010)、山形大(未発表)、岐阜県(未発表)、福岡県(未発表)の20品種のデータから算出した平均値。

飼料用粳米を加工した際の化学成分組成を表4-2に示した。各処理を施しても繊維成分以外のCPやデンプン含量は変動しないことが伺える。一方、繊維含量は蒸気圧ぺん処理を施すと他の処理よりも若干低下する。これは、処理の過程でもみ殻の一部が剥離したことが一因と考えられる。

表4-2 飼料用粳米の加工処理別化学成分組成(品種「ホシアオバ」)

加工法	化学成分組成(乾物中%)							
	有機物	粗タンパク質	粗脂肪	粗繊維	ADFom ¹⁾	NDFom ¹⁾	デンプン	アミロース
無処理	95.3	7.1	1.9	8.2	11.4	18.3	63.6	23.5
蒸気圧ぺん	95.7	7.1	2.0	6.4	9.6	16.8	66.7	25.5
破碎(5mm)	95.6	7.1	1.9	7.6	11.1	18.3	66.0	23.1
発芽処理	97.0	6.1	2.5	8.8	12.4	18.1	65.6	23.5

1) ADFom: 酸性デタージェント繊維、NDFom: 中性デタージェント繊維。

宮地ら(2010)

イ ルーメン内分解速度

これまで報告されているエン麦、小麦、大麦、トウモロコシおよび玄米の乾物(DM)、CPおよびデンプンのルーメン内分解速度と飼料用米の分析結果から、穀実を2mm破碎して比較した場合、これら成分のルーメン内分解速度は速い順に、「エン麦・小麦」>「大麦・飼料用米」>「トウモロコシ」といえる。

各穀類の加工法別ルーメン内分解パラメータを表4-3に示したが、粳米・玄米とも無加工の場合には、DM、CP、デンプンはほとんど分解されず、加工することにより分解性は高まる。

表4-3 穀類の加工処理別第一胃内分解パラメータ

	乾物				粗タンパク質				デンプン			
	a ¹⁾ %	b %	kd %時間	ED %	a %	b %	kd %時間	ED %	a %	b %	kd %時間	ED %
飼料用米A ²⁾												
(粳米: 無加工)	0	6	3	1	0	1	0	0	0	3	0	0
(粳米: 5mm破碎)	5	76	8	48	12	83	7	59	10	90	8	64
(粳米: 2mm破碎)	21	62	15	65	33	62	12	75	28	73	15	80
(粳米: 蒸気圧ぺん)	44	37	11	68	31	60	8	67	64	35	11	88
飼料用米B ²⁾												
(粳米: 無加工)	0	8	1	1	0	2	0	0	0	3	0	0
(粳米: 発芽処理)	0	60	1	9	12	38	2	23	6	79	1	16
(粳米: 2mm破碎)	19	66	10	61	34	62	9	72	26	74	11	76
(玄米: 無加工)	0	94	1	10	5	95	1	19	8	92	1	20
飼料用米C(玄米: 2mm破碎) ³⁾	32	66	19	84	22	76	15	79	26	72	21	84
トウモロコシ(蒸気圧ぺん) ³⁾	31	65	5	62	21	74	5	58	29	66	8	69
大麦(蒸気圧ぺん) ³⁾	35	55	25	81	21	75	13	74	32	66	44	91
ソルガム(2mm破碎) ³⁾	26	63	5	58	11	68	5	46	19	71	5	55

1) aは第一胃内可溶性画分含有率、bは〃分解可能な不溶性画分含有率、kdはb画分の第一胃内分解速度、EDは第一胃内有効分解率。

2) 飼料用米Aは三重県産の品種「ホシアオバ」を、飼料用米Bは岐阜県産の品種「ホシアオバ」を使用(宮地ら2010)。

3) 飼料用米Cは7品種の平均値(永西ら2000)。トウモロコシ、大麦、ソルガムは永西ら(2000)より抜粋。

ウ 栄養価

(ア) 玄米および粳米の破碎粒度別 TDN 含量

飼料用米(品種「北陸 193 号」)の玄米および粳米を乾乳牛に給与したところ、加工しない飼料用米に比べて飼料用米破碎機により加工することで玄米および粳米ともに糞中に排出される未消化の飼料用米は極めて少なくなり、TDN 含量は大きく向上する(図4-1、4-2)。

飼料用米の破碎粒度と TDN 含量の関係を図4-3に示す。飼料用玄米および粳米ともに、2mm 以上の粒の割合が増加するに伴い TDN 含量は低下する。無処理では玄米、粳米ともに 2mm 以上の粒の割合はほぼ 100%であり、TDN 含量はそれぞれ 74%、48%と低い。一方、破碎処理することで 2mm 以上の粒の割合は少なくなり、玄米では飼料用米破碎機の破碎粒度を変えることで(粒度粗、中間、細) 2mm 以上の粒の割合は 40~0%となり、TDN 含量は 90~94%と無処理に比べて 16~20 ポイント高くなる。

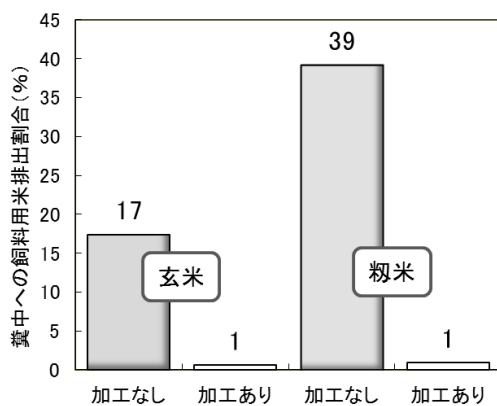


図4-1 飼料用米の加工の有無と糞中への飼料用米排出割合の関係

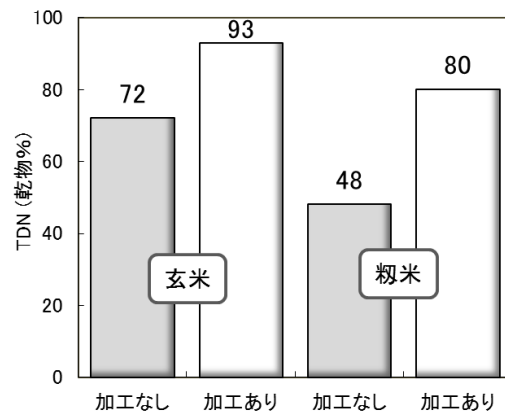


図4-2 飼料用米の加工の有無と TDN 含量の関係

また粳米では、異なる飼料用米破碎機で加工したところ(破碎 A、B、C)、2mm 以上の粒の割合は 37~29%となり、TDN 含量は粉碎粳米と同程度の 79~80%と無処理に比べて 32 ポイント高くなる。消化性の向上をねらい立毛乾燥により胴割れさせた破米率 75%の胴割れ玄米(食用品種「きねふりもち」)では 2mm 以上の粒の割合は 67%であり、無処理の玄米に比べて TDN 含量は 11 ポイント高くなるものの、加工処理した玄米より低い。

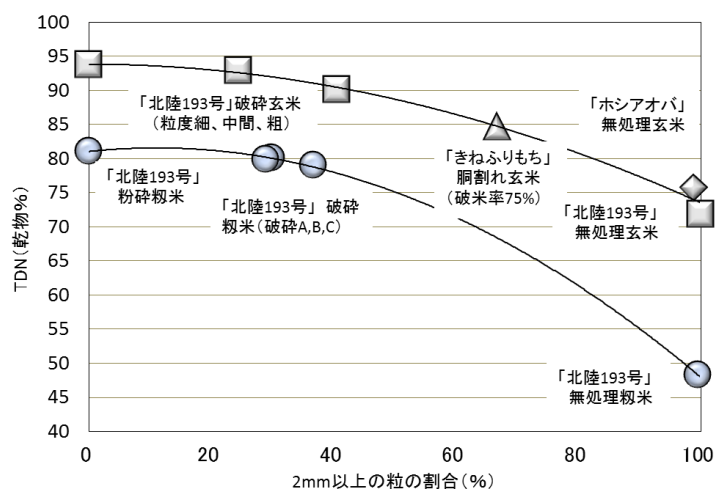


図4-3 飼料用米の破碎粒度とTDN含量の関係 (浅井ら 2011)

以上、飼料用玄米および粳米の破碎処理については、2mm 以上の粒の割合を少なくすることで TDN 含量を高めることが可能である。

(イ)加工処理した飼料用米の栄養価および飼料特性（乾乳牛での試験結果）

ここでは、各種加工処理を施した飼料用米を非妊娠乾乳牛に給与して得られた栄養価、飼料特性、タンパク質の利用性およびルーメン内性状について述べるとともに、その試験から導き出された乾乳牛への飼料用米給与の要点についても解説する。なお、飼料給与量は維持に要する TDN 量の 135% 相当量とし、その 40% (乾物比) を飼料用米とした。供試品種は、粳米が「ホシアオバ」、玄米が「北陸 193 号」である。

加工処理後の飼料用米形状を示した(写真4-1)。粳米(上段)は、左から未処理、5mm 破砕(ハンマミルによる)、2mm 破砕(カッティングミルによる)、蒸気圧ぺん(90°Cの蒸気で 10 分蒸した後ローラで圧ぺん処理)の各処理を施したものである。また、玄米(下段)は、粳米とほぼ同様の処理であるが、左から 3 枚目の写真のみ飼料用米破砕機の破砕ローラ隙間を1mm 程度にして破砕したものである。



写真4-1 各種加工処理を施した飼料用米(上段:粳米、下段:玄米)

給与飼料の構成を表4-4に、給与飼料の成分消化率と栄養価ならびに飼料用米の未消化子実排泄率を表4-5に示した。飼料用米は通常、食用米と同様に完熟期まで成熟させ収穫するため、子実の硬化に伴い消化性は低下する。そのため、飼料用米を未処理のまま牛に給与すると、維持レベルの飼料給与量であっても粳米で約 30%、玄米でも約 25%の未消化子実排泄率が認められる。また、未処理の飼料用米の可消化エネルギー(DE)および TDN 含量は、それぞれ、粳米で 2.7Mcal/kg および 63%、玄米で 2.8Mcal/kg および 70%となり、加工処理したものと比較して大きく低下する。一方、加工処理した飼料用米の DE および TDN 含量は、日本標準飼料成分表(2009)の「モミ米」や「玄米」のそれ

らと近似する。また、処理方法の違いによる差は小さい。したがって、粳米、玄米にかかわらず、飼料用米を牛に給与する場合は、何らかの物理的処理を施して消化性を高める必要があり、仮に未処理のまま給与する場合、飼料設計時に日本標準飼料成分表の TDN 含量を用いると栄養価の過大評価につながるおそれがある。一方、加工処理した飼料用米を多給すると、未処理の場合と比べ、NDF 消化率が低下することが危惧され、本試験でも特に玄米でその傾向が認められている。これは、飼料中のデンプン含量増加に伴い繊維消化率が低下する“デンプン減退”という現象によるものと推察されることから、飼料用米(特に玄米)を加工処理した場合、単体での多給は避ける必要がある。

表4-4 給与飼料の構成および飼料成分値

	給与割合 (乾物%)	水分含量 (%)	CP NDF NFC デンプン TDN*				
			----- (乾物中%) -----				
飼料用粳米(ホシアオバ)	40.0	14.8	7.1	16.7	68.9	68.5	76.8
イタリヤングラスサイレージ	56.8	58.7	6.1	61.6	24.2	1.9	61.5
飼料用尿素	2.2	0.5	291.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ビタミンミネラル剤	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
食塩	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
計	100.0	39.3	12.7	41.7	41.3	28.5	65.7

	給与割合 (乾物%)	水分含量 (%)	CP NDF NFC TDN*				
			----- (乾物中%) -----				
飼料用玄米(北陸193号)	40.0	13.9	7.9	5.3	84.0	94.3	
イタリヤングラスサイレージ	60.0	52.0	12.6	53.3	30.9	61.5	
計	100.0	36.8	10.7	34.1	52.1	74.6	

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
 *: TDN含量は、日本標準飼料成分表(2001年版)のモミ、玄米およびイタリヤングラスサイレージ
 (1番草・出穂期)の値を引用した (粳米: 三重県畜産研究所、玄米: 新潟県畜産研究センター)

表4-5 給与飼料の消化率、飼料用米の未消化排泄率および栄養価

	粳米				玄米			
	未処理	破碎 (ミル2mm)	破碎 (ミル5mm)	圧ぺん 処理	未処理	破碎 (ミル2mm)	破碎 (ロール1mm)	圧ぺん 処理
給与飼料全体								
乾物消化率(%)	62.5 ^{Bb}	70.4 ^A	69.3 ^a	69.3 ^a	67.7 ^b	76.8 ^a	77.5 ^a	75.9 ^a
CP消化率(%)	68.7	68.7	68.3	69.6	54.9	55.8	58.4	54.5
NDF消化率(%)	58.4 ^a	57.2 ^{ab}	56.7 ^{ab}	52.1 ^b	72.5 ^A	68.0 ^B	68.3 ^B	66.3 ^B
NFC消化率(%)	71.8 ^B	91.9 ^A	89.6 ^A	93.9 ^A	67.0 ^B	87.6 ^A	87.2 ^A	85.1 ^A
DE(Mcal/kg)	2.70 ^b	3.04 ^a	2.99 ^a	3.00 ^a	2.94 ^B	3.36 ^A	3.40 ^A	3.32 ^A
TDN(乾物中%)	62.2 ^b	70.5 ^a	69.0 ^a	69.5 ^a	66.6 ^b	75.5 ^a	77.0 ^a	76.1 ^a
飼料用米*								
DE(Mcal/kg)	2.71 ^b	3.55 ^a	3.42 ^a	3.45 ^a	2.82 ^B	3.89 ^A	3.98 ^A	3.78 ^A
TDN(乾物中%)	63.1 ^{Bb}	83.2 ^A	79.6 ^a	81.0 ^a	70.4 ^B	92.5 ^A	96.3 ^A	94.0 ^A
未消化子実排泄率(%)	30.3	—	—	—	25.1	—	—	—

DE: 可消化エネルギー 粳米、玄米ごとに同一行の異符号間に有意差あり(a,b: P<0.05 A,B: P<0.01)

*: 飼料用米のDEおよびTDN含量は、日本標準飼料成分表(2001年版)のイタリヤングラスサイレージ
 (1番草・出穂期)の乾物中DEおよびTDN含量を用い間接法で求めた

(粳米: 三重県畜産研究所、玄米: 新潟県畜産研究センター)

表4-6に粳米を給与した時の窒素出納を示した。飼料用米をデンプン源として給与する場合、デンプンのルーメン内における分解性の程度がルーメン発酵や飼料タンパク質(窒素)の利用性に影響を及ぼす。

表4-6 窒素出納

	未処理 (粃米)	破砕 (ミル2mm)	破砕 (ミル5mm)	圧ぺん 処理
摂取窒素の分配率(%)				
ふん中	33.2	33.5	33.1	32.9
尿中	64.0 ^a	60.5 ^{ab}	57.1 ^b	56.4 ^b
蓄積*	2.9 ^b	6.1 ^{ab}	9.9 ^{ab}	10.7 ^a

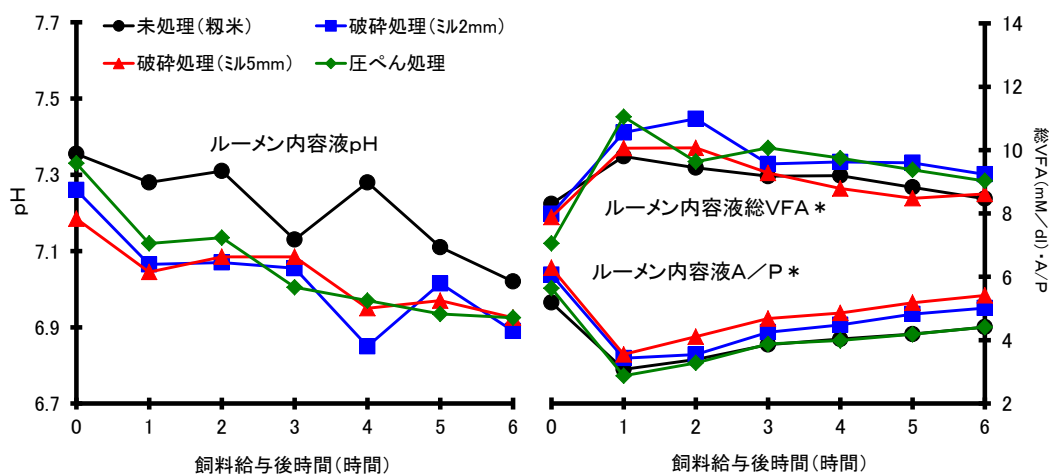
各項目ごとに異符号間に有意差あり(a,b:P<0.05)

*: 摂取窒素量からふんおよび尿中への分配量を差し引いた量を蓄積窒素量とした

(三重県畜産研究所)

飼料用米を加工処理することで、尿中への窒素排泄割合が減少する傾向が認められ、飼料中のタンパク質が効率良く利用されることが伺える。これは、加工処理によってルーメン内でデンプンの分解率が高まり、飼料中のタンパク質の分解量や分解速度とのバランスが改善されたためであり、飼料用米を加工処理して給与することは、飼料のタンパク質を効率的に利用する点からも重要である。

粃米を給与した時の飼料給与後のルーメン内容液の性状の経時的推移を図4-4に、玄米を給与してから5時間目のルーメン内容液性状を表4-7に示した。加工処理した粃米や玄米を混合した飼料を摂取した時のルーメン内容液 pH は、未処理の飼料用米を摂取した時より低めに推移するものの、急激な低下は認められず、その値も 7 前後で推移している。さらに、ルーメン発酵において乳酸の生成も認められないことから、乾乳牛の飼料摂取レベルにおいては加工処理した飼料用米を、全飼料中の 40% (乾物当たり) 用いた飼料を摂取してもルーメンアシドーシスの危険性は少ないといえる。また、加工処理した粃米を摂取した時のルーメン内容液総 VFA は、未処理の粃米を摂取した場合よりも高めに推移することから、飼料用米の加工処理はクローズアップ期におけるルーメン内絨毛の発達促進や分娩後の飼料に適応しやすいルーメン内微生物叢への移行において有効であると考えられる。



(三重県畜産研究所)

図4-4 飼料用粃米給与時のルーメン内容液pH、VFAおよび A/P 比の推移

(* VFA: 揮発性脂肪酸、A/P 比: 酢酸プロピオン酸比)

表4-7 飼料用玄米給与時におけるルーメン内容液性状

	未処理 (玄米)	破碎 (ミル2mm)	破碎 (ミル5mm)	圧ぺん 処理
pH	7.17	7.35	7.32	7.06
アンモニア態窒素 (mg/dl)	3.7	3.5	2.8	3.4
総VFA (mmol/dl)	9.2	8.7	9.3	9.5
A/P	3.83	3.80	3.99	3.57

ルーメン内容液は飼料給与5時間目に採取した (新潟県畜産研究センター)

(参考資料)

浅井英樹ら(2011)飼料用玄米の加工粒度の違いが乾乳牛の消化性に及ぼす影響. 日草誌 57(別):77

浅井英樹ら(2012)乳牛における、消化性を高めるための飼料用米破碎処理機による加工処理技術. 平成 24 年度試験
研究普及カード. 岐阜県. p19-20.

(独)農研機構編(2010)日本標準飼料成分表(2009年版)

(独)農研機構編(2007)日本飼養標準・乳牛(2006年版)

永西修ら(2000)数種穀類の飼料成分と第一胃内消化特性. 日草誌 46:305-308

乾清人ら(2009)飼料米の加工方法の違いが乾乳牛の消化性に及ぼす影響. 日草誌 55(別):54

宮地慎ら(2010)品種および加工法の異なる飼料米の第一内分解特性. 日草誌 56(1):13-19

関誠ら(2010)乳牛用飼料としての飼料用玄米への加工処理方法の違いが栄養価に及ぼす影響. 日草誌 56(別):63

(2) 乳牛への飼料用米給与

① 粳米の給与

この項では、デンプン源として粳米を飼料乾物当たり 25%混合した泌乳牛(泌乳前期および泌乳中～後期)向け発酵 TMR を給与した試験事例を基に、安定的に泌乳牛を飼養できる粳米混合発酵 TMR メニューを紹介する。また、泌乳中～後期牛向け配合飼料の一部を粳米に置き換えた給与メニュー例についても紹介する。

ア 泌乳前期 (イネ WCS との併給事例)

分娩後 10 週程度までは、イネ WCS の乾物中の混合割合は 30%以下に設定することが推奨されている。そこで、イネ WCS を適正給与範囲内で多給するという観点から、試験では、黄熟期のイネ WCS (品種「ホシアオバ」、水分含量 67.5%) を乾物当たり 25%、主なデンプン源としてデリカ社製飼料米破碎機で破碎した(ローラクリアランスを1mm 程度に設定)粳米(品種「モミロマン」)を 25%混合した TMR を、細断型ロールペーラを用いて発酵 TMR に調製し(自給飼料 TMR 区)、分娩 2 週前から分娩後 10 週まで給与している。なお、対照区(輸入飼料 TMR 区)は、チモシー乾草をイネ WCS と同じ割合で、また、圧ペントウモロコシと圧ペン大麦を合計で粳米と同じ割合で混合している(表4-8)。

分娩前後の給与飼料の構成を図4-5に示した。各区において、乾乳後期の養分充足と分娩後の飼料増給にルーメン環境を順応させるために、分娩予定日の 2 週間前から発酵 TMR を乾物で給与飼料中の 35%相当量を給与し、分娩予定日 1 週間前からは 50%に増給した。分娩までの乾物給与量は体重の 2%相当量に設定した。一方、分娩後は、図4-5を目安に、発酵 TMR の給与割合および給与量を漸増し、概ね分娩後 10 日を目途に発酵 TMR の自由採食としている。なお、供試牛はフリーストールでの群飼とし、飼料はドアフィーダを用いて個別給与とした。また、搾乳は 1 日 2 回、ミルクングパーラで行った。

表4-8 TMR の構成および飼料成分値

	輸入飼料 TMR区	自給飼料 TMR区
乾物混合割合(%)		
チモシー乾草	25.0	—
イネWCS	—	25.0
イタリアンライグラスサイレージ	10.0	10.0
圧ペントウモロコシ	15.0	—
圧ペン大麦	10.0	—
飼料用粳米(破碎)	—	25.0
ビール粕	10.0	10.0
豆腐粕	10.0	10.0
その他 ¹⁾	20.0	20.0
加水	有	無
飼料成分 ²⁾		
乾物(%)	57.2	57.0
CP	14.9	14.7
EE	4.0	3.8
NDFom (乾物中%)	42.5	37.4
NFC	32.8	38.3
TDN	73.7	72.0

¹⁾ その他には、フスマ、大豆粕、ビートパルプ、糖蜜、ビタミンミネラルが含まれる

²⁾ 日本標準飼料成分表(2009)による設計値

	分娩14日前	分娩7日前	分娩日	分娩1日後	3日後	5日後	7日後	9日後	11日後
乾物給与量/体重	2.0%	2.0%	2.3%	2.4%	2.6%	2.7%	2.9%	3.1%	3.2%
給与割合(乾物%)									
チモシー乾草またはイネWCS	32.5%	25.0%	25.0%	17.5%	10.0%	7.5%	5.0%	2.5%	0.0%
イタリアンサイレージライグラス	32.5%	25.0%	25.0%	17.5%	10.0%	7.5%	5.0%	2.5%	0.0%
発酵TMR	35.0%	50.0%	50.0%	65.0%	80.0%	85.0%	90.0%	95.0%	100.0%
粗飼料割合	77.3%	67.5%	67.5%	57.8%	48.0%	44.8%	41.5%	38.3%	35.0%

図4-5 分娩前後の給与設定

分娩後 10 週間の乾物摂取量の推移を図4-6にまとめた。自給飼料 TMR 区の乾物摂取量および乾物体重比は、分娩後の各週次で輸入飼料 TMR 区と差がなく推移し、乾物摂取量/体重比は分娩後 4 週目以降から 3.5 以上を、8 週目以降からは 4.0 以上を確保できており、泌乳前期において、自給飼料 TMR の採食性は高く、輸入飼料 TMR と同等の結果が得られている。

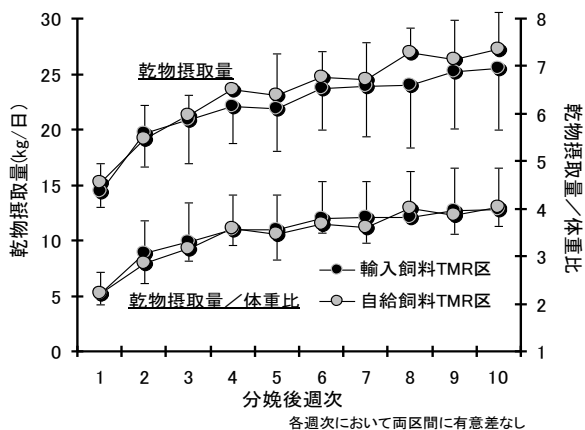


図4-6 乾物摂取量の推移

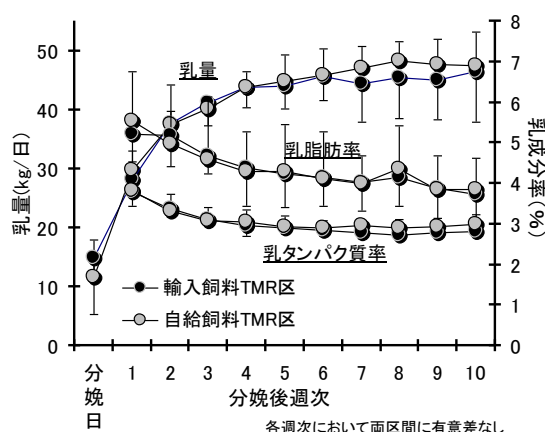


図4-7 乳生産の推移

分娩後 10 週間の乳量、乳脂肪率および乳タンパク質率の推移を図4-7にまとめた。自給飼料 TMR 区の日乳量は、分娩後 2~3 週目で 40kg を超過し、各週次において輸入飼料 TMR 区と差がなく増加しながら推移した。また、自給飼料 TMR 区の乳脂肪率および乳タンパク質率は、分娩後、低下しながら推移するが、その傾向は輸入飼料 TMR 区と同等であり、分娩後の各週次において差はなく、自給飼料 TMR 給与による泌乳前期の乳生産は、輸入飼料 TMR 給与と同等の結果が得られている。

分娩後 10 週間の飼養成績をまとめたものを表4-9に示した。飼料摂取や乳生産に加えて、ルーメン内容液性状や血液性状も両 TMR 区間に差はなく正常範囲にあり、自給飼料 TMR 給与により異常は認められなかった。

本例では、イネ WCS を粗飼料の主体とし、挽き割り処理した飼料用粳米をトウモロコシおよび大麦の代替として、乾物で全飼料中 25%

表4-9 分娩後 10 週間の飼養成績のまとめ

	輸入飼料 TMR区	自給飼料 TMR区
乾物摂取量(kg/日)	22.2	23.2
乾物/体重比(%)	3.52	3.46
体重増減指数(%) ¹⁾	92.7	94.0
乳量(kg/日)	42.1	43.2
乳成分率		
乳脂肪率(%)	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 ²⁾	14.4	15.5
体細胞数(千個/ml)	99	37
ルーメン内容液性状(分娩後5週目) ³⁾		
pH	6.87	6.97
総揮発性脂肪酸(mmol/dl)	8.61	8.53
A/P ⁴⁾	3.05	3.20
血液性状 ⁵⁾		
GOT(IU/L)	70.0	69.3
BUN	15.8	17.5
GLU	45.3	49.5
T-CHO (mg/dl)	273.3	284.0
Ca	10.4	10.7
P	6.0	5.9

¹⁾ 分娩時体重を100とした時の各週時体重の比

²⁾ 乳中尿素窒素 ³⁾ 朝飼料給与5時間後に経口により採取

⁴⁾ 酢酸/プロピオン酸比 ⁵⁾ 朝飼料給与5時間後に尾静脈より採取
各項目について両区間に有意差なし

混合して調製した発酵 TMR は、泌乳前期の乳生産に影響を与えることなく利用可能であることが示さ

れた。これは自給飼料 TMR 区の飼料摂取量は輸入飼料 TMR 区と同等で十分な採食量を確保できたためであったと考えられる。しかし、表4-8からわかるように、重量ベースで粃米をトウモロコシや大麦と代替する場合、自給飼料 TMR 区の TDN 含量は低下することから、粃米を利用する場合は、あくまでも家畜の反応(採食性や乳生産)を観察した上で、必要に応じた栄養価の補正等、飼料設計を行うことが重要である。

(参考)

山本泰也ら(2011)トウモロコシと大麦を飼料用粃米に代替した発酵 TMR の給与が泌乳前期牛の乳生産に及ぼす影響、日草誌 57(別):78

イ 泌乳中～後期

(ア) イネ WCS との併給事例

イネ WCS は、多くの NFC を含み、且つ、粗飼料価指数(RVI)の大きな粗飼料であり、牧草とは異なる特徴を有する。ここでは、主な粗飼料源として黄熟期に収穫したイネ WCS を乾物で 25%混合する発酵 TMR のデンプン源に粃米を用いた事例を紹介する。試験では、発酵 TMR のデンプン源に飼料乾物当たりトウモロコシを 15%、大麦を 10%混合する対照区に対し、トウモロコシおよび大麦の全量代替に破碎(5mm メッシュを通過)または蒸気圧ぺん処理した「ホシアオバ」の粃米を各々 25%混合する発酵 TMR を給与した(表4-10)。

表4-10 TMR の構成および飼料成分値

	対照区	破碎区および 蒸気圧ぺん区
乾物混合割合(%)		
イネWCS	25.0	25.0
イタライグラスサイレージ	10.0	10.0
圧ぺんトウモロコシ	15.0	—
圧ぺん大麦	10.0	—
粃米	—	25.0
ビール粕	10.0	10.0
豆腐粕	10.0	10.0
その他 ¹⁾	20.0	20.0
飼料成分 ²⁾		
CP	15.6	14.9
EE	4.7	4.5
NDFom	37.8	37.8
NFC	34.1	33.9
TDN	74.0	71.0

¹⁾その他には、フスマ、大豆粕、ビートパルプ、糖蜜、ビタミン、ミネラルが含まれる

²⁾日本標準飼料成分表(2009)による設計値

表4-11 飼養成績

	対照区	破碎区	蒸気 圧ぺん区
供試頭数	6	6	6
体重(kg)	691	681	688
乾物摂取量(kg/日)	23.7	23.9	23.6
乳量(kg/日)	38.1	36.0	37.1
乳脂肪率(%)	3.76	3.95	3.82
乳タンパク質率(%)	3.17	3.10	3.18
無脂固形分率(%)	8.63	8.51	8.57
MUN(mg/dl) ¹⁾	14.4	14.8	15.5

試験の結果(表4-11)、粃米を給与した場合の乾物摂取量は 23.6~23.9kg/日で、破碎または蒸気圧ぺん処理した粃米をトウモロコシおよび大麦と全量を代替しても同等の成績が得られている。泌乳成績については、粃米を給与した場合の乳量は 36.0~37.1kg/日、乳脂肪率は 3.82~3.95%、無脂

固形分率は 8.51～8.57%で、対照区と同等の結果が得られている。また、破碎と蒸気圧ペンの処理方法に違いによる乾物摂取量や泌乳成績の差はなかった。朝の飼料給与の約 5 時間後に採取したルーメン内容液の pH は、粃米給与で 6.6～6.8(対照区 6.6)、総 VFA 濃度は 11.0～11.5mM(対照区 11.5mM)であった。また、血中尿素窒素(BUN)濃度は、対照区の 15.5mg/dl に対し、破碎区で 17.1mg/dl、蒸気圧ペン区で16.9mg/dlとなり、トウモロコシおよび大麦の代替として破碎または蒸気圧ペン処理した粃米を給与することで、ルーメン内の発酵やタンパク質の利用性に影響は認められなかった。また、繊維性炭水化物と非繊維性炭水化物の発酵のバランスを表す酢酸とプロピオン酸の比は、各区とも 3 を超えており、酢酸発酵が優先し、ルーメン内発酵が安定しており、乾乳牛への給与事例(4-1-1)と同様にルーメンアシドーシスの危険性は少ないと考えられる。

泌乳牛の摂取タンパク質のルーメンでの利用性評価には、乳中尿素窒素(MUN)や BUN 濃度が指標となるが、今回の事例では、加工処理した粃米の給与によって MUN や BUN の上昇は認められず、破碎または加熱圧ペン処理した粃米を給与することで、摂取タンパク質の利用性に悪影響を及ぼすことは無いと考えられる。

(イ) 粃米を配合飼料の一部代替として給与した事例

加工形態の異なる粃米を配合飼料の一部代替として実際の泌乳牛に給与した試験が、福島県、岐阜県および福岡県で実施された。これらの試験では、粃米を配合飼料のデンプン源として使用しても、トウモロコシを混合した通常の配合飼料を給与した場合と遜色ない泌乳試験データが得られている。

<福島県の事例>

泌乳中期牛 4 頭を供試し、黄熟期収穫の粃米(品種「ふくひびき」)をソフトグレインサイレージ(SGS)にして配合飼料中に TDN 換算で 15%および 30%混合した発酵 TMR を給与する区(SGS15%および SGS30%区)と、蒸気圧ペン粃米を配合飼料中に 15%混合し粗飼料と濃厚飼料を分離給与する区(圧ペン区)を設け、ラテン方格法による給与試験を行った。なお、対照区として市販配合飼料のみを濃厚飼料源とし分離給与する区を設けた(表4-12)。

試験の結果(表4-13)、固形分補正乳量(SCM 乳量)で SGS30%区が高い値を示した。SGS30%区では MUN や BUN も高い値であったが、これは SGS30%区の体重当たり乾物摂取量が他の区より高い傾向にあったことから、給与方法の違い(SGS15%および 30%区は発酵 TMR、圧ペン区と対照区は分離給与)が影響したものと考えられる。なお、これらの値は全て正常値の範囲内であることから問題はないものと判断した。ルーメン内容液の

表4-12 SGS を混合した飼料の構成と飼料成分値

飼料名 給餌方法	SGS15% 発酵TMR	SGS30% 発酵TMR	圧ペン 分離給与	対照区 分離給与
飼料構成(乾物%)				
グラスサイレージ	17.3	17.2	17.7	17.4
トウモロコシサイレージ	15.6	15.6	16.0	15.7
アルファルファ乾草	11.4	11.4	11.7	11.4
配合飼料	44.3	33.2	39.7	55.5
SGS	8.4	16.4	-	-
蒸気圧ペン粃米	-	-	11.2	-
大豆粕	3.0	6.3	3.9	-
飼料成分(乾物中%)				
粗タンパク質	16.0	16.2	15.9	15.9
NDF	30.3	30.3	30.7	30.3
NFC	35.5	37.1	36.0	33.9
TDN	74.1	74.2	72.9	73.9

pHは6.5～6.9の範囲で問題はなく、健康状態も良好であったことから、TDN換算で配合飼料の30%（飼料乾物中当たり16.4%）を粃米サイレージに置き換えて給与可能であることが示された。

表4-13 泌乳牛の飼養試験成績

項目	SGS15%	SGS30%	圧ぺん	対照区
乾物摂取量(体重当たり%/日)	3.44	3.77	3.41	3.29
乳量(kg/日)	26.4	27.1	27.5	25.9
SCM乳量(kg/日)	27.1 ab	28.8 a	27.7 ab	25.4 b
乳成分				
乳脂肪率(%)	4.2	4.5	3.8	3.7
乳タンパク質率(%)	3.6	3.6	3.5	3.5
乳糖(%)	4.7	4.4	4.5	4.6
無脂固形分(%)	9.1	9.0	9.1	9.1
乳中尿素態窒素(MUN:mg/dL)	13.2 ab	14.3 a	11.6 ab	10.4 b
第一胃内溶液性状				
pH	6.5	6.7	6.9	6.8
血液性状				
ヘマトクリット(%)	30.5	29.8	30.8	30.5
総コレステロール(mg/dL)	174.4	180.2	186.6	187.4
グルコース(mg/dL)	54 b	56.4 ab	60.2 a	59.3 ab
血中尿素態窒素(BUN:mg/dL)	16.4 ab	17.9 a	15.9 ab	13.8 b
ビタミンE(μ g/dL)	107.3 b	111.1 b	154.7 a	134.2 ab

注)各項目毎に異符号を付けた数値間に5%水準の有意差あり。

<岐阜県の事例>

粃殻粉碎機(4mmメッシュ)による粉碎や、飼料米破碎装置(ローラクリアランス0.5mm)による破碎を行った粃米(品種「ホシアオバ」)の給与試験を行った。飼料は発酵TMRとして調製し、圧ぺんトウモロコシと圧ぺんオオムギをデンプン源として使用する区(対照区)、圧ぺんトウモロコシの代替として粉碎あるいは破碎した粃米を濃厚飼料の30%(TDN換算)給与する区(粉碎30%区および破碎30%区)、圧ぺんトウモロコシの他、圧ぺん大麦の一部も破碎粃米で代替する区(破碎40%区)を設け、試験を実施した(表4-14)。供試牛は泌乳中期～後期の8頭である。

表4-14 粉碎あるいは破碎粃米を混合した飼料の構成と飼料成分値

飼料名	粉碎30%	破碎30%	破碎40%	対照区
飼料構成(乾物%)				
イタリアンライグラスサイレージ	14.0	14.0	14.0	14.0
トウモロコシサイレージ	9.5	9.5	9.5	9.5
アルファルファ乾草	17.5	17.5	17.5	17.4
飼料用米	17.7	17.7	22.5	-
トウモロコシ(圧ぺん)	-	-	-	17.9
大麦(圧ぺん)	12.5	12.5	7.5	12.4
ビートパルプ	10.0	10.0	10.0	9.9
ビール粕	5.8	5.8	5.8	5.8
大豆粕	7.0	7.0	7.0	6.7
綿実	5.2	5.2	5.2	5.2
ミネラル・ビタミン	1.0	1.0	1.1	1.2
飼料成分(乾物中%)				
粗タンパク質	14.6	14.6	14.3	14.9
デンプン	21.7	21.7	22.2	22.8
TDN ¹⁾	71.5	71.5	71.2	73.2

1)飼料設計時のTDNは計算値。

試験の結果(表4-15)、乾物摂取量は各処理区間で有意差は認められず22.8～24.3kg/日を摂取した。乳量および乳成分にも処理区間差が認められなかったが、デンプン消化率は破碎40%区で低

下した。以上から、TDN 換算で濃厚飼料全体の 30%量(飼料乾物中 17.7%)であれば、粉碎あるいは破砕処理した粃米は問題なく利用可能であるが、40%量(飼料乾物中 22.5%)を代替する場合には、デンプンの消化性が低下する可能性があるため、給与家畜の状態を確認しながら給与する必要があると考えられた。

表4-15 泌乳牛の飼養試験成績

項目	粉碎30%	破砕30%	破砕40%	対照区
乾物摂取量(kg/日)	23.7	22.8	23.9	24.3
デンプン消化率(%)	96.2 a	91.9 ab	88.6 b	94.5 a
TDN(乾物中%)	69.1	69.3	67.8	73.2
乳量(kg/日)	30.3	30.4	30.0	30.9
乳成分				
乳脂肪率(%)	4.2	4.1	4.0	4.1
乳タンパク質率(%)	3.3	3.3	3.2	3.4
無脂固形分(%)	8.8	8.8	8.8	8.9
乳中尿素窒素(MUN:mg/dL)	12.3	13.0	12.7	11.8

注) 各項目毎に異符号を付けた数値間に5%水準の有意差あり。

<福岡県の事例>

蒸気圧ぺん粃米(品種「ミズホチカラ」)を TMR 中に乾物で 10 および 20%混合する試験区(圧ぺん 10%区および圧ぺん 20%区)を設け、粃米を混合しない TMR(対照区)との比較試験を行った(表4-16)。供試牛は 6 頭の泌乳後期牛である。なお、圧ぺん 20%区は圧ぺんトウモロコシとフスマを全量代替する飼料設計となっている。

試験の結果(表4-17)、乾物摂取量、乳量、乳成分および第一胃内容液に処理区間差は認められず、血液性状は全て正常値の範囲内であった。このことから、泌乳後期牛に対しては、給与飼料中の圧ぺんトウモロコシの全量を蒸気圧ぺん粃米に置き換えて給与しても、乳量、乳質等の生産性に与える影響は少ないことが示された。

表4-16 蒸気圧ぺん粃米を混合した飼料の構成と飼料成分値

飼料名	圧ぺん10%	圧ぺん20%	対照区
飼料構成(乾物%)			
カラードギニアグラス乾草	36.8	36.8	36.9
アルファルファペレット	4.1	4.1	4.1
ビートパルプ	4.0	4.0	4.0
大豆粕	6.0	8.0	8.9
トウモロコシ(圧ぺん)	4.9	-	16.3
綿実	4.6	6.2	4.2
フスマ	7.7	-	9.3
大麦(圧ぺん)	16.3	13.8	16.3
加熱大豆	4.7	5.1	-
蒸気圧ぺん粃米	11.0	21.9	-
飼料成分(乾物中%)			
粗タンパク質	15.8	16.4	15.5
NDF	42.3	41.4	41.2
TDN	73.0	73.0	73.1

表4-17 泌乳牛の飼養試験成績

項目	圧ぺん10%区	圧ぺん20%区	対照区
乾物摂取量(kg/日)	27.4	28.0	28.7
乳量(kg/日)	35.2	36.3	36.9
乳成分			
乳脂肪率(%)	3.9	3.9	3.9
乳タンパク質率(%)	3.2	3.2	3.3
無脂固形分(%)	8.7	8.7	8.8
全固形分(%)	12.6	12.5	12.7
乳中尿素窒素(MUN:mg/dL)	11.6	11.0	11.1
第一胃内容液性状			
pH	7.2	7.2	7.2
血液性状			
ヘマトクリット(%)	28.2	27.9	28.6
総コレステロール(mg/dL)	246.5	245.0	240.3
グルコース(mg/dL)	61.0	59.2	60.5
血中尿素窒素(BUN:mg/dL)	16.7	16.3	14.3

②玄米の給与

玄米は籾殻が外れているため、粳米と比較して繊維含量は低く、CP、NFE および TDN 含量は高く、それらの値はトウモロコシ穀実に近似しているため、トウモロコシの代替利用が容易である。しかしながら、粳米と同様に破碎や蒸気圧ぺんのような加工をしなければ牛の消化性は低い。

ここでは、粳米の項で示した泌乳牛(泌乳前期および泌乳中～後期)向け発酵 TMR 中に、デンプン源として玄米を飼料乾物当たり 25%混合し給与した飼養試験事例の他、飼料中の配合飼料の一部を粳米に置き換えた給与メニュー例について紹介する。

ア 泌乳前期（イネ WCS との併給事例）

試験区として、(2)－①－アの粳米試験同様の飼料構成となる“輸入飼料 TMR 区”と、そのチモシー乾草をイネ WCS(品種「なつあおば」)に、圧ぺんトウモロコシ+圧ぺん大麦を玄米(品種「北陸 193 号」)に代替した“自給飼料 TMR 区”を設定し、初産牛 6 頭を 3 頭ずつ 2 群に分けて、両群に分娩予定日の 10 日前から分娩後 10 週目まで給与した。試験に用いたイネ WCS は黄熟期に汎用型飼料収穫機で収穫調製し、玄米はデリカ社製飼料米破碎機で破碎処理して用いた。TMR は表 4-18 に示す飼料構成で乾物率が約 60%になるよう加水、混合し、細断型ロールペーラを用いて発酵 TMR に調製した。

分娩前後の飼料給与設定は、初産牛を用いたことから、図 4-5 に示す乾物摂取量/体重比の値を 0.2 高める形で、分娩予定日の 10 日前から給与を開始した。

馴致開始以後の飼料の給与割合は、図 4-5 に示すとおりであり、概ね分娩後 10 日以降に発酵

表 4-18 TMR の構成および飼料成分値

	輸入飼料 TMR区	自給飼料 TMR区
乾物混合割合(%)		
チモシー乾草	25.0	—
イネWCS	—	25.0
イタリアライグラスサイレージ	10.0	10.0
圧ぺんトウモロコシ	15.0	—
圧ぺん大麦	10.0	—
飼料用粳米(破碎)	—	25.0
ビール粕	10.0	10.0
豆腐粕	10.0	10.0
その他 ¹⁾	20.0	20.0
飼料成分 ²⁾		
乾物(%)	58.7	59.3
CP	15.6	15.3
EE	4.7	4.6
NDFom (乾物中%)	37.8	35.0
NFC	34.1	37.0
TDN	74.0	75.3

¹⁾その他には、フスマ、大豆粕、ビートパルプ、糖蜜、ビタミンミネラルが含まれる

²⁾日本標準飼料成分表(2009)による設計値

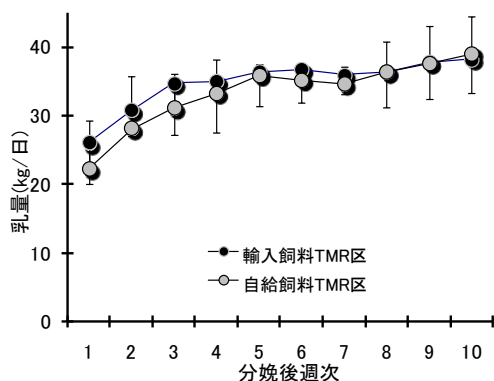


図 4-8 分娩後の乳量の推移

表 4-19 分娩後 10 週間の飼養成績のまとめ

	輸入飼料 TMR区	自給飼料 TMR区
乾物摂取量 (kg/日)	21.2	20.9
体重 (kg)	618	565
乳量 (kg/日)	34.9	33.4
乳成分		
乳脂率 (%)	4.11	4.34
乳タンパク質率 (%)	2.97	3.14
無脂固形分率 (%)	8.54	8.76
MUN (mg/dl)	10.3	8.0
体細胞数 (千個/ml)	68	43

TMR の自由採食とした。なお、供試牛は繋留し、1 日 2 回搾乳を行った。

試験の結果(図4-8、表4-19)、自給飼料 TMR 区の乳量は輸入飼料 TMR 区と同等に推移し、処理区間に有意差は認められなかった。また、10 週間の乳量、乾物摂取量、乳成分率のいずれの項目においても輸入飼料 TMR 区と自給飼料 TMR 区の間には差はなく、同等の結果が得られている。一方、ルーメン液、血液性状については、血漿中の総コレステロール(T-CHO)濃度で輸入飼料 TMR 区(236mg/dl)に比べ、自給飼料 TMR 区(156mg/dl)が低い値を示したが、その他の項目においては、処理区間差は認められなかった。

(参考資料)

関誠ら(2011)トウモロコシと大麦を飼料用玄米に代替した発酵 TMR の給与が泌乳前期の乳生産に及ぼす影響. 日草誌 57(別):79

イ 泌乳中～後期

(ア) イネ WCS との併給事例

(2) - ① - イ - (ア) の粳米試験と同様、発酵 TMR のデンプン源に飼料乾物当たりトウモロコシを 15%、大麦を 10% 混合する対照区に対し、トウモロコシおよび大麦の代替に破碎(デリカ社製飼料米破碎機、ローラクリアランスを 1mm に設定)または蒸気圧ぺん処理した玄米(品種「北陸 193 号」)を各々 25% 混合する発酵 TMR を泌乳中期～後期の泌乳牛に給与した(表4-20)。

表4-20 TMR の飼料構成と飼料成分値

	対照区	破碎区および 蒸気圧ぺん区
乾物混合割合(%)		
イネWCS	25.0	25.0
イタリアライグラスサイレージ	10.0	10.0
圧ぺんトウモロコシ	15.0	—
圧ぺん大麦	10.0	—
玄米	—	25.0
ビール粕	10.0	10.0
豆腐粕	10.0	10.0
その他 ¹⁾	20.0	20.0
飼料成分 ²⁾		
CP	15.6	15.3
EE	4.7	4.6
NDFom	37.8	35.0
NFC	34.1	37.4
TDN	74.0	75.3

¹⁾その他には、フスマ、大豆粕、ビートパルプ、糖蜜、ビタミン、ミネラルが含まれる

²⁾日本標準飼料成分表(2009)による設計値

表4-21 飼養成績

	対照区	破碎区	蒸気 圧ぺん区
供試頭数	3	3	3
体重(kg)	696	692	694
乾物摂取量(kg/日)	25.1	26.1	24.3
乳量(kg/日)	40.7	41.0	42.5
乳脂肪率(%)	3.97	3.91	3.78
乳タンパク質率(%)	3.41	3.36	3.36
無脂固形分率(%)	8.93	8.84	8.84
MUN(mg/dl) ¹⁾	12.4	10.6	11.2

試験の結果(表4-21)、玄米を給与した場合の乾物摂取量は 24.3~26.1kg/日で、破碎または蒸気圧ぺん処理した玄米をトウモロコシおよび大麦で全量代替しても同等の成績が得られた。泌乳成績については、玄米を給与した場合の乳量は 41.0~42.5kg/日、乳脂肪率は約 3.8%、無脂固形分率

は8.8%以上で、同等の結果が得られている。また、玄米を給与した区の飼料給与後5時間目のルーメン内溶液は、pHが6.8~6.9(対照区6.9)、総VFA濃度が8.4~9.0mM(対照区8.2mM)、酢酸/プロピオン酸比が3以上であり、玄米給与による変化は認められなかった。なお、MUNやBUNは正常値の範囲にあった。以上、粳米と同様に、玄米も飼料乾物中に25%混合しても、トウモロコシや大麦を混合した場合と同等の乳生産が可能であることが示された。

(イ) 玄米を配合飼料の一部代替として給与した事例

ここでは、粗飼料の主体をトウモロコシサイレージとし、配合飼料中に乾物で30%含まれる穀類(圧ぺんトウモロコシ+圧ぺん大麦)を玄米で代替した発酵TMR(表中、飼料用米TMR)を、泌乳中~後期牛に給与した場合の消化特性、飼養成績等について述べる。なお、比較対照としてCPとTDN含量を飼料用米TMRと同一にし、穀類に圧ぺんトウモロコシと圧ぺん大麦を使用した発酵TMR(表中、慣行TMR)を用いた。

給与飼料の構成を表4-22に示した。TMR原料に用いた飼料用米は、多収品種「ホシアオバ」、「クサホナミ」、「クサノホシ」と、食用品種の「ヒノヒカリ」ならびに2008年度選別Cに格付けされた「ヒノヒカリ」、「コシヒカリ」の玄米をブレンドし、蒸気圧ぺん処理したものである(写真4-2)。トウモロコシサイレージは黄熟期でサイレージ調製したものを乾物当たり27.1%使用した。イタリアンライグラスサイレージは1番草を出穂期で収穫しサイレージ調製したものを同2.0%使用した。

表4-22 給与飼料の構成と設計成分

飼料原料	飼料用米TMR	慣行TMR
配合割合(乾物%)		
トウモロコシサイレージ	27.1	27.1
イタリアンライグラスサイレージ	2.0	2.0
ヘイキューブ	11.0	11.0
飼料用米(玄米圧ぺん)	17.8	-
トウモロコシ(圧ぺん)	-	13.7
大麦(圧ぺん)	-	10.2
ビートパルプ	11.1	8.8
豆腐粕(乾)	5.0	5.0
大豆粕	6.4	6.4
フスマ	17.5	13.7
糖蜜	0.8	0.8
ビタミン剤	0.2	0.2
炭酸カルシウム	0.9	0.9
食塩	0.2	0.2
設計成分値(乾物%)		
粗タンパク質	15.3	15.3
NDF	34.2	34.5
NFC	38.4	39.6
デンプン	21.0	25.2
TDN	73.9	73.9

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



写真4-2 圧ぺん処理した玄米

供試飼料の消化率および窒素出納を表4-23に示した。飼料用米TMRとトウモロコシ・大麦を利用した慣行TMRを比較すると、両者の間に粗タンパク質の消化率、糞中への窒素排泄割合に差がみられる。これは両飼料間の飼料組成の違い、すなわち非繊維性炭水化物、デンプンといった易分解性炭

水化物含量の違いに起因するものと考えられる。今回は飼料用米の配合割合の上限を濃厚飼料の30%に設定したが、飼料タンパク質のルーメン内分解特性との調和を計ることで、さらに飼料用米配合割合を高めることが可能であることを示唆している。

表4-23 飼料の消化率および窒素出納

	飼料用米TMR	慣行TMR	有意差
消化率(%)			
粗タンパク質	66.9	68.3	*
粗繊維	55.7	57.6	n.s
粗脂肪	68.4	69.4	n.s
NFE	71.8	72.9	n.s
TDN(%DM)	65.6	66.8	n.s
摂取窒素分配率(%)			
糞中	33.1	31.7	*
尿中	36.4	35.1	n.s
乳中	24.6	25.2	n.s
体蓄積	5.9	8.0	n.s

ns:有意差なし、*:p<0.05

NFE:可溶無窒素物、TDN:可消化養分総量

表4-24 飼養成績と乳成分

項目	飼料用米TMR	慣行TMR	有意差
飼養成績			
体重(kg)	721	720	n.s
DMI(kg/日)	23.3	24.0	n.s
乳量(kg/日)	23.0	23.7	n.s
乳成分(%)			
乳脂肪	4.76	4.75	n.s
乳蛋白質	3.93	3.97	n.s
乳糖	4.35	4.35	n.s
無脂固形分	9.33	9.38	n.s

n.s:有意差なし

DMI:乾物摂取量

飼養成績と乳成分を表4-24に示した。穀類を飼料用米で代替した発酵 TMR を給与することで、乾物摂取量および乳量がわずかに低下する傾向であるが統計的な差は認められない。また、乳脂肪、乳タンパク質、無脂固形等各乳成分にも全く差がないことから、穀類の全量を飼料用米で代替しても乳生産性に大きな影響を及ぼすことはない判断できる。

玄米を利用した発酵 TMR を給与した場合、玄米摂取量は乾物で日量 4kg 程度であるが、ルーメン内溶液 pH は 6.5 以上であり、ルーメンアシドーシスの危険性はないものと判断される。また、血液性状においても、肝機能、タンパク質代謝、エネルギー代謝等の指標値も正常範囲内であり、飼料用米給与が健康性に影響を与えるものではなかった。

ウ 育成牛

ここでは育成牛に給与するデンプン源として玄米を用いた飼養試験事例を紹介する。

飼料用玄米の加工の有無が育成牛の発育等に及ぼす影響を解明するため、愛知県、石川県、茨城県、神奈川県、千葉県、富山県の公設試験場で飼養する 6 か月齢(体重約 200kg)の乳用子牛 34 頭を供試し、給与する濃厚飼料の違いにより、コーン区(配合飼料の 42%を蒸気圧ペントウモロコシで代替)、全粒玄米区(配合飼料の42%を全粒玄米で代替)、粉碎玄米区(配合飼料の42%を粉碎玄米で代替)の3区に配置し、12 週間(開始後の 2 週間は馴致期間とする)の飼養試験を行った。飼料は、目標とする日増体量を 0.9kg として必要なエネルギー量(日本飼養標準・乳牛 2006 年版)の 40%を各区の濃厚飼料、残り 60%を細断したチモシー乾草で供給するよう1日分の必要量を計量して朝夕の 2 回に分けて給与した(表4-25)。また、配合飼料とチモシー乾草は分離給与し、管理はペン等で個別に行った。なお、玄米は食用品種を用い、粉碎は 3mm メッシュの破碎機を用いて行った。

表4-25 飼料配合割合と飼料成分値

	コーン区	全粒玄米区	粉碎玄米区
飼料構成(原物%)			
市販育成用配合飼料	14.4	14.4	14.4
トウモロコシ	14.4	—	—
全粒玄米	—	14.4	—
粉碎玄米	—	—	14.4
大豆粕	5.1	5.1	5.1
リンカル	0.3	0.3	0.3
チモシー乾草	65.8	65.8	65.8
飼料成分組成(乾物%) ¹⁾			
TDN	69.6	69.8	69.8
粗タンパク質	13.5	13.6	13.6
NDF	51.1	49.4	49.4
デンプン	12.6	12.6	12.6

¹⁾ 飼料成分組成は計算値

試験期間中の乾物摂取量は(表4-26)、全粒玄米区と粉碎玄米区で全粒や微粉の玄米を少しだけ残す牛が見られたが(写真4-3) 区間差は認められなかった。試験開始時の体重は各区間で差は認められなかったが、試験終了時の体重はコーン区 268.8kg、全粒玄米区 246.5kg、粉碎玄米区 263.4kgと全粒玄米区が有意に低くなった。この間の日増体量はコーン区 0.86kg、全粒玄米区 0.61kg、粉碎玄米区 0.84kg となり、コーン区と粉碎玄米区はほぼ目標(0.9kg/日)どおりであったが、玄米をそのまま給与した全粒玄米区では目標を大幅に下回った(表4-26、図4-9)。



写真4-3 粉碎玄米区の試験牛
(米の微粉が餌槽に残る)

表4-26 飼料摂取量、発育状況および飼料の消化率

	コーン区	全粒玄米区	粉碎玄米区
乾物摂取量(kg/日)	5.85	5.66	5.73
TDN摂取量(kg/日)*	4.05	3.93	3.97
開始時体重(kg)	208.9	203.6	204.4
終了時体重(kg)	268.8 A	246.5 B	263.4 A
日増体量(kg)	0.86 A	0.61 B	0.84 A
乾物消化率(%)	66.4 a	62.1 b	68.8 a
デンプン消化率(%)	97.9 A	61.2 B	95.1 A

* TDNIは計算値とし、玄米のTDNIは原物中80.9%を用いた。
異符号を付けた数値間に有意差あり(a,b:P<0.05、A,B:P<0.01)。

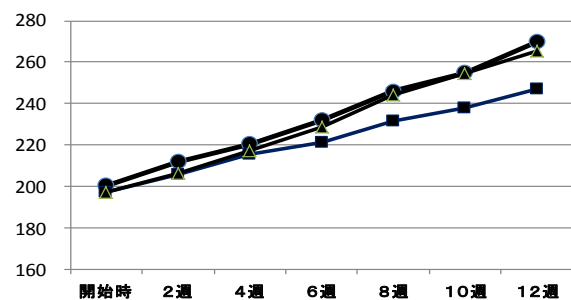


図4-9 玄米の給与が増体に及ぼす影響
(●:コーン区、■:全粒玄米区、▲:粉碎玄米区)

表4-26下段に乾物とデンプンの消化率を示した。全粒玄米区では乾物、デンプンの消化率が他の2区に比べて有意に低くなったが、粉碎玄米区ではコーン区と同様の消化率を示し、粉碎により玄米の消化性が高まった。全粒玄米のデンプン消化率は、配合飼料のデンプン消化率を一定とし、粉碎玄米区のデンプン消化率の値(95%)を基に試算すると 49%となり、粉碎玄米の半分程度であったと推察される。全粒玄米区の糞中には未消化の玄米が多く観察され(写真4-4)、育成牛においても飼料用玄米を給与する場合は破碎等の加工の必要性が示唆された。

図4-10に血液中のグルコース濃度の推移を示した。全粒玄米区では全粒玄米の消化性の低さを反映して他の2区に比べて低く推移した。一方、消化率の高かった粉碎玄米区では、コーン区と同様な傾向で推移しており、粉碎により蒸気圧ペントウモロコシと同等の栄養価が得られると考えられた。

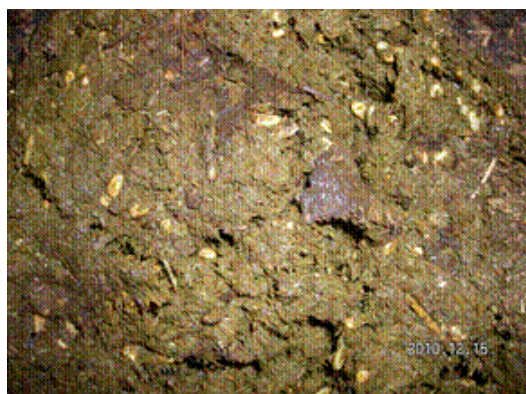


写真4-4 全粒玄米区の糞性状
(糞中に玄米が見られる)

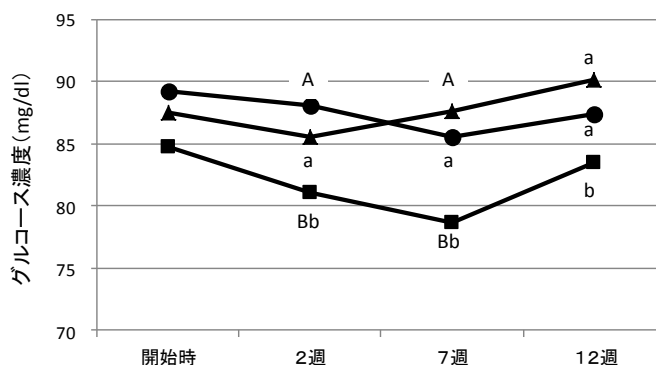


図4-10 供試牛の血中グルコース濃度の推移
(●:コーン区、■:全粒玄米区、▲:粉碎玄米区)

図4-11に血液中の尿素窒素濃度を、表4-27に第一胃内容液性状を示した。全粒玄米区の血液中の尿素窒素濃度が他の2区に比べて高く推移したが、これは、全粒玄米の第一胃内での消化性の低さを反映して第一胃内でのアンモニア態窒素の微生物体タンパク質への利用が低下したためと考えられた。一方、粉碎玄米区では血液中の尿素窒素濃度が安定して推移し、また、第一胃内容液中のアンモニア態窒素濃度も低い値で推移したことから、第一胃での発酵がトウモロコシと同等であると考えられた。

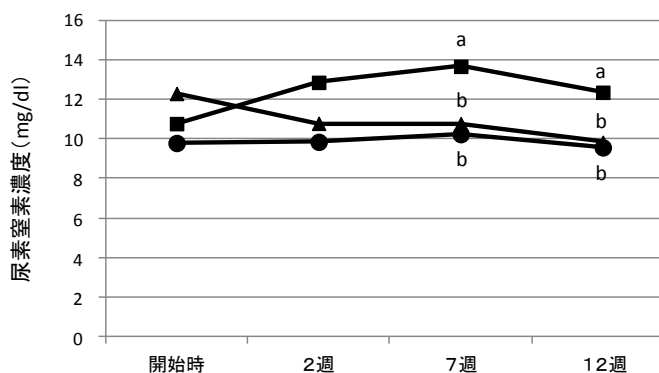


図4-11 供試牛の血中尿素態窒素濃度の推移
(●:コーン区、■:全粒玄米区、▲:粉碎玄米区)

表4-27 供試牛の第一胃内容液性状

	7週			12週		
	コーン区	全粒玄米区	粉碎玄米区	コーン区	全粒玄米区	粉碎玄米区
総VFA (mmol/L)	58.6	59.0	57.6	53.8	64.6	58.4
酢酸 (mmol/L)	41.7	41.3	41.0	37.7	46.6	40.8
プロピオン酸 (mmol/L)	10.5	10.7	9.8	9.5	10.9	10.0
アンモニア態窒素 (mg/dl)	4.4 a	6.8 b	5.5 ab	4.4 a	7.3 b	5.0 ab
酢酸/プロピオン酸比	4.0	3.8	4.2	4.0	4.2	4.1

異符号を付けた数値間に有意差あり(a,b:P<0.05, A,B:P<0.01)。

以上の結果から、育成牛に玄米を給与する場合には何らかの加工が必要で、3mm メッシュで破碎することで蒸気圧ペントウモロコシとの置き換えが可能であると考えられる。

③玄米の多給事例

ア 泌乳前期

玄米の化学成分や栄養価はトウモロコシとほぼ同等であるため、玄米は主にトウモロコシの代替として乳牛用飼料に利用されることが想定される。しかし、玄米の第一胃内分解速度はトウモロコシよりも速いことが知られており、多給あるいはデンプン含量を高めた飼料設計では玄米の代替給与により採食量や乳生産に悪影響を及ぼす可能性がある。本項では穀実混合割合やデンプン含量の異なる複数の飼料設定下においてトウモロコシから玄米への代替給与が泌乳前期牛の乳生産性等に及ぼす影響について検討した事例を紹介し、泌乳前期牛に対する蒸気圧ペントウモロコシから蒸気圧ペン玄米への代替給与の限界について示す。

<事例1：穀実混合割合3割、デンプン含量およそ20%の場合>

飼料設計は、飼料乾物当たり穀実(蒸気圧ペントウモロコシあるいは蒸気圧ペン玄米)を約3割混合し、その他の飼料はデンプンをほとんど含有しない乾草や粕類で構成し、デンプン含量を20%程度とした(表4-28)。このようなトウモロコシあるいは玄米主体 TMR を分娩後50~100日の泌乳前期牛に給与した結果、採食量、乳生産は処理間で差は認められない。また玄米代替給与によりルーメン内容液の乳酸濃度が高まることはないが、プロピオン酸濃度は高まる(表4-29)。

表4-28 飼料構成および化学成分

	トウモロコシ:玄米	
	100:0	0:100
飼料構成(乾物%)		
チモシー乾草	25.8	25.8
アルファルファ乾草	20.0	20.0
蒸気圧ペントウモロコシ	30.9	0.0
蒸気圧ペン飼料用玄米	0.0	30.9
豆腐粕	14.0	14.0
しょうゆ粕	5.1	5.1
大豆粕	3.5	3.5
ミネラル・ビタミン	0.8	0.8
化学成分(%)		
乾物	64.2	64.0
粗タンパク質	15.5	15.6
中性デタージェント繊維	36.6	34.2
でんぷん	19.4	21.9

表4-29 採食量、乳生産および第一胃内容液性状

	トウモロコシ:玄米	
	100:0	0:100
乾物摂取量(kg/日)	25.8	25.4
乳生産		
生産量(kg/日)	44.9	44.7
乳脂肪率(%)	3.89	3.99
乳タンパク質率(%)	3.21	3.22
乳糖率(%)	4.69	4.67
第一胃液性状		
乳酸(mM)	1.3	1.6
総VFA(mM)	103.6	105.6
酢酸(mM)	65.3	63.9
プロピオン酸(mM)*	23.6	26.1
酪酸(mM)	12.1	13.0

*: 処理間に有意差あり (P<0.05)

<事例2：穀実混合割合3割、デンプン含量およそ35%の場合>

飼料設計は、穀実を約3割混合し、粗飼料源にデンプン含量の高いイネ WCS およびトウモロコシ WCS を混合し、デンプン含量を約35%と高め、蒸気圧ペントウモロコシと蒸気圧ペン玄米の混合比を100:0、50:50、0:100とした3水準を設けた(表4-30)。このようなTMRを分娩後30~75日の泌乳前期牛に給与した結果、採食量、乳生産は処理間で差は認められない。また、玄米混合割合の増加にともないルーメン内容液の酢酸割合は減少し、プロピオン酸、酪酸の割合は増加する(表4-31)。

表4-30 飼料構成および化学成分

飼料構成(乾物%)	トウモロコシ:玄米		
	100:0	50:50	0:100
イネWCS	20.9	20.9	20.9
トウモロコシWCS	29.2	29.2	29.2
蒸気圧ぺんトウモロコシ	31.2	15.6	0.0
蒸気圧ぺん飼料用玄米	0.0	15.6	31.2
大豆粕	17.2	17.2	17.2
ミネラル・ビタミン	1.4	1.4	1.4
化学成分(%)			
乾物	43.0	43.2	43.3
粗タンパク質	15.4	15.4	15.4
中性デタージェント繊維	32.4	30.9	30.1
でんぷん	34.7	35.4	35.9

表4-31 採食量、乳生産および第一胃

内容液性状	トウモロコシ:玄米		
	100:0	50:50	0:100
乾物摂取量(kg/日)	21.2	21.9	21.5
乳生産			
生産量(kg/日)	40.1	40.3	40.0
乳脂肪率(%)	3.46	3.43	3.52
乳タンパク質率(%)	2.95	2.96	2.99
乳糖率(%)	4.60	4.58	4.60
第一胃液性状			
pH	6.80	6.79	6.78
乳酸(mM)	0.3	0.3	0.4
総VFA(mM)	94.1	96.5	96.4
酢酸(%)*	63.7	61.3	60.8
プロピオン酸(%)*	23.4	25.3	25.3
酪酸(%)*	8.4	9.2	9.6

* : 処理間に有意差あり (P<0.05)

<事例3: 穀実混合割合 4 割の場合>

飼料設計は、穀実を 4 割混合し、その他飼料はデンプンをほとんど含有しないアルファルファサイレーンやグラスサイレーンで構成し、蒸気圧ぺんトウモロコシと蒸気圧ぺん玄米の混合比を 100:0、50:50、0:100 とした 3 水準を設けた(表4-32)。このような TMR を分娩後 50~110 日の泌乳前期牛に給与した結果、乾物摂取量および乳生産量は玄米混合割合の増加に伴い減少する。また、ルーメン内容液 pH および乳酸含量は玄米代替による影響は認められないが、玄米混合割合の増加に伴いルーメン内容液の酢酸割合は減少し、プロピオン酸、酪酸の割合は増加する(表4-33)。

表4-32 飼料構成および化学成分

飼料構成(乾物%)	トウモロコシ:玄米		
	100:0	50:50	0:100
アルファルファサイレーン	40.7	40.7	40.7
グラスサイレーン	11.8	11.8	11.8
蒸気圧ぺんトウモロコシ	40.0	20.0	0.0
蒸気圧ぺん飼料用玄米	0.0	20.0	40.0
大豆粕	7.1	7.1	7.1
ミネラル・ビタミン	0.4	0.4	0.4
化学成分(%)			
乾物	49.2	49.6	49.4
粗タンパク質	18.5	18.5	18.6
中性デタージェント繊維	33.6	31.8	31.1
でんぷん	25.4	26.5	27.6

表4-33 採食量、乳生産および第一胃

内容液性状	トウモロコシ:玄米		
	100:0	50:50	0:100
乾物摂取量(kg/日)*	24.8	24.0	23.5
乳生産			
生産量(kg/日)*	44.8	43.7	42.0
乳脂肪率(%)	3.61	3.51	3.70
乳タンパク質率(%)	3.01	3.03	3.02
乳糖率(%)	4.67	4.64	4.61
第一胃液性状			
pH	6.58	6.60	6.55
乳酸(mM)	3.9	3.7	6.6
総VFA(mM)	112.7	112.4	113.4
酢酸(%)*	63.5	62.3	61.3
プロピオン酸(%)*	22.1	23.2	23.4
酪酸(%)*	10.1	10.5	10.9

* : 処理間に有意差あり (P<0.05)

以上より、泌乳前期の乳牛に対し、TMR 中のトウモロコシあるいは玄米の混合割合を乾物比で 4 割に設定した場合、蒸気圧ぺんトウモロコシから蒸気圧ぺん玄米への代替は乳生産量低下等の悪影響を及ぼすが、混合割合を 3 割とすれば生産性に問題はなく完全代替できることが示唆される。

イ 泌乳中～後期

泌乳中～後期牛向け発酵 TMR において、主な粗飼料源をイネ WCS とし、濃厚飼料中の主なデンプン源を破碎処理した玄米とし、玄米の乾物混合割合を 25、30、35% と変えて比較した飼養試験 2 事例と、泌乳後期牛 2 頭を用いて、玄米の乾物混合割合を 25、33、40% とした飼養試験 1 事例を紹介する。

< 事例 1：泌乳中～後期牛への玄米の多給（新潟県） >

玄米(品種「北陸 193 号」)は、デリカ社製飼料米破碎機で破碎したものをを用いた。これらを表 4-34 に示した割合で混合し、細断型ロールベアラを用いて発酵 TMR に調製した。試験には泌乳中期以降の泌乳牛 6 頭(初産 4 頭、2 産以上 2 頭)を用いた。

飼養成績を表 4-35 に示した。玄米の飼料中混合割合を変えても乾物摂取量、乳量および乳成分に処理区間差は認められなかったことから、主な粗飼料源をイネ WCS とする発酵 TMR において、玄米混合割合を 25% から 35% に高めても、乳生産に及ぼす影響が小さいことが確認された。また、供試牛のルーメン内容液の酢酸/プロピオン酸比は 3.6 以上で、酢酸優先型の安定したルーメン発酵であり、pH はいずれの試験区も 7 前後で、飼料給与にともなう低下は認められなかった。血液性状は全ての項目において試験区間差はなく、飼料用玄米の混合割合を 35% に高めても、ルーメン内容液および血液性状に及ぼす影響は小さいことが確認された。

表 4-34 飼料構成および飼料成分値

項目	25%	30%	35%
乾物混合割合(%)			
イネWCS	25.0	25.0	25.0
イネアライグラスサイレージ	10.0	10.0	10.0
飼料用玄米(破碎)	25.0	30.0	35.0
ビートパルプ	6.0	3.0	0.0
ビール粕(乾)	10.2	9.0	7.8
豆腐粕(乾)	10.2	9.0	7.8
大豆粕	10.2	11.0	11.8
その他	3.4	3.0	2.6
飼料成分 ¹⁾			
乾物(%)	54.1	54.0	54.0
CP(%DM)	15.6	15.6	15.5
EE(%DM)	4.4	4.2	4.0
aNDFom(%DM)	34.9	32.5	30.0
NFC(%DM)	35.6	38.7	41.8
TDN(%DM)	74.6	75.6	76.7

¹⁾ 日本標準飼料成分表(2009)による設計値。

表 4-35 飼養成績

項目	25%	30%	35%
乾物摂取量(kg/日)	22.9	23.7	23.9
体重(kg)	705	706	706
乳量(kg/日)	30.1	29.4	29.5
乳成分			
乳脂率(%)	4.14	4.28	4.26
乳タンパク質率(%)	3.48	3.53	3.54
無脂固形分率(%)	8.95	8.99	8.98
MUN(mg/ml) ¹⁾	15.7	16.6	15.2
体細胞数(千個/ml)	40	45	45

¹⁾ 乳中尿素窒素

< 事例 2：泌乳中～後期牛への玄米の多給（三重県） >

本事例では、泌乳中～後期の経産牛 6 頭(初産 3 頭、2 産以上 3 頭)を供試した。玄米(品種「ホシアオバ」)は、デリカ社製飼料米破碎機で破碎処理したものをを用い、表 4-36 に示す割合で混合した飼料を細断型ロールベアラで発酵 TMR に調製した。

試験結果を表 4-37 に示した。

表4-36 飼料構成および飼料成分値

項目	25%区	30%区	35%区
乾物混合割合(%)			
イネWCS	25.0	25.0	25.0
イタリアンライグラスサイレージ	10.0	10.0	10.0
飼料用玄米(挽き割り)	25.0	30.0	35.0
ビートパルプ	4.5	2.0	0.0
大豆粕	10.0	11.0	12.0
ビール粕(生)	10.5	9.0	7.0
豆腐粕(乾)	10.5	9.0	7.0
ふすま	2.5	2.0	2.0
ミネラル・ビタミン	2.0	2.0	2.0
飼料成分 ¹⁾			
乾物(%)	55.0	55.0	55.0
CP	15.6	15.6	15.6
EE	4.5	4.3	4.0
aNDFom	34.7	32.3	29.4
f-aNDFom	18.1	18.1	18.1
NFC	35.2	38.4	41.9
TDN	74.0	75.0	76.0

¹⁾日本標準飼料成分表(2009)による設計値。

f-aNDFom: 粗飼料由来aNDFom

表4-37 飼養成績

項目	25%区	30%区	35%区
体重(kg)	703	701	709
乾物摂取量(kg/日)	23.4	23.5	23.6
乾物摂取量/体重(%)	3.33	3.35	3.33
乳量(kg/日)	34.4	34.9	34.1
4%FCM ¹⁾ (kg/日)	35.2	35.7	34.4
乳成分			
乳脂肪率(%)	4.18	4.16	4.06
乳タンパク質率(%)	3.31	3.30	3.33
乳糖率(%)	4.58	4.60	4.57
無脂固形分率(%)	8.89	8.90	8.90
MUN ²⁾ (mg/dl)	15.7	14.7	14.3
体細胞数(千個/ml)	55	50	60

¹⁾FCM: 脂肪補正乳、²⁾MUN: 乳中尿素窒素

事例1と同様に、飼料中の玄米の混合割合を35%まで高めても、発酵TMRの摂取量に影響を及ぼすことはなく、乳量および乳成分とも各区同等であり、良好な成績が得られている。また、ルーメン内容液性状や血液性状も各区同等の値であり、全て正常値の範囲内であった。

<事例3: 泌乳後期牛への玄米の多給>

フィステルを装着した泌乳後期牛2頭を用いて、玄米の乾物混合割合を25、33、40%とした場合の影響を、玄米の混合割合を順に増加させる条件で評価した。試験飼料は全て細断型ロールペーラで調製した発酵TMRの形で給与し(表4-38)、飼料給与量は乾物当たり最大20kgに制限して試験を行った。

飼養成績を表4-39に示した。乳量は、乳期の進行の影響もあり、玄米の混合割合の増加に伴い緩やかに値が低下したが、乳成分率は各区に大きな違いは無かった。一方、乾物摂取量は40%区が25および33%区に比べて低く、採食速度も緩慢であった。そのため、飼料給与後7時間目までのルーメン内容液pHは、40%区が他の2区に比べて変化が小さく、総VFA濃度も他の2区に比べ給与後4時間程度まで低い値で推移した(図4-12)。以上のことから、発酵TMR中に破碎処理した玄米を乾物当たり40%まで混合すると、乾物摂取量が低下し泌乳牛の健康を損なう場合のあることが示唆された。

表4-38 給与飼料の飼料構成

項目	25%区	33%区	40%区
乾物混合割合			
イネWCS	25	25	25
イタリアンライグラスサイレージ	10	10	10
飼料用玄米 ¹⁾	25	33	40
指定配合飼料 ²⁾	40	32	25

¹⁾飼料用玄米は飼料米破碎機を使用し、挽き割り処理した

²⁾指定配合には、ビール粕、トウフ粕、大豆粕、ビートパルプ、ふすま、糖蜜、ビタミン・ミネラルが含まれる

表4-39 飼養成績

項目	25%区	33%区	40%区
供試頭数	2	2	2
乾物摂取量(kg/日)	18.0	18.8	17.1
乳量(kg/日)	15.7	15.2	14.7
乳脂率(%)	5.17	5.11	5.23
乳タンパク質率(%)	3.98	3.99	4.01
無脂固形分率(%)	9.58	9.57	9.62
MUN ¹⁾ (mg/dl)	10.9	8.3	7.6
血液性状 ²⁾			
GOT(IU/L)	47	47	48
BUN(mg/dl)	11	8	7
GLU(mg/dl)	76	79	78
T-CHO(mg/dl)	183	185	203
Ca(mg/dl)	11.5	11.1	11.5
iP(mg/dl)	6.7	6.1	5.8

¹⁾乳中尿素窒素.

²⁾朝の飼料給与後5時間目に頸静脈より採取.

VFA:揮発性脂肪酸、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、iP:リン

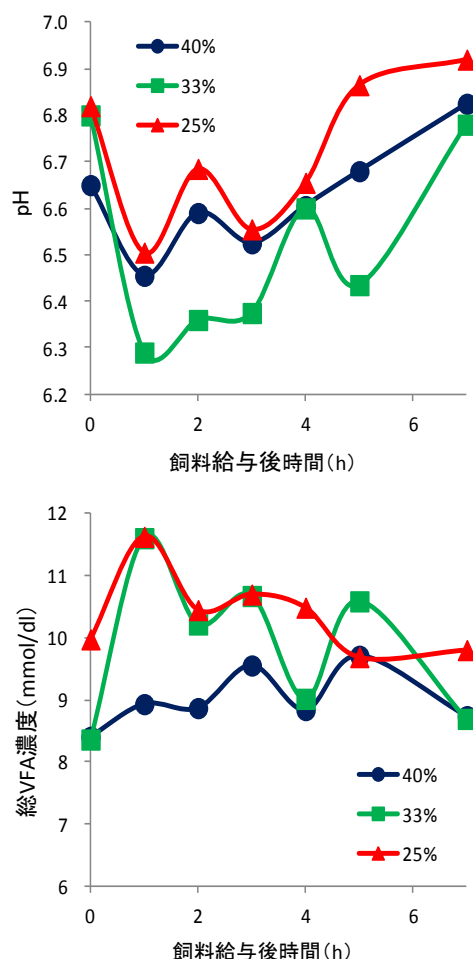


図4-12 ルーメン内容液性状の推移

泌乳中～後期牛向けの飼料に組み込むことのできる玄米の混合率について上記3事例から推察すると、破碎処理した玄米を用いる場合には、全飼料中に乾物当たり40%量を混合すると採食量の低下等が起こる場合があるため、現実的には35%までに抑えることが妥当といえる。とはいえ、今回の事例は、短期の給与試験結果である上、玄米品種の違いによるデンプン含量の差異や、破碎粒度の違いなどが検討されていない。そのため、玄米をこの混合比率(35%)で長期給与する場合には、乳牛の反応(採食性、乳生産性、反芻行動等)を十分観察しながら、混合割合を段階的に高めるなどの工夫をする必要がある。

(参考資料)

Miyaji M et al. (2012) Effect of replacing corn with brown rice grain in a total mixed ration silage on milk production, ruminal fermentation and nitrogen balance in lactating dairy cows. *Animal Science Journal* 83:585-593

Miyaji M et al. (2013). Milk production, nutrient digestibility and nitrogen balance in lactating cows fed total mixed ration silages containing steam-flaked brown rice as substitute for steam-flaked corn, and wet food by-products. *Animal science journal* 84:483-488

関誠ら(2012) 飼料用米の混合割合の異なる稲 WCS 主体発酵 TMR の給与が乳生産に及ぼす影響. *日草誌* 58(別):68

山本泰也ら(2012) 飼料用玄米の混合割合の異なるイネ WCS 主体発酵 TMR の給与が泌乳中後期の乳生産に及ぼす影響. *日草誌* 58(別):67

④飼料用米ペレット

飼料用米をトウモロコシの代替として組み入れたペレット飼料は、畜産農家にとって新たな労働負担がほとんどなく、成分値が明示された配合飼料として活用でき、大面積の飼料用米生産と広域流通にも対応できる。現在、飼料用米を混合したペレット飼料が一部地域で生産されているが、その飼料用米混合比率は 10%前後と少ない。飼料用米を高配合した乳牛向けペレット飼料や市販トウモロコシフレークを一定割合で混ぜたフレークペレットタイプ配合飼料が、清水港飼料(株)、山形大学、山形県が中心となり開発されている。ここでは、これら飼料の特徴と乳牛への給与事例について紹介する。

ア ペレット製造

ペレットに配合する飼料用米は玄米が望ましい。農薬等有害物質の混入防止確認は必須である。配合飼料工場で一般に利用されているペレットマシンにより、玄米(全体の 90%以上が粒度 1mm 未満となるように破砕)の他、エコフィードやそうこう類、油かす類などを混合したペレットが成形できる。また、飼料工場では、成形したペレットに蒸気圧ぺんした飼料用米や粗飼料を混合すること可能である。製造コストは、トウモロコシ主体ペレットと同等であり、一般のペレット飼料と同様、高温多湿での保管は避け、早期に給与しきることが望ましい。

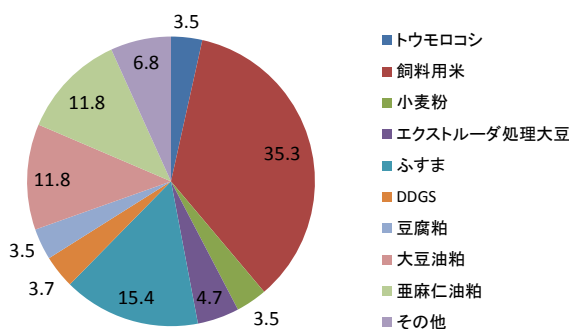


図 4-13 飼料用米を配合して試作したフレークペレットタイプ配合飼料の配合割合(平成 23 年度)



写真 4-6 試作したフレークペレットタイプ配合飼料の外観

イ フレークペレットタイプ配合飼料の乳牛への給与

フレークペレットタイプ配合飼料(飼料用米割合 35%FM)について、泌乳中期牛 9 頭を用い 3×3 のラテン方格法による飼養試験を行った。濃厚飼料源として市販配合飼料を給与する対照区、開発した配合飼料を給与する試作ペレット区、さらに粗飼料源としてイネ WCS を給与する試作ペレット+イネ WCS 区を比較したところ(表 4-40)、飼料摂取量および乳量、乳成分等産乳成績は各処理区間で差がなく(表 4-41)、ルーメン内容液性状や血液性状にも差は認められなかった。試作ペレット配合飼料の嗜好性は良好で、ルーメンアシドーシスの症状も認められなかった。乳中の α -トコフェロール含量は、試作ペレット+イネ WCS 区が対照区の約 2 倍の値を示した(図 4-14)。以上から、試作ペレットを用いたフレークペレットタイプ配合飼料は泌乳中期牛に給与可能で、イネ WCS との組合せにより、 α -

トコフェロール含量も高まる上、飼料乾物中の 38.4%をイネ由来(飼料用米 11.8%)の飼料で給与できることが示された。

表 4-40 飼料の配合割合

	対照区	米ペレット区	米ペレット+ イネWCS区
飼料配合割合 (kgFM)			
市販配合飼料	10.5	—	—
フレークペレット配合飼料	—	10.5	10.5
イネWCS	—	—	13.0
チモシー乾草	7.5	7.5	3.5
グラスサイレージ	5.0	5.0	—
ヘイキューブ	3.0	3.0	3.0
ビートパルプ	3.0	3.0	2.7
CP充足率(%)	117.0	117.0	114.0
TDN充足率(%)	107.0	107.0	108.0
イネ由来飼料割合(%DM)	—	12.4	38.4

表 4-41 飼養試験結果

	対照区	米ペレット区	米ペレット+ イネWCS区
体重(kg)	686.7	678.3	676.3
乾物摂取量(kg/日)	21.8	21.6	22.3
乳量(kg/日)	29.9	30.5	30.1
乳成分			
乳脂肪(%)	4.1	3.9	4.1
乳蛋白質(%)	3.5	3.5	3.5
乳糖(%)	4.3	4.3	4.4
無脂固形分(%)	8.8	8.8	8.8
4%FCM(kg/日)	30.1	30.0	30.5

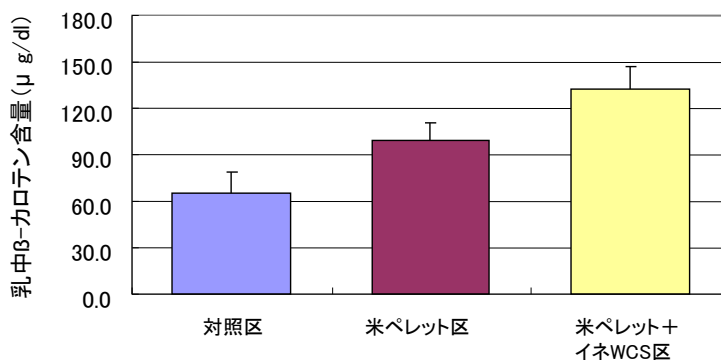


図 4-14 乳中のα-トコフェロール含量

エ ペレット利用に関するアンケート

飼料用米をペレット加工して給与する取り組みは、肉用牛向けで鳥取県、熊本県他で行われている。乳牛向けの実践例は少ないが、三重県大内山酪農協同組合では 2011 年から全配合飼料の 6%を飼料用米ペレット、同マッシュの組み込みを組織的に取り組んでいる。酪農経営者から見た飼料用米ペレット配合飼料の受け止め方について、すでに利用している三重県大内山酪農協同組合 26 戸、未利用の山形県酪農業協同組合 60 戸にアンケート調査を行った。すでに飼料用米入り配合飼料を使用している大内山酪農協同組合員の 70%が「以前と比べて乳量・乳質に変化はない」と回答した。未使用の山形県酪農協同組合員に「希望する加工形態」を聞いたところペレット 50%、圧ぺん 30%、粃サイレージ 20%であった。さらに「使い易い飼料用米の形状」を聞いたところ、ペレット単体 30%、ペレット混合配合飼料 63%、その他 7%と付加的な労働負担のない形態を希望していた。

以上の結果から、コスト抑制が前提であるが、飼料用米の高配合ペレットを乳牛用配合飼料に組み込むことは十分可能であり、飼料工場を経由した調製・加工も利用拡大の一手段と考えられる。

(参考資料)

田川ら(2011)飼料用米を活用した乳牛用ペレット飼料の開発. 日草誌 57(別):178

田川ら(2011)飼料用米の家畜への給与方法並びに飼料用米が用いられた飼料. 特願 2011-207106

田川ら(2013)飼料用米を主原料にした乳牛用ペレット飼料の開発と乳牛の飼養成績. 東北畜産学会報 63(2):29

(3) 肉用牛への飼料用米給与

①肥育牛への給与と留意点

ア 給与形態

飼料用米を肥育牛へ給与する場合、玄米または粳米の状態を利用するのが一般的である。玄米はデンプン含量が高く濃厚飼料源と位置づけられるが、粳米は粗飼料源(粳殻)と濃厚飼料源(玄米)の混合物と見なすことが出来る。肥育牛への飼料用米の給与形態として、破碎・粉碎あるいは蒸気圧ぺんした飼料用米で、市販配合飼料の一定割合を置き換える方法、自家配合の場合、トウモロコシまたは大麦の代替として配合飼料に混合する方法、粳米サイレージであれば、配合飼料の代替としてそのまま給与するか、TMRの原料として用いる方法等が挙げられる。但し粳米を多給する際は給与飼料全体のTDNが不足しないよう注意が必要である。

イ ビタミンA制御

黒毛和種の肥育では、肥育期を前期、中期および後期に分けた場合、特に肥育中期のビタミンA制御が脂肪細胞の増殖や分化を促進し、脂肪交雑を形成させるために重要とされている。ビタミンAの前駆体であるβ-カロテンについては、玄米にはほとんどβ-カロテンが含まれず、完熟期の粳米でもβ-カロテン含量は4mg/kgDM程度で蒸気圧ぺんトウモロコシ以下である。よって飼料用米給与でもビタミンAコントロールは十分可能であり、むしろ飼料用米の多給によるビタミンA欠乏に注意が必要である。

ウ 飼料用米給与の効果

肉用牛への飼料用米給与については、牛肉脂肪の不飽和脂肪酸比率、特にオレイン酸比率が向上し、脂肪融点を低下させる効果、ならびに牛肉脂肪の白色度を向上させる効果が期待されている。ただし脂肪酸比率については飼料用米給与の効果が一定していない。

脂肪の基本構造は1分子のグリセロールに3分子の脂肪酸が結合したものである。脂肪酸は大まかに飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸に区別される。ステアリン酸等の飽和脂肪酸は融点が高く、飽和脂肪酸を多く含む脂肪は硬くなる。一方、オレイン酸等の不飽和脂肪酸は融点が低いため、不飽和脂肪酸を多く含む脂肪は軟らかくなる。そのため脂肪酸不飽和度の向上は牛肉脂肪の口溶けの良さにつながるとされている。玄米を配合飼料の主要穀物であるトウモロコシと比較すると、オレイン酸の原物当たり含量は両者であまり変わらないが、飼料用米給与で牛肉脂肪中のオレイン酸比率が向上したという試験研究は多い(富山県 2003、富山県 2004、山形県 2012 など)。その一方で、飼料用米給与区でもオレイン酸比率は対照区と差がなかったという報告もある(福井県 2012、全畜連 2012 など)。牛が飼料から摂取するオレイン酸やリノール酸などの不飽和脂肪酸は、その大部分が第一胃内微生物の作用により飽和化され、ステアリン酸等の飽和脂肪酸に変化してから下部消化管で吸収される。また脂肪酸は体内でも合成されるが、その際まずパルミチン酸やステアリン酸等の飽和脂肪酸が合成さ

れ、ステアロイル Co-A 不飽和化酵素(SCD)を始めとする不飽和化酵素によりそれぞれパルミトレイン酸およびオレイン酸等の一価不飽和脂肪酸になる。その SCD には酵素活性に影響する遺伝的変異が存在し、また SCD の発現は栄養水準によっても左右されることが知られている。これらのことから、仮に飼料中にオレイン酸が多くても必ずしも筋肉脂肪のオレイン酸比率が高くなるわけではない。一方、生産現場では飼料用米給与により牛肉脂肪の質が変わったという声が多く聞かれており、飼料用米給与が何らかの効果を及ぼしていることが考えられる。オレイン酸比率への影響も含め、その機構の解明は今後の課題である。

豚や肉用鶏では飼料用米給与により、脂肪色が白く、赤味・黄色味が薄くなることが報告されている(秋田県 2011)。肉用牛では研究例が乏しいが、生産現場では飼料用米多給により牛肉脂肪も豚・鶏と同様に白くなることが観察されている。肉用牛の脂肪黄色化の原因は、飼料に含まれるβ-カロテン等のカロテノイドである。配合飼料中のトウモロコシにも少量ながらカロテノイドが存在し、脂肪色に影響する。一方、上述の通り玄米、粳米ともカロテノイド含量はとも少ない。飼料用米による配合飼料の代替で相対的に飼料中のトウモロコシ比率が低下し、飼料全体のカロテノイドも低レベルとなり、脂肪の白色度が向上すると考えられる。脂肪組織中のβ-カロテンは、生体の必要に応じて肝臓や小腸粘膜でビタミンAに変化し、血流により体組織に運ばれる。脂肪色が白いということは即ち脂肪組織中のビタミンA供給源が枯渇していることを意味している。飼料用米多給では血中のビタミンAが急速に低下することが報告されており、ビタミンA欠乏症に注意が必要である。

エ 飼料用米多給による採食量低下

肥育前期から飼料用米を多給した場合、特に肥育中期から後期にかけて採食量低下が観察される例があり、粳米、玄米のどちらの給与でも見られている。粳米利用では粳摺りの手間が省け、また粳殻には反芻胃を物理的に刺激する粗飼料としての役割が期待される(福井県 2007)が、粳殻自体は嗜好性が悪く、粳米多給では粳殻が増え過ぎ嗜好性を低下させることが考えられる。次に、粉碎粳米を多給した際、玄米部分と比較して粳殻部分の消化率が非常に低く、また粳殻の大きさやノゲを持つ形状等から、粳殻だけが第二胃や第三胃に滞留する例があり、これも食欲不振の一因となり得る。そして粳米、玄米に関わらず、消化性の高いデンプンを多く含む飼料用米の多給により、第一胃内で急速に多量の乳酸やVFAが発生して第一胃内pHが極度に低下し、ルーメンアシドーシスが生じる可能性が指摘されている。試験研究では、飼料用米多給により明らかなルーメンアシドーシスを起こしたという例は少ない。しかし、と畜解体時に第一胃から第三胃にかけて炎症を起こしていた例が報告されており、飼料用米摂取により潜在的ルーメンアシドーシス状態が持続していたことが考えられる。更に、飼料用米多給により第一胃内pHが正常値である一方で尿のpHが低下する例があり、何らかの理由で代謝性アシドーシスを生じていることも考えられる。

飼料用米給与に限らずルーメンアシドーシス予防策として一般に言われているのは、粗繊維を十分給与し第一胃内環境の安定化を促すことであり、玄米の様に粗繊維が少なくデンプン含量が高い飼料を多給する場合、例えば最初に粗飼料を給与してから飼料用米混合飼料を給与するなどの配慮

が必要である。一般に肥育中・後期は肥育用飼料中の粗タンパク含量は 10-11%と低めに設定されるが、配合飼料のかかなりの比率を飼料用米で代替する場合一層の粗タンパク不足が考えられ、第一胃内環境を安定させアシドーシスを防止する観点からも、大豆粕などの粗タンパク源を補給する必要がある。

牛肉脂肪の質の向上を狙い、生産現場では肥育後期の4-6ヶ月間のみ飼料用米を給与するという事例も見られる。脂肪不飽和度の向上に効果があったという報告の一方で、肥育後期のみ給与でもやはり食欲不振になった例がある。一方、肥育中期以降の飼料用米給与に際し6週間の馴致期間を設けて徐々に飼料を切り替え、配合飼料の15%あるいは30%を飼料用米に置き換えても特に体調不良を示す個体は見られなかったという知見もある(全畜連 2012)。肥育ステージに関わらず、いきなり飼料用米を多給するのではなく、十分時間をかけて少しずつ飼料用米に馴致していくことが重要である。

オ 試験研究成果の概要

これまでに行われた肥育牛への飼料用米給与試験は、市販配合飼料の一定割合を加工処理済み飼料用米で代替給与、飼料用米を含む配合飼料を独自に設計・調製して給与、ならびに飼料用米を含む TMR を給与、の三つに大別される。

いくつか例を挙げると、黒毛和種肥育牛では、肥育全期間、市販配合飼料の 25%を粉碎玄米(もち米またはうるち米)で代替しても慣行肥育と同等の成績が得られた(山形県 2012)。また肥育後期に配合飼料の TDN 換算 30%を粉碎粳米で代替しても対照区と差が見られなかった(宮崎県 2011)。さらに肥育後期に市販配合飼料の 1/3 を完熟期粳米サイレージで代替しても対照区と同等の増体および肉質が得られた(滋賀県 2012)。従って、黒毛和種では市販配合飼料の 30%程度までなら、単純に飼料用米で置き換えても肥育可能であると考えられる。但し十分な馴致が必要なことは言うまでもない。

一方、飼料用米による市販配合飼料の代替率が30%を超えると、特に肥育中期以降に食欲不振・増体低下を示す個体が見られるようになる。その対策として離乳直後、あるいは育成期から素牛を飼料用米に馴致するとともに、肥育中適宜大豆粕を補給し、市販配合飼料の 35%(福島県 2013、②ーア参照)あるいは40%(宮城県 2012、②ーイ参照)を蒸気圧ぺん粳米で代替しても、慣行肥育と同等の発育が得られている。このことから、市販配合飼料の 30%を上回る割合を飼料用米で置き換える際には、早い段階から飼料用米に慣れさせることや、肥育中に粗タンパクを補給することが有効と考えられる。

飼料用米給与比率が 40%を上回る場合は、市販飼料の代替ではなく飼料用米を主原料とする自家配合で試験が行われている例が多い。破碎玄米を原物当たり 40%含む配合飼料に加え、地域資源であるトウモロコシサイレージ(CS)も併給することにより、良好な増体および肉質が得られ、CS 給与で懸念された脂肪黄色化も生じなかった(北海道 2013、③ーア参照)。また、原物当たり粉碎粳米を 50%含む飼料を配合・給与した場合、肉質は慣行肥育と同等だが、飼料摂取量が低下し増体が小さ

かった(岐阜県 2011)という結果の一方で、粉碎玄米を 50%含む配合飼料および乾草稲わらを給与し、慣行と同等の肥育成績が示されている(富山県 2013、③ーイ参照)。さらに粉碎玄米を 60%配合した飼料を肥育中・後期に給与しても問題なく肥育可能であるという報告もある(福井県 2011)。従って、飼料設計を適切に行うことにより、粳米なら 40%程度、玄米なら 50%程度まで肥育用飼料に配合可能であることが伺われる。但しこれら飼料用米「超多給」肥育を生産現場に普及させるには、更に試験の積み重ねが必要である。加えて米を多給する肥育では血中ビタミンA含量の急落が観察されており(福井県 2011、全農 2012 など)、ビタミンA欠乏症に十分注意する必要がある。

飼料用米を含む TMR について、九州地方で多く生産されるカンショ焼酎の製造副産物であるカンショ焼酎粕濃縮液や玄米等を取り入れた発酵 TMR を調製し、肥育終期に配合飼料の 60%を発酵 TMR で代替給与して良好な肥育成績を得たと報告されている(九沖農研 2010、③ーウ参照)。一方、粉碎玄米(原物当たり 20%)およびトウモロコシ DDGS(同 10 または 20%)を混合した発酵 TMR を肥育全期間給与した場合、発育や枝肉成績に慣行肥育と差がなく、DDGS20%区では筋肉脂肪のリノール酸・総不飽和脂肪酸が増える傾向にあった(千葉・茨城・栃木・群馬 4 県共同および畜草研 2013)。この他、北海道では地域飼料資源であるトウモロコシサイレージと粉碎玄米(原物当たり 30%)、それに配合飼料を組み合わせた TMR を給与する肥育試験を実施中である。飼料用米と未利用資源を原料とした TMR を給与する肉牛肥育事例は今後一層増えると予想されるが、試験研究がまだ十分とは言えず今後を期待したい。

(参考資料)

- 内田ら(2012)飼料用精白米の給与が黒毛和種去勢牛の発育・肉質に及ぼす影響. 肉用牛研究会報 92: 46-50.
- 大田ら(2011)飼料用米多給による黒毛和種去勢牛肥育技術と枝肉成績. 平成 22 年度関東東海北陸農業研究成果情報.
- 小林ら(2013)DDGS および飼料用米を組み合わせた和牛肥育用発酵 TMR の開発. 平成 24 年度関東東海北陸農業研究成果情報.
- 小松ら(2009)飼料用米給与が比内地鶏の発育と肉質に及ぼす影響. 東北農業研究 62:71-72.
- 佐藤ら(2007)黒毛和種去勢牛に対する粳穀給与の影響. 福井畜試研報 20:22-26.
- 全国畜産農業協同組合連合会(2012)国産の飼料米を使用した肉用牛の生産が肉質に及ぼす影響等に関する報告書.
- 高橋ら(2003)玄米給与が黒毛和種去勢牛の肥育成績に及ぼす影響. 北信越畜産学会報 86:47-49.
- 高平ら(2004)イネソフトグレインサイレージ給与が黒毛和種去勢牛の肥育成績に及ぼす影響. 北信越畜産学会報 88:35-38.
- 土井ら(2012)完熟期粳米サイレージの調製と和牛肥育後期での利用. 平成 23 年度近畿中国四国農業研究成果情報.
- 中武ら(2011)飼料用米が黒毛和種肥育牛に及ぼす影響. 宮崎畜試研報 23:9-12.
- 野村ら(2011)肥育中後期に濃厚飼料の 6 割を飼料用玄米で代替給与した黒毛和種肥育牛への影響. 福井畜試研報 24:9-15.
- 三上ら(2012)黒毛和種肥育牛への飼料用米給与が発育および肉質に及ぼす影響. 山形農業研報 4: 49-56.

② 粃米給与の事例

ア 自家産黒毛和種への離乳から出荷まで飼養全期間給与の事例（福島県）

自家産の黒毛和種去勢牛に対し、離乳から出荷するまでの期間、配合飼料の25% (TDN換算) および35% (TDN換算) を蒸気圧ぺん粃米で代替給与し、慣行法と同等に良好な産肉成績が得られた例を示す。

消化性を良くするため蒸気圧ぺん加工した粃米を給与する2つの試験区と蒸気圧ぺん粃米を給与しない対照区を設定し、発育、飼料摂取量、肉質に及ぼす影響を調査した。試験区1は慣行給与している配合飼料のTDN25%相当量を、試験区2はTDN35%相当量を蒸気圧ぺん粃米で代替し給与した。供試牛は各区5頭の計15頭を用いた。

各区とも試験期間は離乳後から出荷までとした。配合飼料(試験区においては蒸気圧ぺん粃米を含む)の給与量は、育成用配合飼料は離乳から4.5kgを上限に増量給与した。試験区は、蒸気圧ぺん粃米給与によるCP減を補正するため大豆粕を併せて給与した。肥育用配合飼料は12ヵ月齢で7kgから毎月1kgずつ増量し、10kgを上限とし給与した。配合飼料は育成期には混合給与とし、肥育期にはトップドレスで給与した。粗飼料は育成期には乾草を、肥育期には稲ワラのみを給与した。

配合飼料の摂取量を図4-15に示した。試験期間の1頭当たりの配合飼料総摂取量は、試験区1:5,456kg、試験区2:5,262kg、対照区:5,473kgであり、選び食いも認められず、蒸気圧ぺん粃米給与による嗜好性の差は無かった。粗飼料の摂取量はほぼ同量であった。

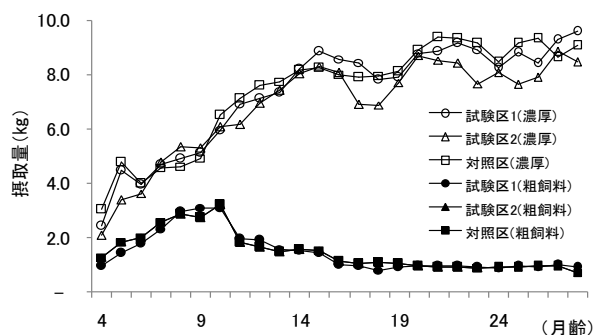


図4-15 飼料摂取量の推移



写真4-7 蒸気圧ぺん粃米給与による肥育試験の様子

体重の推移を図4-16に、体側値の推移を図4-17に示した。体重は標準値の範囲内で推移し、出荷時の平均体重は、試験区1:780kg、試験区2:738kg、対照区:802kgとなったが、有意差は認められなかった。外貌的には図4-16、17に示すとおり、腹囲で対照区の23ヵ月齢以降で試験区より大きい傾向は見られるが、全ての体測値で有意差は認められず、蒸気圧ぺん粃米給与による発育の差は無いと考えられる。

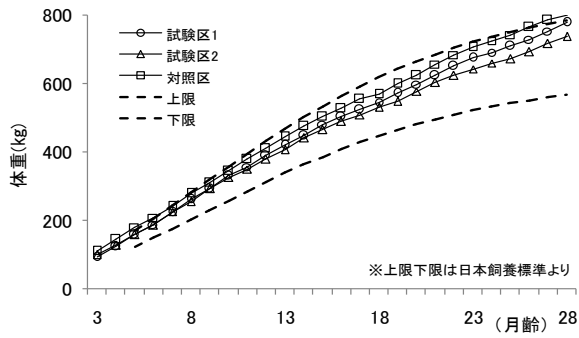


図 4 - 1 6 体重の推移

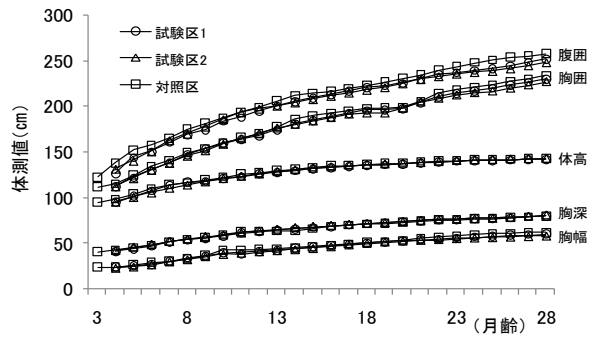


図 4 - 1 7 体測値の推移

枝肉成績を表 4 - 4 2 に示した。枝肉重量は、試験区 1 : 507.8kg、試験区 2 : 486.4kg、対照区 : 530.8kg で有意差は認められなかった。枝肉価格に最も影響を及ぼす脂肪交雑の BMS No. は試験区 1 : 8.6、試験区 2 : 9.2、対照区 : 9.0 でも有意差は認められなかった。他の枝肉形質についても各区間に有意差は認められなかった。

表 4 - 4 2 枝肉成績

	試験区1 (n=5)	試験区2 (n=5)	対照区 (n=5)
枝肉重量(kg)	507.8 ± 49.5	486.4 ± 32.1	530.8 ± 48.5
ロース芯面積(cm ²)	59.6 ± 9.9	63.0 ± 12.6	67.8 ± 12.4
バラ厚(cm)	8.2 ± 0.5	7.9 ± 0.7	8.6 ± 0.8
皮下脂肪厚(cm)	2.1 ± 0.3	1.9 ± 0.4	2.3 ± 0.5
BMS No.	8.6 ± 2.1	9.2 ± 1.8	9 ± 1.4
BCS No.	3.6 ± 0.6	3.6 ± 0.6	3.8 ± 0.5
光沢	4.6 ± 0.6	4.8 ± 0.5	4.8 ± 0.5
しまり	4.6 ± 0.6	4.8 ± 0.5	4.8 ± 0.5
きめ	4.6 ± 0.6	4.8 ± 0.5	5 ± 0.0
BFS No.	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	3 ± 0.0
AB4・5率(%)	100	100	100
出荷月齢	28.4 ± 0.2	28.5 ± 0.2	28.5 ± 0.2

以上のことから、自家産の黒毛和種一貫肥育において、離乳から出荷までの全期間、TDN 換算で配合飼料の 35% 程度を蒸気圧ペん加工した飼料用米に代替しても良好な肥育成績を得ることが可能であることが示された。

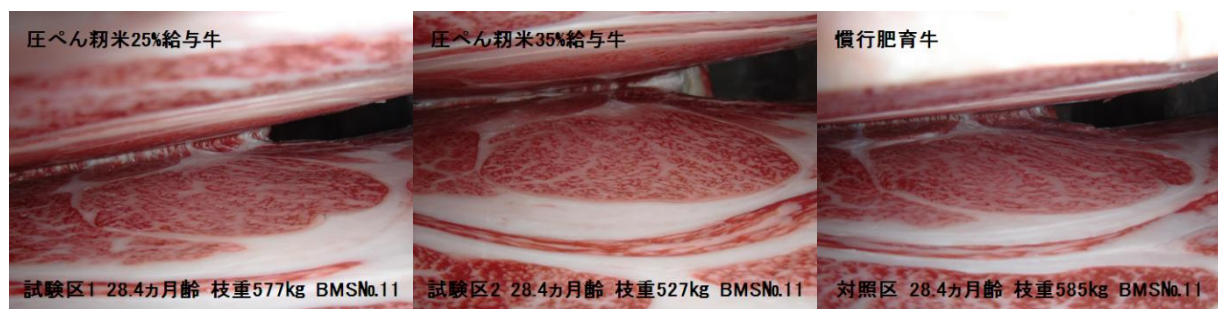


写真 4 - 8 各試験区で得られた枝肉の状態

イ 肥育終期における配合飼料代替給与（宮城県）

黒毛和種肥育牛の出荷前 5 ヶ月間(概ね 27~32 ヶ月齢)程度、蒸気圧ぺん処理した飼料用粃米(蒸気圧ぺん粃米:グルコアミラーゼ第 2 法による α 化度 67%)を用いて配合飼料の一部を代替給与した試験事例を紹介する。

試験は群飼により行い、20%代替試験(雌)では試験区 3 頭、対照区 6 頭、40%代替試験(去勢)では、試験区 6 頭、対照区 7 頭を供試した。給与飼料は対照区においては農場慣行量(8~10kg/日・頭)を給与し、試験区では対照区の配合飼料原物当たり 20%または 40%を蒸気圧ぺん粃米で代替した。この際、不足する TDN および CP 摂取量を充足させるため大豆粕を併用した。使用した飼料成分を表 4-43、具体的な給与例を表 4-44 に示した。

表 4-43 飼料成分値

飼料の種類	水分 (%)	乾物中(%)	
		TDN	CP
市販配合飼料	12	80	15
圧ぺん粃米	14.1	80.68	6.98
大豆粕	11.7	86.8	52.2

表 4-44 市販配合飼料を蒸気圧ぺん粃米を主とした飼料で置き換えた場合の各飼料給与例

代替量	代替前(対照区での給与量kg)		代替後(試験区での給与量kg)		
	市販配合飼料		市販配合飼料	圧ぺん粃米	大豆粕
20%	10	→	8.0	1.6	0.4
40%	10		6.0	3.3	0.7

20%代替(表 4-45)および 40%代替(表 4-46)のいずれも、試験区と対照区との間に格付成績に有意な差は見られなかった。脂肪交雑(BMS No.)はどちらの試験でも試験区が高い傾向が、枝肉重量は対照区で高い傾向が見られた。写真 4-9、10 に試験牛の生体および枝肉断面の一例を示した。

表 4-45 格付成績(出荷前 20%代替試験)

項目	単位	対照区		試験区	
		平均値	標準誤差	平均値	標準誤差
頭数	頭	6		3	
平均出荷月齢	ヶ月	32.0		30.7	
ロース芯面積	cm ²	53.0	3.0	57.4	4.3
バラ厚	cm	7.1	0.2	7.7	0.3
皮下脂肪厚	cm	3.2	0.3	2.5	0.4
歩留基準値	%	73.3	0.5	75.0	0.7
BMS No.		3.4	0.8	5.1	1.2
BCS No.		4.5	0.2	4.0	0.3
しまり		2.7	0.4	3.7	0.6
きめ		3.1	0.3	3.7	0.4
BFS No.		3.1	0.1	3.0	0.2
枝肉重量	kg	388.5	21.1	377.4	30.3



写真 4-9 配合飼料の 40%を代替した去勢牛

表 4-46 格付成績(出荷前 40%代替試験;去勢)

項目	単位	対照区		試験区	
		平均値	標準誤差	平均値	標準誤差
頭数	頭	7		6	
平均出荷月齢	ヶ月	29.6		32.0	
ロース芯面積	cm ²	54.6	2.3	57.1	2.5
バラ厚	cm	7.1	0.2	7.2	0.3
皮下脂肪厚	cm	2.3	0.2	2.3	0.2
歩留基準値	%	73.6	0.4	74.3	0.5
BMS No.		4.0	1.0	5.3	1.0
BCS No.		4.3	0.2	3.8	0.2
しまり		3.0	0.4	3.0	0.5
きめ		3.2	0.3	3.9	0.3
BFS No.		3.0		3.0	
枝肉重量	kg	447.5	10.5	423.3	11.5



写真 4-10 写真 4-9 の去勢牛枝肉断面。
BMS No. 10、ロース芯面積 66cm²、格付け A5。

ロースおよび筋間脂肪についてガスクロマトグラフィーを用いて脂肪酸組成を分析したところ、どちらの試験においても試験区と対照区との間に有意な差は見られなかった。しかしながら、特に筋間脂肪において、オレイン酸(C18:1)や1価不飽和脂肪酸(MUFA)などが高まる傾向が見られた(表4-47、48)。

表4-47 脂肪酸組成(出荷前20%代替試験;雌)

脂肪酸	ロース		筋間脂肪	
	対照区	試験区	対照区	試験区
ミリスチン酸 C14:0	2.3±0.2	1.7±0.2	2.2±0.1	1.5±0.2
ミリストレイン酸 C14:1	0.7±0.1	0.5±0.1	0.8±0.1	0.6±0.1
ペンタデカン酸 C15:0	0.3±0.0	0.2±0.0	0.3±0.0	0.3±0.0
パルミチン酸 C16:0	25.8±1.2	24.3±1.4	23±1.2	20.7±1.4
パルミトレイン酸 C16:1	4.3±0.2	3.7±0.2	4.5±0.2	3.9±0.3
ヘプタデカン酸 C17:0	0.8±0.1	0.7±0.1	0.7±0.0	0.7±0.1
ヘプタデン酸 C17:1c	0.8±0.1	0.7±0.1	0.8±0.1	0.9±0.1
ステアリン酸 C18:0	10.6±0.7	10.2±0.9	10.8±1.1	10.7±1.3
オレイン酸 C18:1n9	51.8±1.3	55.1±1.5	54.2±1.2	57.3±1.4
リノール酸 C18:2n6	2.0±0.2	2.3±0.2	1.9±0.1	2.4±0.2
α-リノレン酸 C18:3n3	0.2±0.0	0.2±0.0	0.3±0.0	0.2±0.0
イコセン酸 C20:1	0.3±0.1	0.4±0.1	0.6±0.1	0.8±0.1
1価不飽和脂肪酸 MUFA	57.9±1.4	60.5±1.6	60.9±1.3	63.5±1.5
多価不飽和脂肪酸 PUFA	2.3±0.2	2.4±0.2	2.2±0.1	2.6±0.2
飽和脂肪酸 us	60.2±1.4	62.9±1.7	63.1±1.2	66.1±1.4
不飽和脂肪酸 s	39.8±1.4	37.1±1.7	36.9±1.2	33.9±1.4
不飽和度 us/s	1.5±0.1	1.7±0.1	1.7±0.1	1.9±0.1

表4-48 脂肪酸組成(出荷前40%代替試験;去勢)

脂肪酸	ロース		筋間脂肪	
	対照区	試験区	対照区	試験区
ミリスチン酸 C14:0	2.1±0.2	2.1±0.2	2.2±0.2	1.8±0.2
ミリストレイン酸 C14:1	0.6±0.1	0.5±0.1	0.6±0.1	0.6±0.1
ペンタデカン酸 C15:0	0.3±0.0	0.3±0.0	0.4±0.0	0.3±0.0
パルミチン酸 C16:0	25.3±0.6	25.2±0.6	24.1±0.7	22.6±0.7
パルミトレイン酸 C16:1	3.7±0.3	3.5±0.3	4.0±0.4	3.9±0.4
ヘプタデカン酸 C17:0	0.8±0.1	0.9±0.1	0.9±0.1	0.9±0.1
ヘプタデン酸 C17:1c	0.7±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.9±0.1
ステアリン酸 C18:0	12.2±0.7	12.5±0.8	14.1±2.2	12.9±2.4
オレイン酸 C18:1n9	51.6±1.2	51.7±1.3	50.2±2.1	53.0±2.3
リノール酸 C18:2n6	2.2±0.1	2.2±0.1	2.2±0.1	2.3±0.1
α-リノレン酸 C18:3n3	0.2±0.0	0.2±0.0	0.2±0.0	0.3±0.0
イコセン酸 C20:1	0.3±0.0	0.2±0.1	0.4±0.1	0.5±0.1
1価不飽和脂肪酸 MUFA	56.9±1.3	56.7±1.4	56±2.4	58.9±2.7
多価不飽和脂肪酸 PUFA	2.4±0.1	2.4±0.2	2.3±0.1	2.6±0.2
飽和脂肪酸 us	59.3±1.2	59.1±1.4	58.3±2.4	61.4±2.6
不飽和脂肪酸 s	40.7±1.2	40.9±1.4	41.7±2.4	38.6±2.6
不飽和度 us/s	1.5±0.1	1.5±0.1	1.4±0.1	1.6±0.2

出荷月齢を共変量とし補正。値(%)は表の12種類の脂肪酸の総和を100とした場合の各脂肪酸割合を最小二乗平均値±標準誤差で示した。

以上、出荷前5か月程度の期間、配合飼料の一部を蒸気圧ぺん粃米と大豆粕で代替した場合、格付成績や脂肪酸組成に有意な影響は見られないことが明らかとなった。

一方、実際の給与にあたっていくつかの不安が飼養管理者から挙げられた。(ア)嗜好性が配合飼料に比べ劣るのではないかと、(イ)飼料用米および粃殻の消化性が悪いのではないかと、(ウ)出荷前に大豆粕を給与することで軟便などが生じるのではないかと、などである。

(ア)について、今回の出荷前5ヶ月間給与試験においては20%および40%代替試験のいずれでも試験区の枝肉重量が対照区に比べ劣る結果となっているため、飼料用米の嗜好性の低さが飼料摂取量の低下につながり、結果として枝肉重量が劣った可能性は否定できない。ただし、宮城県畜産試験場では場内で生後9ヶ月齢から出荷まで配合飼料の40%を代替給与する試験(全期間給与試験)を並行して実施し、これらの問題の解決策についても検討しており、その結果、給与による飼料摂取量の低下は見られず、増体量も差がないことを確認している。このため、飼料摂取量に差が出なければ増体量にも差が出ないと考えているが、肥育後期など出荷前に初めて蒸気圧ぺん粃米を給与する場合は、より早い時期から飼料に馴致するなどして、飼料摂取量を確保する工夫が必要と考えられる。

(イ)については、全期間給与試験牛の糞を金ふるい(1mmメッシュ)のうえに採取し洗浄したところ、未消化の米粒が排出されていないこと、粃が十分に短い繊維長まで消化されていることを確認している。少なくとも、今回示したように蒸気圧ぺん処理した飼料用米において、通常の飼養管理下であれば、40%程度まで代替給与しても消化性が問題になることは無いと考えられる。

(ウ)については、全期間給与試験において大豆粕の併用が原因と考えられる軟便や下痢は発生していない。むしろ一般的に言われることと同様、腹づくりができていないことや、大豆粕の給与を抑えることで飼料成分のバランスがとれないことの方が問題であると考えられる。

③玄米給与の事例

ア 肥育全期間におけるトウモロコシサイレージとの併給事例（北海道）

黒毛和種去勢牛に濃厚飼料源として飼料用米を40%混合した配合飼料と、粗飼料源としてトウモロコシサイレージを給与し、慣行肥育と同等の成績が得られた事例について紹介する。

黒毛和種去勢牛15頭を用いて、10ヵ月齢から28ヵ月齢まで肥育試験を行った。試験区として、破碎玄米を原物で40%混合した配合飼料とトウモロコシサイレージを給与する区(CS米区:6頭)、慣行の配合飼料(当時指定肥育用配合飼料)とトウモロコシサイレージを給与する区(CS区:6頭)、慣行の配合飼料と乾草もしくは麦稈を給与する区(対照区:3頭)を設けた。給与飼料の原料構成および成分組成を表4-49、飼料給与方法を表4-50に示した。

表4-49 給与飼料の原料構成(原物%)および成分組成 (遠藤ら 2013)

	CS米区	CS区 対照区	乾草	麦稈	CS
破碎玄米	40.0	-	-	-	-
とうもろこし(非加熱粉碎)	15.0	50.0	-	-	-
圧ぺん大麦	3.0	10.0	-	-	-
フスマ	18.5	18.5	-	-	-
大豆粕ミール	9.5	9.5	-	-	-
コーングルテンフィード	3.0	3.0	-	-	-
スクリーングベレット	10.0	8.0	-	-	-
炭酸カルシウム	0.5	0.5	-	-	-
食塩	0.5	0.5	-	-	-
DM(%FM)	86.1	86.8	87.0	88.0	35.7
CP(%DM)	15.9	16.0	6.8	3.3	8.2
NDF(%DM)	21.0	26.4	73.9	79.5	43.2
Starch(%DM)	49.7	43.3	-	-	31.2

表4-50 飼料給与方法(原物 kg) (遠藤ら 2013)

月齢	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
CS米区 濃厚飼料	3	3.6	4.2	4.8	5.4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
CS区 粗飼料	トウモロコシサイレージ不断給与																		
対照区 濃厚飼料	5	6	7	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
対照区 粗飼料	乾草不断給与									麦稈不断給与									

発育および飼料摂取量を表4-51に示した。終了時体重および日増体量がCS区で小さかったが、統計的に有意な差は認められなかった。肥育全期間におけるCS米区、CS区および対照区の総飼料摂取量(乾物当たり)は、9.0kg、9.0kgおよび9.3kgと、対照区で3%程度多かった。CS米区とCS区の配合飼料摂取量に差はみられず、配合飼料への飼料用米混合による摂取量への影響は無いものと考えられた。

表4-51 発育および飼料摂取量 (遠藤ら 2013)

		CS米区 (n=6)	CS区 (n=6)	対照区 (n=3)			
体重(kg)	開始時(10ヵ月齢)	318.3	318.5	313.7			
	終了時(28ヵ月齢)	819.3	785.7	802.0			
日増体量(kg)	前期	1.12	1.07	1.14			
	中期	0.92	0.84	0.97			
	後期	0.87	0.84	0.80			
	全期	0.97	0.90	0.94			
飼料摂取量(kgDM)		粗飼料	濃厚飼料	粗飼料	濃厚飼料	粗飼料	濃厚飼料
	前期	4.7	3.5	4.6	3.4	2.7	6.0
	中期	4.2	5.0	4.2	5.0	0.8	8.5
	後期	4.9	4.9	4.8	5.0	1.1	8.5
	全期	4.6	4.4	4.5	4.5	1.6	7.7
前期:10~15ヵ月齢、中期:16~21ヵ月齢、後期:22~28ヵ月齢							

枝肉成績を表4-52に示した。枝肉重量、ロース芯面積、ばらの厚さに差はなかったが、皮下脂肪は対照区で有意に厚かった。BMS No.に有意差は認められなかったが、CS米区で良好な成績であった。 β -カロテン含量が高いトウモロコシサイレージの多給による枝肉脂肪の黄色化が懸念されたが、CS米区およびCS区と対照区でBFS No.に差はなく、脂肪が黄色いと判定されることはなかった(写真4-10)。枝肉の脂肪酸組成では、有意差はないもののオレイン酸含量がトウモロコシサイレージ給与牛で高く、リノール酸はCS米区に比べて対照区で有意に高かった(表4-53)。

これらのことから、飼料用米を40%混合した配合飼料とトウモロコシサイレージを給与しても、慣行肥育と同程度の良好な成績が得られることが示された。

表4-52 枝肉成績 (遠藤ら 2013)

	CS米区 (n=6)	CS区 (n=6)	対照区 (n=3)
枝肉重量(kg)	511.2	486.8	507.7
ロース芯面積(cm ²)	61.5	60.7	59.7
ばらの厚さ(cm)	8.2	7.7	8.1
皮下脂肪厚(cm)	2.9 ^b	2.5 ^{ab}	3.7 ^a
BMS No.	6.3	5.3	5.3
BCS No.	3.7	3.7	4.0
締まり	3.7	3.5	3.3
きめ	3.8	3.8	4.0
BFS No.	3.0	3.0	3.0
格付	A5:1頭 A4:2頭 A3:3頭	A4:3頭 A3:3頭	A4:1頭 A3:1頭 A2:1頭

ab間に有意差あり(P<0.05)

表4-53 枝肉の脂肪酸組成 (遠藤ら 2013)

	CS米区 (n=6)	CS区 (n=6)	対照区 (n=3)
ミリスチン酸(C14:0)	3.0	3.2	3.1
ミリストレイン酸(C14:1)	1.1	0.9	0.7
パルミテン酸(C16:0)	28.8	28.2	30.0
パルミトレイン酸(C16:1)	4.1	3.9	3.2
ステアリン酸(C18:0)	11.0	11.5	12.6
オレイン酸(C18:1)	49.3	49.1	46.8
リノール酸(C18:2)	1.2 ^b	1.5 ^{ab}	1.9 ^a
リノレン酸(C18:3)	0.1	0.1	0.1

ab間に有意差あり(P<0.05)

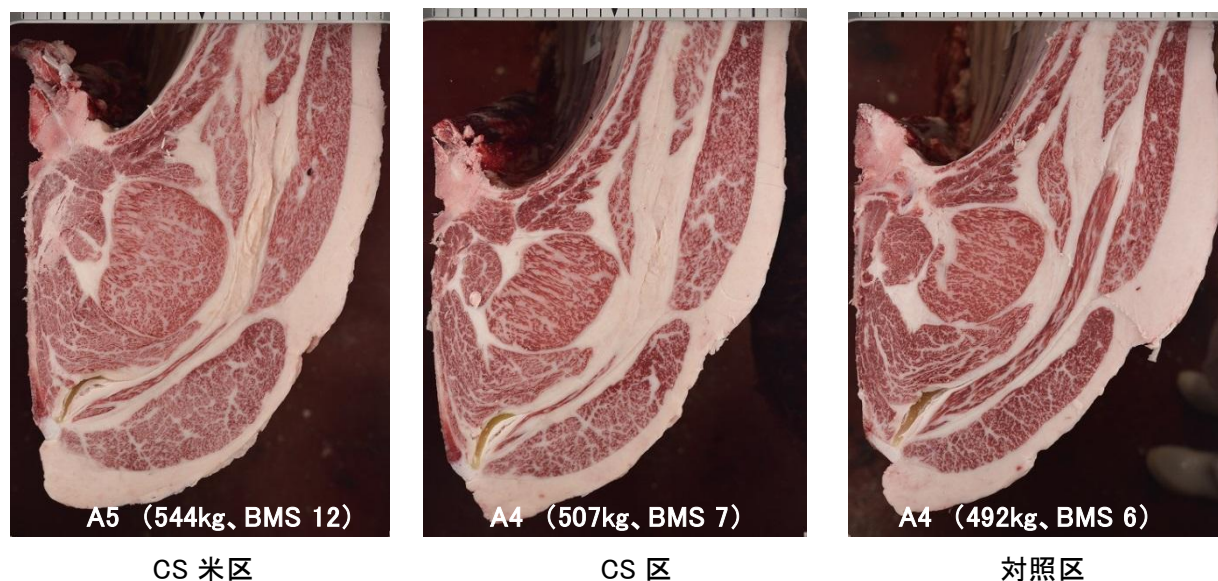


写真4-11 試験牛の枝肉写真

イ 肥育後期黒毛和種去勢肥育牛（20～26 カ月齢）への給与事例（富山県）

肥育後期（20～26 カ月齢）の黒毛和種去勢牛に対し、濃厚飼料の 1/2 量（乾物当たり）を破碎玄米で代替した飼料を給与した結果、トウモロコシ主体の濃厚飼料を給与した場合と同等の成績が得られた例を示す。

トウモロコシなどの輸入穀類の 50%を飼料用米（破碎玄米）に代替した配合飼料を調製し、肥育後期（20～26 カ月齢）の黒毛和種去勢牛に給与した。用いた飼料用米は、富山県産の 2011 年産の「クサホナミ」および 2012 年産の「てんたかく」の玄米を、飼料用米破碎機（デリカ社製）で破碎（2mm メッシュ通過割合 90%）したものである。

表4-54 飼料の配合割合、成分組成、代替率
および飼料単価

項目	試験区分	
	対照区	飼料用米区
配合割合(乾物%) ^{注1)}		
圧ペントウモロコシ	49.3	8.2
飼料用米(破碎玄米) [※]	0.0	41.0
その他濃厚飼料	26.3	26.3
生米ぬか [※]	4.2	4.2
乾燥稲わら [※]	19.2	19.3
生稲わらサイレージ [※]	0.0	0.0
カルシウム	1.0	1.0
成分組成(乾物%) ^{注2)}		
TDN(DM%)	80.0	80.5
CP(DM%)	11.5	11.8
濃厚飼料中の米の割合(DM%)	0.0	50.8
米によるTDN代替率(%)	0.0	48.3
濃厚飼料中の国産飼料割合(%)	5.2	56.7
濃厚飼料の単価(円/kg・DM) ^{注3)}	64.5	53.8

^{注1)} 圧ペン大麦、ふすま、大豆粕。

^{注2)} 日本標準飼料成分表(2009年版)による設計値。

^{注3)} 当所の購入価格を基に積算。

※ 国産飼料。

トウモロコシ主体の配合飼料と乾燥稲わらを分離給与する「対照区」および飼料用米の混合割合を乾物中 50%とした配合飼料と乾燥稲わらを分離給与する「飼料用米区」の 2 試験区を設定し、それぞれ 6 頭ずつ供試した。給与飼料の配合内容等については表4-54のとおりである。

この結果、飼料用米を濃厚飼料乾物中 50%と多給しても、乾物摂取量や日増体量(DG)は、対照区と比較して差はなく(表4-55)、枝肉成績についても、対照区と比べ遜色ない良好な成績が得られ

表4-55 肥育後期に飼料用米を給与した牛の
乾物摂取量、体重、日増体量

項目	試験区分	
	対照区 (n=6)	飼料用米区 (n=6)
乾物摂取量(kg/日)		
合計	7.42±1.07	8.06±0.64
濃厚飼料	7.07±0.80	7.44±0.50
粗飼料	0.35±0.27	0.62±0.18
体重(kg)		
20カ月齢	611±51	605±46
26カ月齢	740±49	727±62
日増体量(kg/日)	0.64±0.14	0.65±0.12

表4-56 肥育後期へ飼料用米を給与した
牛の枝肉成績

項目	試験区分	
	対照区 (n=6)	飼料用米区 (n=6)
枝肉重量(kg)	468.7±36.7	464.6±42.1
ロース芯面積(cm ²)	58.0±4.4	52.7±7.5
ばら厚(cm)	7.7±0.7	8.0±0.5
皮下脂肪厚(cm)	2.6±0.7	2.4±0.5
歩留基準値	73.9±0.7	73.7±0.8
脂肪交雑(BMS No.)	6.0±1.4	5.7±1.6
肉色(BCS No.)	3.7±0.5	4.0
締り・きめ等級	4.0±0.6	4.0±0.6
脂肪色(BFS No.)	3.0	3.0
	A5	1
等級(頭)	A4	3
	A3	2



対照区
(A-5-8)

飼料用米区
(A-5-8)

写真4-12 肥育後期へ飼料用米を給与した牛の枝肉写真

た(表4-56、写真4-12)。また、肥育後期に飼料用米を給与した今回の試験の結果では、筋間脂肪の脂肪酸組成に有意差は認められなかった(表4-57)。飼料用米給与により第一胃内容液のpHは大きく変化しなかったが、26ヵ月齢(出荷時)における血中ビタミンA濃度が飼料用米区において、有意に($p < 0.05$)低くなった(表4-58)。

表4-57 肥育後期牛に飼料用米を給与した牛の筋間脂肪の脂肪酸組成(%)

項目	試験区分	
	対照区 (n=6)	飼料用米区 (n=6)
ミリスチン酸(14:0)	2.7±0.4	2.4±0.3
ミリストレイン酸(14:1)	1.8±0.3	1.6±0.3
パルミテン酸(16:0)	24.3±1.0	24.2±2.1
パルミトレイン酸(16:1)	7.8±0.8	7.0±0.9
ステアリン酸(18:0)	8.6±0.9	8.7±2.3
オレイン酸(18:1)	51.8±2.3	53.1±3.3
リノール酸(18:2)	2.4±0.5	2.4±0.3
リノレン酸(18:3)	0.5±0.1	0.5±0.1
飽和脂肪酸(SFA)	35.6±1.7	35.3±4.4
一価不飽和脂肪酸(MUFA)	61.5±1.9	61.8±4.2
多価不飽和脂肪酸(PUFA)	2.9±0.6	2.9±0.4

本試験の結果から、飼料用米を配合飼料中に50%混合することによりTDN給与量の48%を代替でき、配合飼料価格の積算については、水田活用の所得補償交付金(8万円/10a)の利用が前提となるが、1kgあたり10円程度低くなると試算できた(表4-54)。

表4-58 肥育後期牛に飼料用米を給与した牛の第一胃内容液pHおよび血液性状

項目	試験区分	
	対照区 (n=6)	飼料用米区 (n=6)
第一胃内容液pH ^{注1)}		
開始時	7.23±0.29	7.30±0.39
23ヵ月齢	6.70±0.44	6.98±0.38
26ヵ月齢	7.00±0.23 b	7.15±0.54 a
血液性状(出荷時) ^{注2)}		
AST(U/L)	47.2±9.7	52.0±5.4
BUN(mg/dL)	11.6±2.1	11.9±3.4
Ca(mg/dL)	8.6±1.3	8.4±0.4
P(mg/dL)	5.9±1.2	5.6±0.9
T-CHO(mg/dL)	127.3±42.0	131.7±29.6
ビタミンA(IU/dL)	85.6±18.1 a	39.5±42.6 b
ビタミンE(mg/dL)	280.9±92.6	292.9±73.9

注1) 午前中の飼料給与前に経口採取

注2) AST:アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ、BUN:尿素態窒素、Ca:カルシウム、P:無機リン、T-CHO:総コレステロール

ウ 肥育後期における TMR による給与事例（九沖農研）

九州地域では TMR センターが増えてきており、自給飼料や食品製造副産物を活用した TMR が製造されている。肥育牛用飼料としては、自給飼料では飼料用米やイネ WCS など、食品製造副産物では豆腐粕、ビール粕、醤油粕、焼酎粕など、個々の給与実績はあるが、これらを組み合わせた発酵 TMR の給与事例は少ない。そこで、飼料用米玄米と食品製造副産物で発酵 TMR を調製し、肥育牛への給与試験を行った。

（試験 1）発酵 TMR の給与が肥育末期に仕上がるきめ・締まりなど肉質に及ぼす影響を検討するため、鹿児島県南さつま市の農業生産法人錦江ファーム金峰農場の黒毛和種去勢牛 12 頭（23 ヶ月齢、平均体重 770kg）を用いて肥育試験を行った。給与飼料は対照区では配合飼料と稲わら、試験区では発酵 TMR、配合飼料、稲わらを用いた。発酵 TMR の原料割合は乾物ベースで玄米（無処理）30%、カンショ焼酎粕濃縮液 30%、ふすま 26%、乾燥豆腐粕 11.5%、ミネラル類 2.5% に設定した。各飼料原料は TMR ミキサーにて混合後、フレコンバック内のポリエチレン袋に 1 袋につき約 300 kg を投入し、脱気後に密封状態にして保存した。



写真4-13 TMR 調製風景(左)および混合直後の TMR

この飼料を仕上げ肥育期 5 ヶ月間給与し、発酵 TMR で慣行飼料の 6 割程度代替したところ、飼料摂

表 4-59 飼料摂取量および増体

	試験1		試験2	
	対照区	試験区	対照区	試験区
頭数	6	6	5	6
乾物摂取量 (kg/頭・日)				
配合飼料	8.0	3.3	8.1	2.8
稲わら	0.9	0.9	1.2	0.4
TMR	-	5.1	-	4.8
合計	8.8	9.2	9.2	8.0
TDN 摂取量 (kg/頭・日)	7.0	7.3	7.2	6.4
CP 摂取量 (kg/頭・日)	1.1	1.4	1.2	1.1
NDF [†] 摂取量 (kg/頭・日)	2.4	2.2	2.7a	1.8b
ADF ^{††} 摂取量 (kg/頭・日)	1.1	1.1	1.1a	0.8b
でんぷん摂取量 (kg/頭・日)	3.9	3.1	3.0a	2.2b
開始時体重 (kg)	759	773	587	607
終了前体重 (kg)	819	818	832	833
日増体量 (kg/日)	0.48	0.36	0.69	0.63

† : aNDFom, †† : ADFom, a, b : $P < 0.05$

取量、日増体量、枝肉成績、胸最長筋の粗脂肪含量と脂肪酸組成に有意差はなく、格付は対照区で A5 が 1 頭、A4 が 3 頭、A2 が 1 頭、B5 が 1 頭、試験区で A5 が 1 頭、A4 が 5 頭であり、特に枝肉のきめ・締まりなど肉質に問題は認められず、良好な枝肉成績が得られることが分かった。

（試験 2）発酵 TMR の給与が肥育中後期の飼養成績と肉質に及ぼす影響を調べるため、鹿児島県霧島市の農業生産法人錦江ファーム溝辺農場の黒毛和種

表4-60 枝肉成績

	試験1		試験2	
	対照区	試験区	対照区	試験区
と畜月齢	28.0	28.5	29.8	29.9
枝肉重量 (kg)	511	520	516	529
胸最長筋面積 (cm ²)	64	65	60	61
ばらの厚さ (cm)	7.7	8.0	8.0	7.6
皮下脂肪の厚さ (cm)	3.2	2.5	2.3	2.4
歩留基準値	73.5	74.4	74.0	73.6
BMS No.	5.7	6.2	6.2	6.0
BCS No.	4.0	3.8	4.2	3.8
光沢	3.0	3.0	3.0	3.0
締まり	4.2	4.2	4.0	4.0
きめ	4.0	4.3	3.8	4.0
BFS No.	4.2	4.2	4.0	4.0
光沢と質	5.0	5.0	4.8	5.0

表4-61 脂肪酸組成およびα-トコフェロール含量

	試験1		試験2	
	対照区	試験区	対照区	試験区
粗脂肪 (%)	41	41	44	40
脂肪酸組成				
C16:0	24.2	24.6	24.6	25.4
C18:0	11.6	13.2	11.1a	13.1b
C18:1-n9	46.6	46.2	49.2	47.5
C18:1-n7	3.2	3.3	1.6	1.4
C18:2	2.1	2.0	2.2	2.1
C18:3	0.1	0.1	0.1	0.1
α-トコフェロール(mg/100g)	-	-	0.52	0.67

a,b: P < 0.05

との有意差は認められなかった。脂肪酸組成は対照区と比較して試験区でステアリン酸(C18:0)が有意に多かったが、それ以外に有意差は認められなかった。また、カンショ焼酎粕濃縮液はα-トコフェロール含有量が高く、胸最長筋中α-トコフェロール含量を高める傾向にあった。格付は対照区でA5が2頭、A4が1頭、A3が1頭、A2が1頭、試験区でA5が1頭、A4が4頭、B3が1頭であり、飼養成績や肉質に処理間で大きな違いはなかった。

以上の結果から、飼料用玄米を2~3割混合した発酵TMRで慣行飼料の6割程度代替しても肥育牛の飼養成績に問題なく良好な枝肉成績が得られることが示された。

去勢牛 11頭(17ヵ月齢、平均体重 600kg)を用いて肥育試験を行った。給与飼料は対照区では配合飼料と稲わら、試験区では発酵TMR、配合飼料、稲わらを用いた。発酵TMRの原料割合は乾物ベースで飼料用玄米(破碎)23%、カンショ焼酎粕濃縮液25%、フスマ21.5%、乾燥豆腐粕11.0%、稲ワラ14.1%、脂肪酸カルシウム3%、ミネラル類2.4%に設定し、試験1と同様にフレコンバック内で発酵TMRに調製した。なお、この試験では飼料用玄米が十分量確保できなかったため、他の試験よりも玄米の配合割合を減らし、エネルギーを補給するため、脂肪酸カルシウムを添加した。

この飼料を肥育中後期12ヵ月間給与し、発酵TMRで慣行飼料の6割程度代替したところ、NDF(aNDFom)、ADF(ADFom)、デンプン摂取量は試験区が対照区より有意に少なかったが、乾物摂取量、日増体量、枝肉成績、胸最長筋の粗脂肪含量に対照区

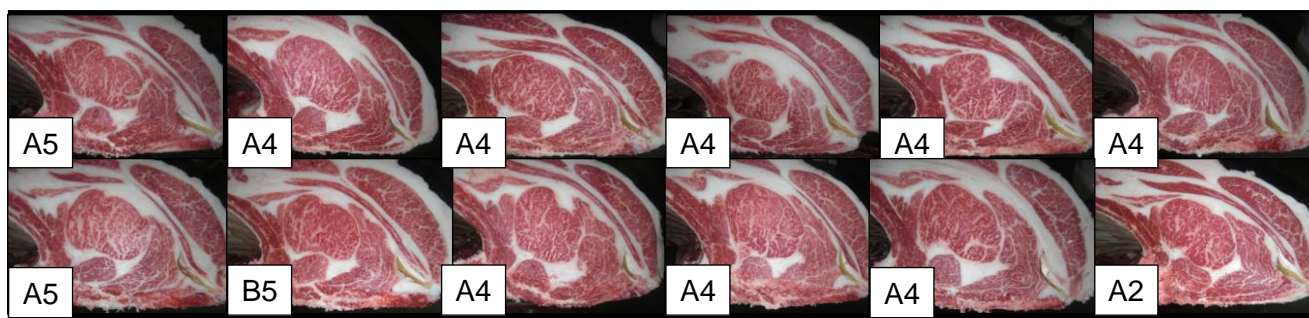


写真4-14 試験1供試牛の第6-7胸椎断面(上段:試験区、下段:対照区)

(4) 稲こうじ病罹病粃の給与による牛および鶏への影響

①稲こうじ病とは

稲こうじ病は、バツカクキン科に属する *Villosiclava virens* (不完全世代 *Ustilaginoidea virens*) が粃に濃緑色～黒色の菌塊を形成する疾病で、罹病粃(菌核)にはウスチロキシン類(A～E)(図4-19にもっとも多量に含まれるウスチロキシン A の構造を示す。Koiso ら 1994)、ウスチラジノイジン(Koyama ら 1988)の少なくとも 2 種のカビ毒(マイコトキシン)が含まれることが報告されている。

病粃は粃すりなどの調製段階で排除されるので、カビ毒を含む菌核が食用に供されることはない。しかし、WCS として利用される牛や、粃米として利用する鶏では、家畜が菌核を摂取してしまう。そのため、稲こうじ病の発症を抑制することが重要であり、玄米に調製することにより混入を抑制することも可能である。一方で、稲こうじ罹病粃を牛および鶏に給与した場合の影響について知ることが重要である。

②牛への罹病粃給与試験

罹病粃には、ウスチロキシンおよびウスチラジノイジンの少なくとも 2 種のカビ毒が含まれていることが明らかになっているが、さらに未知のカビ毒が存在することも否定できない。また、罹病粃中のカビ毒濃度は病害の進行度等により一定ではないことが予想される。したがって、単純に罹病粃の混入量(罹病粃の割合、粃の重量等)を調査しても、罹病粃に含まれるカビ毒の総量を正確に見積もることはできない。そこで、既知のカビ毒で標準物質が入手可能なウスチロキシン A をカビ毒全体のマーカーとして利用するため、WCS 中のウスチロキシン A 分析法を開発した(後述)。この方法により、稲こうじ病に重度に罹病した飼料用イネ(1 穂あたり平均 2 個の罹病粃)から調製した WCS 中のウスチロキシン A 濃度は、最大 30 mg/kg 程度であることが明らかになった(表4-53、Miyazaki ら 2009)。そこで、稲 WCS 中のウスチロキシン A 濃度として 30 mg/kg(ppm)あるいは 60 mg/kg に相当する罹病粃を飼料に混合して育成牛(森本ら 2010)あるいは泌乳牛に給与し、増体、泌乳量、血液検査所見、第一胃機能等への影響を観察した。その結果、稲こうじ病に重度の罹病した飼料用イネから調製した WCS を牛に給与しても、生産性にはほとんど影響がないことが明らかになった。

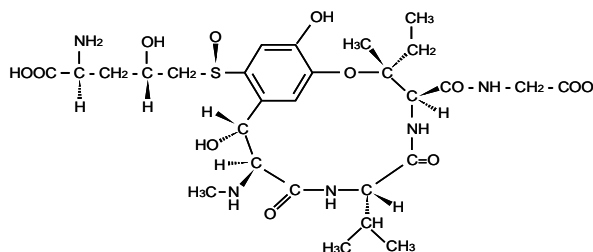


図4-19 ウスチロキシン A の構造

表4-53 稲こうじ病罹病イネから調製した WCS 中ウスチロキシン A 濃度

試料番号	病害発生状況	ウスチロキシンA濃度 (mg/kg)
1	重度	7.7
2	重度	14
3	重度	26
4	軽度	< 2.5
5	軽度	< 2.5
6	軽度	< 2.5
7	軽度	< 2.5

③罹病籾の牛への給与可能量の見積もり

②の給与試験から、イネ WCS 中濃度として 30 mg/kg のウスチロキシシン A に相当する罹病籾を給与しても牛の生産性に悪影響がないことが明らかになった。育成牛には粗飼料乾物割合が 64%となるようイネ WCS を給与した。したがって、ウスチロキシシン A の総飼料中濃度はおよそ 19 mg/kg となる。泌乳牛での試験では、乾物換算で 24.1%のイネ WCS を給与しているので、総飼料中のウスチロキシシン A 濃度は、およそ 7 mg/kg となる。

以上のことから、稲こうじ病に罹病した飼料用イネから調製した籾米を牛に給与する場合も、総飼料中のウスチロキシシン A 濃度として育成牛で 19 mg/kg、泌乳牛で 7 mg/kg 以下の罹病籾量であれば、問題ないと考えられる。

④鶏への罹病籾給与試験

試験開始時点で 268 日齢の臨床的に異常を認めない採卵鶏（ボリスブラウン）に稲こうじ病罹病籾を含む飼料を 20 日間給与した。試験飼料は、稲こうじ病罹病籾を含む穂の全ての籾を粉碎し、市販成鶏飼育用配合飼料（CP \geq 17.0%、ME \geq 2850 kcal/kg；JA 東日本くみあい飼料）に現物重量 10%混合飼料となるように調製した。飼料摂取量、増体重、飼料要求率、卵重、産卵率等を調査するとともに、血液検査および病理検査を実施した。その結果、稲こうじ罹病籾給与によって白血球数の減少とヘマトクリット値が低下する傾向が見られたが、飼料摂取量、体重、産卵率等の生産性には影響が見られなかった。

⑤罹病籾の鶏への給与可能量の見積もり

鶏への給与試験では試験飼料中のウスチロキシシン量を定量していないが、今回の試験では罹病穂のみを用いていること、配合割合も 10%と高かった。稲こうじ病に高度に罹病しても、すべての穂に罹病籾が発生することはないと考えられるので、実際の飼料米使用条件で鶏が摂取する罹病籾由来カビ毒量が今回の試験より多くなることはないと推察される。

以上のことから、産卵鶏へ稲こうじ病罹病籾米が混入した籾米を給与する場合でも、その混合割合が 10%以下であれば鶏の生産性には影響がないと判断できる。

⑥ウスチロキシシン A 測定法

②で述べたように、罹病籾に含まれるカビ毒総量のマーカーとして利用するため、イネ WCS 中のウスチロキシシン A 分析法を開発した(Miyazaki ら、2009)。この分析法は、試料からの水抽出物を固相抽出により精製し、高速液体クロマトグラフィーで定量する比較的簡便な方法である。この分析法はイネ WCS 中のウスチロキシシン A を分析するための方法であるが、籾米等の分析にも応用可能と考えられる。

⑦ウスチロキシシンの安定性

飼料用イネ 1 株の草体重量、イネ 1 株あたりの穂数、罹病籾 1 粒の重量、および我々が調査した罹

病糶中のウスチロキシシン A 濃度(およそ 400~1200 mg/kg)から、重度に罹病(1穂あたり2粒の罹病糶)したサイレージ原料イネのウスチロキシシン A 濃度を見積もったところ、表4-34に示したイネ WCS 中ウスチロキシシン A 濃度の実測値(およそ 8~30 mg/kg)とほぼ同程度であり、サイレージ調製後のウスチロキシシン A 濃度の減少は認められなかった。また、ウスチロキシシン A は 50℃、30 分の加熱では分解されず、100℃、1 時間でおよそ 90%、100℃、3 時間では 80%に減少した。以上のことから、罹病糶に含まれるカビ毒の一つであるウスチロキシシンは、乳酸発酵や糶の乾燥工程ではほとんど減少しないと考えられる。

(参考)

- 1) Koiso ら(1994) Ustiloxins, antimetabolic cyclic peptides from false smut balls on rice panicles caused by *Ustilagoidea virens*. J. Antibio.47:765-773.
- 2) Koyama ら (1988) Further Characterization of Seven Bis(naphtho- γ -pyrone) Congeners of Ustilaginoidins, Coloring Matters of *Claviceps virens* (*Ustilagoidea virens*). Chem. Pharmaceut. Bull. 36(1):146-152.
- 3) Miyazaki ら(2009) High-performance liquid chromatographic determination of ustiloxin A in forage rice silage. J. Vet. Med. Sci. 71(2): 239-241.
- 4) 森本ら(2010) 稲こうじ病罹病糶の給与が乳用種育成雌牛の成育に及ぼす影響. 関西畜報. 166:19-25.

5 豚への飼料用米給与

肥育後期豚用の飼料に、トウモロコシの代替として粉砕した飼料用玄米を 15%配合し、出荷までの 60 日間給与した場合、慣行飼料と発育を比較しても遜色ない。また、トウモロコシおよびマイロを粉砕玄米で 50%代替した実証試験においても、肥育後期豚の増体量、飼料摂取量、飼料要求率は、慣行飼料を給与したものと遜色なく、飼料用米給与により良好な成績が得られている。飼料用粳米の消化性は、ハンマーミルで粉砕後 1mm のメッシュを通した場合と、破砕ロール間隔を 1.2mm にセットした飼料用米破砕機で粉砕した場合は、後者の消化性が劣ることが明らかになっている。一方、飼料用粳米が肥育豚の発育に及ぼす影響については、破砕ロール間隔を 0.2mm にセットした飼料用米破砕機で粉砕した飼料用粳米の給与試験で検討され、30%の配合割合であれば肥育豚の日増体量、出荷日齢に大きな影響を及ぼさないことが明らかになっている。肥育豚に飼料用米を給与する配合割合の上限値にかかわる 2012 年度までの試験結果をまとめると、肥育前後期を通じて玄米を給与する場合は 50%、肥育後期のみで給与する場合は 75%、肥育後期のみで粳米を給与する場合は 30%、エクストルーダ処理した粳米を肥育後期豚に給与する場合は 50%となる。飼料用玄米の配合割合 15%、出荷前 60 日給与の条件では、枝肉成績は慣行飼料給与と遜色なく良好で、皮下脂肪内層の脂肪酸組成はオレイン酸割合が高く、リノール酸割合が低くなる。トウモロコシおよびマイロを、粉砕した飼料用玄米で 50%代替しても、オレイン酸割合が高く、リノール酸割合が低くなる。離乳子豚へ飼料用玄米を配合した飼料を給与すると、消化酵素の活性を高くし、ふん便の性状を改善することで、日増体量が高くなった。このように、飼料用玄米は離乳子豚にとって優れた飼料原料になり得ることが示されている。全国各地で生産された飼料用米の栄養価の分析により、多様な品種、栽培方法が採用されている飼料用米の栄養価は一定ではなく、豚に給与する際にはその栄養価を把握してから給与することが望ましい。消化性についても、ふくひびきとモミロマンでは、アミノ酸の消化率が異なることが明らかになっている。さらに、養豚用飼料として重要な必須アミノ酸リジンの飼料用米中の含量を、近赤外分析法により高い精度で推定可能である。

(1) 肥育豚への飼料用米給与

①飼料の配合および発育について

ア 実証試験における成績

飼料用玄米を 15%配合した実証試験を行った農場では、去勢雄と雌が別々の豚房で飼育されており、去勢雄用と雌用、2種類の肥育後期用飼料を用意している。これらを慣行飼料として使用した。慣行飼料に配合されている穀類の割合は、去勢雄用が 85%、雌用が 79%である。穀類のうちトウモロコシを飼料用米で代替し、飼料用米の配合割合は 15%にした。なお、粒度 2mm程度となるように飼料用米を粉砕して使用した。その飼料の成分分析値を表5-1に示した。飼料用米を配合することにより、粗タンパク質含量が高くなった。飼料用米は、品種や窒素施肥量などの栽培条件によって窒素含量が変動すると予想される。したがって、使用した飼料用米の粗タンパク質含量がトウモロコシよりも高かった可能性がある。

また、飼料用米を配合することで、オレイン酸の割合が高く、リノール酸の割合が低くなった。これは、トウモロコシと飼料用米の脂肪酸組成の違いを反映したものであり、枝肉脂肪の脂肪酸組成に影響を及ぼす一因になっている。上に示した飼料を出荷までの 60 日間、体重 60kg の肥育豚に給与したときの発育を表 5-2 に示した。飼料用米を給与した豚の発育は、慣行飼料で肥育したものと遜色はなく、2006 年度、2007 年度いずれも良好である。枝肉重量、枝肉歩留、背脂肪厚のいずれにも、飼料用米配合の影響は認められなかった(表 5-3)。以上の結果から、この条件で飼料用米を給与しても枝肉成績を低下させないと判断できる。トウモロコシの代替で飼料用米を 30% 配合した飼料を、出荷までの 45 日間給与した試験でも、同様の結果が確認されている。

表 5-1 肥育後期豚用飼料にトウモロコシの代替で飼料用米玄米を 15% 配合したときの原物中の成分分析値

	慣行飼料		飼料用玄米配合飼料	
	去勢雄用	雌用	去勢雄用	雌用
一般成分(%)				
乾物	89.5	89.4	89.8	89.6
粗タンパク質	12.4	12.7	14.6	15.0
粗脂肪	2.1	2.9	2.9	2.9
粗灰分	3.3	3.4	4.8	4.5
総エネルギー(kcal/kg)	3870	3917	3933	3913
脂肪酸組成(%)				
オレイン酸	28.2	29.0	30.5	30.3
リノール酸	50.7	51.4	49.5	49.8

(畜産草地研究所、(株)フリーデン)

表 5-2 飼料用玄米を 15% 配合した飼料を給与した肥育豚の 1 日あたりの増体量(g/d)

	慣行飼料		飼料用玄米配合飼料	
	去勢雄用	雌用	去勢雄用	雌用
2006 年度成績	994	945	993	933
2007 年度成績	1154	1024	1153	1064

2006 年度試験は合計 1159 頭、2007 年度は合計 60 頭供試。

(畜産草地研究所、(株)フリーデン)

表 5-3 飼料用玄米を 15% 配合した飼料を出荷までの 60 日間給与した肥育豚の枝肉成績

	慣行飼料		飼料用玄米配合飼料	
	去勢雄	雌	去勢雄	雌
枝肉重量(kg)	82.9	81.2	80.0	80.4
枝肉歩留まり(%)	67.0	67.9	65.8	66.5
皮下脂肪厚(cm)	2.8	2.8	3.0	2.5

1159 頭供試した 2006 年度の成績。

(畜産草地研究所、(株)フリーデン)

表5-4からわかるように、飼料用玄米の配合割合を50%まで高くすると、慣行飼料よりもオレイン酸は約4.5ポイント高く、リノール酸は逆に8.0ポイント低くなった。表5-1の15%配合と比較すると、その差は大きく、飼料用米の脂肪酸組成をより反映したものになっている。この飼料を、肥育後期豚(体重70~115kg)に給与したときの飼養成績と枝肉のデータが表5-5である。日増体量、飼料摂取量、飼料要求率、枝肉重量には、慣行飼料給与と飼料用米配合飼料給与の間に差はなく、いずれも良好である。飼料用米配合飼料給与で背脂肪は薄くなった。上物率は飼料用米配合飼料のほうが高くなっている。

以上のように、トウモロコシやマイロとの代替として、粉碎した飼料用玄米を15、30、50%の割合で配合した飼料を肥育豚に給与しても、慣行飼料を給与した場合と発育成績は遜色がないことが、実証試験で明らかとなっている。

表5-4 肥育後期豚用飼料にトウモロコシ・マイロの代替で飼料用玄米を50%配合したときの成分分析値

	飼料用玄米	慣行飼料	飼料用玄米配合飼料
一般成分(%)			
乾物	85.0	87.7	86.3
粗タンパク質	7.3	12.8	13.5
粗脂肪	2.2	2.5	2.0
粗繊維	0.7	2.0	2.0
粗灰分	1.3	3.7	3.2
脂肪酸組成(%)			
オレイン酸	38.4	29.6	34.0
リノール酸	38.3	51.6	43.6

(全国 JA 飼料用米利活用協議会)

表5-5 表5-4に示した飼料を給与した肥育豚の飼養成績ならびに枝肉成績

	慣行飼料(n=28)	飼料用玄米配合飼料(n=28)
日増体量(g/d)	912	903
飼料摂取量(kg/d)	2.82	2.81
飼料要求率	3.08	3.11
枝肉重量(kg)	78.3	78.5
背脂肪厚(cm)	2.05	1.92
上物率(%)	39	57

(全国 JA 飼料用米利活用協議会)

イ 飼料用玄米、飼料用粳米の粉碎粒度と消化性

飼料用米破砕機とハンマーミルを用いて飼料用玄米や飼料用粳米を異なる破砕程度に加工し、実際に豚に給与して消化率を測定した結果を紹介する。

飼料用玄米は、飼料用米破砕機(デリカ社、3-(1)項参照)によりロール間隙を0.7mmと1.2mmの2通りで破砕したものと、ハンマーミルで粉碎後1mmメッシュのふるいを通したものと、3通りの加工形態とした。飼料用粳米は、飼料用米破砕機によりロール間隙1.2mmで破砕したものとハンマーミルで粉碎後

1mm メッシュのふるいを通したものと無処理の3通りとした。ハンマーミルで粉砕した飼料用玄米は大半の粒子が粒度 1mm 以下であった。ロール間隔 0.7mm では 1~2mm、ロール間隔 1.2mm では 2~3.35mm の粒度割合がそれぞれ多くなった。飼料用粳米では、無処理のものはすべての粒子が粒度 2~3.35mm の範囲であった。試験飼料は、とうもろこし、マイロ、大豆粕を主体とした標準的な肥育豚用飼料に、飼料用玄米と飼料用粳米をそれぞれ外付けて 30%配合した飼料とした。

飼料用玄米の給与では、ハンマーミルで粉砕したものを混合した飼料は、粗タンパク 88.4%、粗脂肪 77.5%、可溶性無窒素物 99.9%、粗繊維 66.0%及び総エネルギーの消化率 96.7%であった。ハンマーミルによる粉砕と飼料用米破砕機によるロール間隔 0.7mm の粉砕との間では、各成分の消化率に差はなかったが、ロール間隔 1.2mm で破砕した飼料用玄米の消化率はハンマーミルによる粉砕やロール間隔 0.7mm と比較して低かった。

飼料用粳米の給与では、ハンマーミルで粉砕したものを混合した飼料の消化率は日本標準飼料成分表の値と大きな差はなく、可消化エネルギー含量及び TDN 含量も大差なかった。一方、無処理の飼料用粳米ではほとんど消化されず、ロール間隔 1.2mm で粉砕した飼料用粳米も、ハンマーミルで粉砕した飼料用粳米に比べて消化率が低かった。

表5-6 粉砕処理方法が飼料用玄米と飼料用粳米の消化率に及ぼす影響

	飼料用玄米			飼料用粳米		
	ハンマーミル	0.7mm	1.2mm	ハンマーミル	1.2mm	無処理
粗タンパク質	88.4 ^a	82.3 ^a	59.7 ^b	65.8 ^x	21.5 ^y	0.0 ^z
粗脂肪	77.5 ^a	47.9 ^{ab}	18.9 ^b	37.6 ^x	0.0 ^{xy}	0.0 ^y
NFE	99.9 ^a	97.7 ^a	83.4 ^b	90.9 ^x	67.6 ^y	18.6 ^z
粗繊維	66	65.9	99.6	0.0	0.0	0.0
エネルギー	96.7 ^a	92.7 ^a	77.5 ^b	73.2 ^x	50.1 ^y	11.1 ^z

NFE:可溶性無窒素物

a,b,c: 玄米の粉砕処理方法による有意差 (P<0.05)

x,y,z: 粳米の粉砕処理方法による有意差 (P<0.05)

(農研機構、岐阜県畜産研究所、日本科学飼料協会)

ウ 肥育豚への飼料用粳米給与

飼料用粳米は飼料用玄米に比べて消化性が低下するものの、保存性に優れ、糲摺りコストを削減できるという長所がある。ここでは、飼料用粳米の給与が肥育後期豚の発育や肉質に及ぼす影響を検討した事例について紹介する。

LWD 三元交雑種(去勢雄)の肥育後期(体重 70-110kg)に、トウモロコシ主体飼料、トウモロコシの代替で飼料用粳米を 30%配合した飼料、同様に飼料用粳米を 40%配合した飼料をそれぞれ給与した。なお、飼料用粳米は、飼料用米品種「ふくひびき」を飼料用米破砕機の破砕ロール間隔 0.2mm で破砕した

ものを用いた。破砕した飼料用粳米の粒径割合は、0.2mm 以下が 58.5%、0.2mm 超が 41.5%であった。

飼養成績を表5-7に示した。飼料用粳米 30%配合飼料を給与した豚の一日増体量は、トウモロコシ主体飼料を給与したものとほぼ同等で、出荷日齢にも差はなかった。一方、飼料用粳米 40%配合飼料を給与したものは、一日増体量が大きく低下し、出荷日齢が長くなった。トウモロコシの代替として飼料用粳米を 30%程度配合しても、豚の生産性を大きく低下させることなく肥育可能であると考えられる。

表5-7 粳米の給与が肥育後期豚の飼養成績に及ぼす影響

	トウモロコシ主体飼料	飼料用粳米 30%配合飼料	飼料用粳米 40%配合飼料
一日増体量(kg/日)	1.13 ^a	1.07 ^b	0.93 ^c
飼料摂取量(kg/日)	3.69 ^{ab}	4.06 ^a	3.68 ^b
飼料要求率	3.47 ^a	4.08 ^b	4.19 ^b
出荷日齢(日)	158.1 ^a	159.1 ^{ab}	163.1 ^b

a,b,c: 異符号間に有意差あり(P<0.05)

(福島県農業総合センター畜産研究所)

ロース肉および皮下脂肪内層の脂肪酸組成の結果を表5-8に示した。ロース肉のオレイン酸およびリノール酸の割合に差はなかった。皮下脂肪内層のオレイン酸割合は、トウモロコシ主体飼料を給与した豚で 43.0%、飼料用粳米 30%配合飼料給与で 43.8%、飼料用粳米 40%配合飼料給与で 44.1%となり、有意差はないものの飼料用粳米の給与により増える傾向があった。

表5-8 粳米の給与が肥育後期豚のロース肉および皮下脂肪内層の脂肪酸組成に及ぼす影響

(%)	トウモロコシ主体飼料	飼料用粳米 30%配合飼料	飼料用粳米 40%配合飼料
ロース肉			
オレイン酸	48.4	48.5	48.2
リノール酸	4.7	4.4	4.5
皮下脂肪内層			
オレイン酸	43.0	43.8	44.1
リノール酸	8.1	8.0	8.4

(福島県農業総合センター畜産研究所)

エ 肥育豚用飼料への飼料用米の配合割合の上限値

2010 年度からはじまった農林水産省委託プロジェクト研究「自給飼料を基盤とした国産畜産物の高付加価値化技術の開発(国産飼料プロ)」では、飼料用米の配合水準の上限値を明らかにすることがもとめられている。専用機種で破砕した玄米を 75%配合した飼料と、粉砕したトウモロコシを 75%配合した飼料を肥育後期豚に給与し、飼養成績を比較した試験では、玄米とトウモロコシのあいだに差はなかった。この結果から、破砕した玄米を 75%配合した飼料を肥育後期豚に給与しても、飼養成績に影響はないと結論した。一方、肥育前期から玄米を 52.5%配合した飼料を給与した試験では、日増体量に差は無か

ったが、トウモロコシと比較して玄米のほうが飼料効率は低かった。よって、肥育前期から玄米を給与する場合は、配合割合を50%程度にとどめるのが望ましい。

粳米については、飼料用米破砕機の破砕ロール間隔0.2mmで破砕した粳米を30%配合した飼料を、肥育後期豚に給与しても飼養成績に大きな影響はないと、(1)①ウで述べた。粳米をエクストルーダ処理し、50%配合して肥育後期豚に給与しても、トウモロコシを75%配合した飼料を給与したときと比較して、飼料成績に影響はなかった。この結果は、粳米を多給するためには、エクストルーダ処理が有効だと示唆している。

肥育豚に飼料用米を給与する配合割合の上限値は、肥育前後期を通じて玄米を給与する場合は50%、肥育後期のみ給与する場合は75%、肥育後期のみ粳米を給与する場合は30%、エクストルーダ処理した粳米を肥育後期豚に給与する場合は50%となる。

オ その他留意点など

品種や窒素施肥量など栽培条件によって、飼料用米の粗タンパク質含量などの栄養価に差異が生じる可能性があるため、栄養価などの特徴を把握してから配合することが望ましい。この点については「(2) 飼料用米の栄養価」で解説する。

飼料用米を配合した飼料の嗜好性に問題は認められない。慣行飼料から飼料用米配合飼料への切り替えは、各農場の慣行法で実施可能である。

②肉質について

ア 実証試験における成績

バラ部位皮下脂肪内層の脂肪酸組成は、慣行飼育と比較してオレイン酸割合が高くなるとともに、リノール酸が低くなった(表5-9)。また、脂肪酸の不飽和度を示すヨウ素価は低くなった(表5-9)。一方、脂肪融点も検討したが、変化はみられなかった(表5-9)。この給与条件で得られる脂肪酸組成の変化は、脂肪融点にまで影響を及ぼすほど大きくないと思われる。また、飼料用玄米の配合割合を10%まで低下させると、肥育前後期を通じて給与しても、皮下脂肪の脂肪酸組成に影響を及ぼさなかった成績が得られているが、一方で、肉質が向上したという例もあり、試験成績や調査法による違いがある。トウモロコシおよびマイロを、粉砕した飼料用玄米で50%代替した実証試験では、背脂肪内層のオレイン酸は慣行飼料の42.8%が飼料用米給与で43.9%と高くなり、リノール酸は10.4%が9.5%と低くなった。

これらの結果から、飼料用玄米給与により生産された豚肉は、不飽和度が低く脂肪を硬くしまりがよくなる方向に脂肪酸組成が変化すると結論できる。

表5-9 飼料用米を15%配合した飼料を出荷前60日間給与した肥育豚枝肉におけるバラ部位皮下脂肪内層の脂肪酸組成、ヨウ素価、および融点

	慣行飼料		飼料用米配合飼料		有意な効果	
	去勢雄(n=10)	雌(n=5)	去勢雄(n=10)	雌(n=5)	飼料	性
脂肪酸組成(%)						
パルミチン酸	27.0	26.2	27.5	27.4	NS	NS
パルミトレイン酸	2.2	2.4	2.2	2.7	NS	**
ステアリン酸	14.6	14.5	15.9	14.2	NS	NS
オレイン酸	42.0	43.8	43.5	43.9	*	*
リノール酸	9.2	9.5	7.6	8.4	**	NS
α -リノレン酸	0.33	0.38	0.29	0.34	**	**
ヨウ素価	58.7	60.6	56.9	59.2	*	*
融点(°C)	39.1	38.4	39.5	38.4	NS	NS

**：当該項目について有意な効果有り(P<0.01)、*：当該項目について有意な効果あり(P<0.05)、NS：当該項目について有意な効果なし。融点はキャピラリー法により測定

(畜産草地研究所、(株)フリーデン)

(2) 離乳子豚への飼料用米給与

離乳子豚は消化管が未成熟で、さらに母豚からの急激な分離、粉末飼料への激変、群換え等、種々のストレス環境下にある。そのため下痢等の疾病に罹りやすきわめて不安定であり、しばしば発育停滞が起きることから産業界で大きな問題となっている。このような時期の子豚に飼料用玄米を給与した時の結果を紹介する。

図5-1に、トウモロコシ 50%の全量を粉砕した飼料用玄米と置換した時の離乳子豚の日増体量(g/日)を示した。第1週目の日増体量では大きな違いは認められないが、第2週目では飼料用米区がトウモロコシ区よりも有意(P<0.05)に高くなった。図5-2に十二指腸、空腸における膜消化酵素活性(マルターゼ)を示した。消化吸收の最後の段階である膜消化においてマルターゼ活性は飼料用米区が高くなっている。これらの結果は、飼料用米を離乳子豚に給与すると飼養成績が改善され、消化吸收機能が高まっていることを示している。

表5-10に離乳子豚の糞性状を示すスコアを示した。明らかに飼料用米区ではトウモロコシ区と比べてスコア値が低い値であった。このことから飼料用玄米給与によって離乳子豚の下痢症状を軽減できることが明らかになり、抗生物質の使用量が低減できる可能性を示した。

図5-3に窒素、乾物の消化率を示した。窒素の消化率は両試験区に違いは認められなかったが、乾物の消化率は飼料用米区がトウモロコシ区に比べて有意(P<0.05)に高くなった。図5-1で飼養成績が改善されている要因の1つは乾物の消化率が改善されていることが考えられる。

一般に離乳子豚用飼料(人工乳)には、高価ではあるが消化性に優れる脱脂粉乳やホエイ等の乳成分を配合している。そこで飼料コスト低下を目的として、飼料中の乳成分含量を市販飼料より低い10%として飼料用米を給与し、3週間の飼養試験を行った。その時の日増体量(g/日)の結果を図5-4に示した。これより、乳成分含量が10%という低い配合の飼料であっても飼料用玄

米給与によって満足できる日増体量を得られることが明らかになった。

以上の結果を総合すると、飼料用玄米を離乳子豚に給与するとトウモロコシとは異なる新たな栄養機能が示されることが明らかとなり、飼料用玄米は離乳子豚に対して優れた飼料原料に成り得ることが示された。

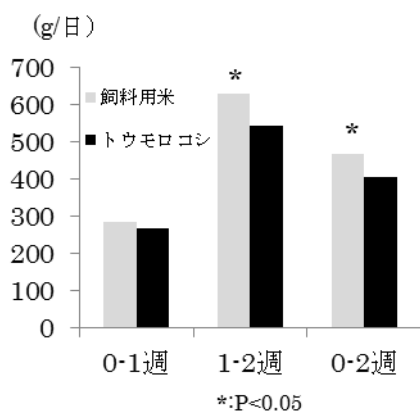


図5-1 離乳子豚への飼料用玄米給与が日増体量に及ぼす影響 (g/d)

(新潟大学)

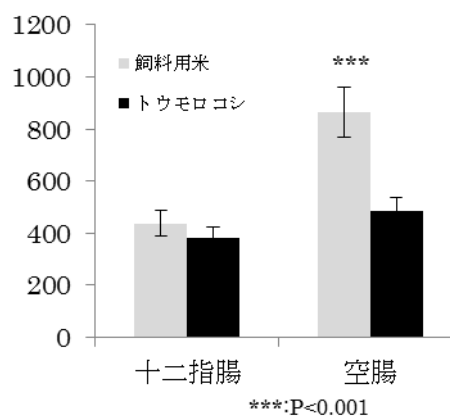


図5-2 離乳子豚への飼料用玄米給与が小腸マルターゼ活性に及ぼす影響 (nmol/mg protein)

(新潟大学)

表5-10 飼料用玄米、蒸煮処理した飼料用玄米、トウモロコシを給与した21日間のふん便の性状別発生割合(%)

		スコア3以上	スコア4
飼料用米	n=20	3.6 ^a	0
蒸煮米	n=20	6.4 ^{ab}	0.2
トウモロコシ	n=20	8.3 ^b	1.4

スコア1: 正常便、スコア2: 軟便
スコア3: 流動便、スコア4: 水様便
a, b: P<0.05

(新潟県農業総合研究所畜産研究センター)

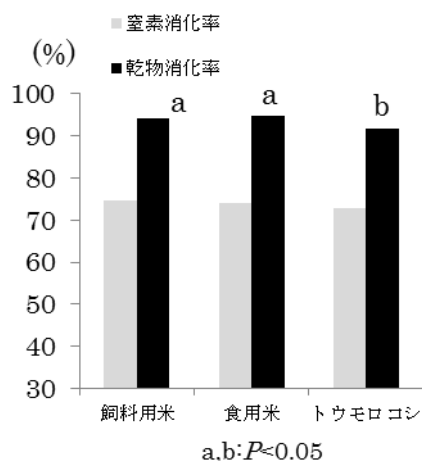


図5-3 飼料用米の給与が離乳子豚の窒素と乾物の消化率に及ぼす影響

(富山県農林水産総合技術センター)

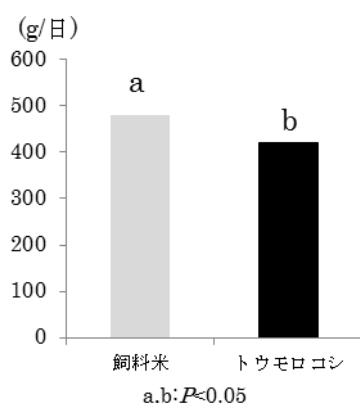


図5-4 乳成分が10%のみ含まれている離乳子豚用飼料に飼料用米を配合した時の日増体量に及ぼす影響

(群馬県畜産試験場)

(3) 飼料用米の栄養価

① 飼料用米の栄養価の変動

飼料用米は品種や施肥の条件によって栄養価が変動すると予想され、それを支持するデータも研究機関で生産された飼料用米から得られている。しかし、生産現場で栽培した飼料用米の栄養価については、データが十分蓄積されていない。飼料資源を効率的に利用するためには、栄養価を把握することが重要なので、生産現場で栽培した飼料用米の栄養価を調査し、その変動を明らかにしなければならない。そこで、平成20および21年度に生産現場で栽培された合計43サンプルの飼料用米の一般成分、アミノ酸、総リン、カルシウムの含量を測定した(表5-11、12)。

玄米の粗タンパク質濃度の最小値と最大値の差は4.6%だった。この差は、飼料用玄米を15%配合した場合、飼料の粗タンパク質含量に0.7%の差をもたらす。30%配合であれば、1.4%の差となる。肥育後期豚用の飼料で、この程度の粗タンパク質含量の差は、大きな問題にならないかもしれない。しかし、飼料用米のコストが低くなり、配合割合を高くできる条件が整った場合、飼料の粗タンパク質含量の差はもっと大きくなる。(2)で述べたように、離乳子豚用の飼料に飼料用玄米を配合する場合は、粗タンパク質含量の影響は大きくなる。飼料用米の栄養価を把握できる体制を整えるか、栄養価が齊一となるように栽培技術を整える必要がある。

また、飼料用米の保存条件が品質劣化に及ぼす影響を明らかにするために、飼料用米を気温28℃湿度80%あるいは気温4℃で4週間保存したときの脂肪酸度の変化を測定した(図5-5a)。その結果、気温28℃湿度80%では玄米の脂肪酸度が高くなることが明らかとなった。一方、粳米を気温28℃湿度80%で8週間保存しても脂肪酸度の変化は小さかった。さらに、4℃で保存しても玄米の脂肪酸度の方が高い値で推移した(図5-5b)。

これらの結果から、「多様な品種、栽培方法が採用されている全国各地で生産された飼料用米の栄養

価は一定ではないので、豚に給与する際にはその栄養価を把握してから給与することが望ましいこと」、
 「高温多湿条件下で飼料用米を保存すると品質劣化を招くので、保管するには低温庫等を用意する
 か、低温庫等が無ければ粳米で保存することが品質維持につながる」と示された。しかし、図5-5で
 示した程度の脂肪酸度の上昇が飼養成績に影響するかどうかは、今後検討する必要がある。また、一般
 に流通している飼料の品質との比較についても、今後の課題である。

表5-11 平成20、21年度に生産された玄米の栄養価(n=26)

	総エネルギー (cal/g)	粗タンパク質 (%)	リジン (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)	総リン (%)	カルシウム (%)
最小値	3849	6.1	0.20	1.8	1.1	0.25	0.007
最大値	4000	10.7	0.32	2.8	1.7	0.36	0.020
平均値	3903	7.1	0.24	2.1	1.2	0.28	0.010
標準偏差	33	0.9	0.03	0.2	0.1	0.02	0.003
変動係数	1	12.8	11.2	10.2	11.6	7.7	28.6

(畜産草地研究所)

表5-12 平成20、21年度に生産された粳米の栄養価(n=17)

	総エネルギー (cal/g)	粗タンパク質 (%)	リジン (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)	総リン (%)	カルシウム (%)
最小値	3815	5.7	0.17	1.2	3.0	0.20	0.013
最大値	3950	8.2	0.31	2.2	5.1	0.27	0.035
平均値	3889	6.2	0.23	1.8	4.0	0.24	0.025
標準偏差	44	0.8	0.04	0.3	0.6	0.02	0.007
変動係数	1.1	12.7	15.6	15.4	15.5	7.5	26.6

(畜産草地研究所)

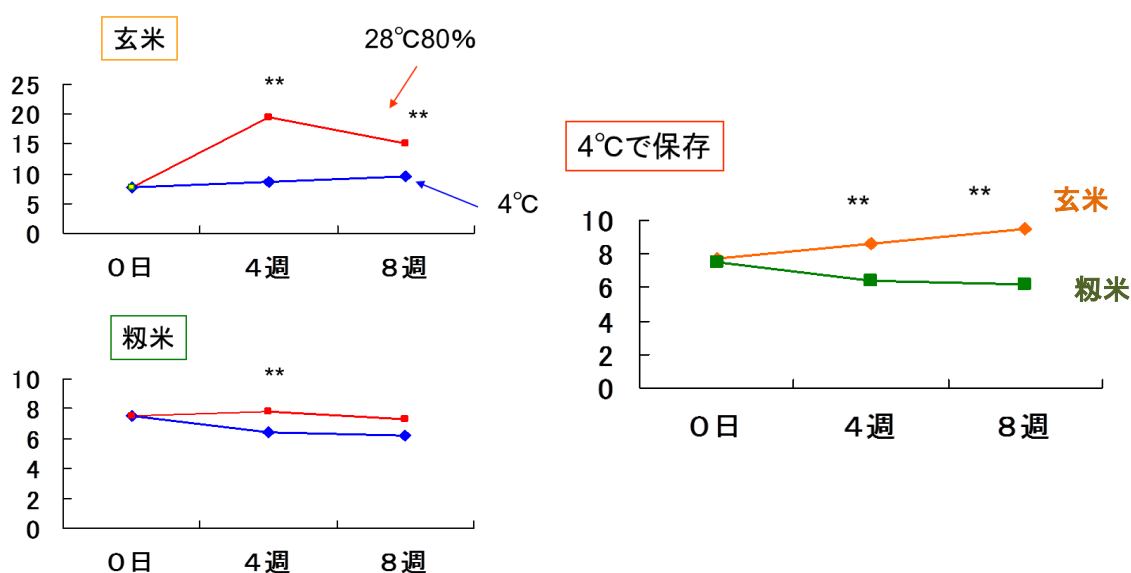


図5-5 飼料用玄米と飼料用粳米を、28°C80%あるいは4°Cで保存した時の脂肪酸度の変化 (mgKOH/100g)。飼料用米の品種は「ふくひびき」。**; P<0.01 (畜産草地研究所)

② 飼料用米品種「ふくひびき」および「モミロマン」玄米のアミノ酸の消化性

穀物は養豚用の配合飼料の主体をなし、飼料全体におけるタンパク質としては穀物由来がかなりの部分を占めるため、その消化性は重要な意味を持っている。飼料用米を養豚用飼料へ利用するにあたり、粗タンパク質およびアミノ酸の真の消化率を評価する上で重要な小腸末端の消化率はデータが少ない。そこで東北地方で広く利用されている飼料用米品種「ふくひびき」および北陸・関東地域から近畿・中国・四国地域向け品種であり利用が広がっている「モミロマン」の玄米のアミノ酸および粗タンパク質の真の消化率を求め、可消化含量を算出した。

表5-13からわかるように、ふくひびきはトウモロコシとアミノ酸の真の消化率に有意な差はなかった。一方、モミロマンはイソロイシン、ロイシン、フェニルアラニン、バリンで真の消化率がトウモロコシよりも低かった(表5-14)。

表5-13 肥育前期豚におけるふくひびきのアミノ酸および粗タンパク質含量、消化率および可消化含

n=5	含量(%)		真の消化率(%)		可消化含量(%)	
	トウモロコシ	ふくひびき	トウモロコシ	ふくひびき	トウモロコシ	ふくひびき
アミノ酸						
アルギニン	0.37	0.54	99.1	96.0	0.37	0.52
ヒスチジン	0.18	0.14	89.7	87.8	0.16	0.12
イソロイシン	0.20	0.21	89.0	90.0	0.17	0.19
ロイシン	0.77	0.47	92.4	89.1	0.71	0.42
リジン	0.23	0.24	87.7	84.1	0.20	0.20
フェニルアラニン	0.32	0.30	92.3	89.0	0.29	0.26
トレオニン	0.23	0.20	85.1	84.4	0.20	0.17
バリン	0.28	0.31	88.1	88.5	0.25	0.28
粗タンパク質	7.43	6.61	90.6	93.2	6.73	6.16

(畜産草地研究所)

表5-14 肥育前期豚におけるモミロマンのアミノ酸および粗タンパク質含量、消化率および可消化含

n=5	含量(%)		真の消化率(%)		可消化含量(%)	
	トウモロコシ	モミロマン	トウモロコシ	モミロマン	トウモロコシ	モミロマン
アミノ酸						
アルギニン	0.28	0.52	82.2	78.9	0.23	0.41
ヒスチジン	0.20	0.20	82.7	80.0	0.16	0.16
イソロイシン	0.18	0.19	83.1	71.5*	0.15	0.14
ロイシン	0.77	0.46	91.0	81.4*	0.70	0.38
リジン	0.17	0.25	74.5	71.2	0.13	0.18
フェニルアラニン	0.31	0.30	90.5	78.3*	0.28	0.24
トレオニン	0.23	0.21	80.3	70.8	0.18	0.15
バリン	0.26	0.28	83.7	72.4*	0.21	0.20
粗タンパク質	7.52	6.16	71.2	72.9	5.35	4.49

*:当該項目について有意な差あり(P<0.05)。

(畜産草地研究所)

③ 近赤外分析法による飼料用米中の必須アミノ酸リジン含量の定量

飼料用米を養豚用飼料として活用するためには、必須アミノ酸含量(とくに第一制限アミノ酸となるリジン含量)は不可欠な情報である。しかし、必須アミノ酸の定量には、多くの前処理や専用の分析器など高度な手法が必要であり、飼料用米の利用拡大のためには、必須アミノ酸の簡便かつ迅速な分析法が望まれている。そこで飼料用米のリジン含量について、近赤外分光法による定量を試みた。

全国の各地域で収穫された飼料用米 112 点(検量線用 73 点, 検定用 39 点)を供した。飼料用米のリジン含量は、試料を塩酸で加水分解した後、全自動アミノ酸分析計により定量した。近赤外スペクトルは 400 ~2500nm の範囲を測定し、検量線は PLS 法により作成した。検量線の推定精度は検定用試料の化学分析値と近赤外推定値との相関係数(r)、標準誤差(SEP)、RPD 値(SD/SEP)から判定した。

全自動アミノ酸分析計で定量したリジン含量は 0.20-0.37%の範囲にあった。近赤外分析による推定精度は、それぞれ $r=0.917$ 、 $SEP=0.014$ 、RPD 値=2.6 であった(図5-6)。以上のように、飼料用米のリジン含量は近赤外分析法により高い精度で推定できる。

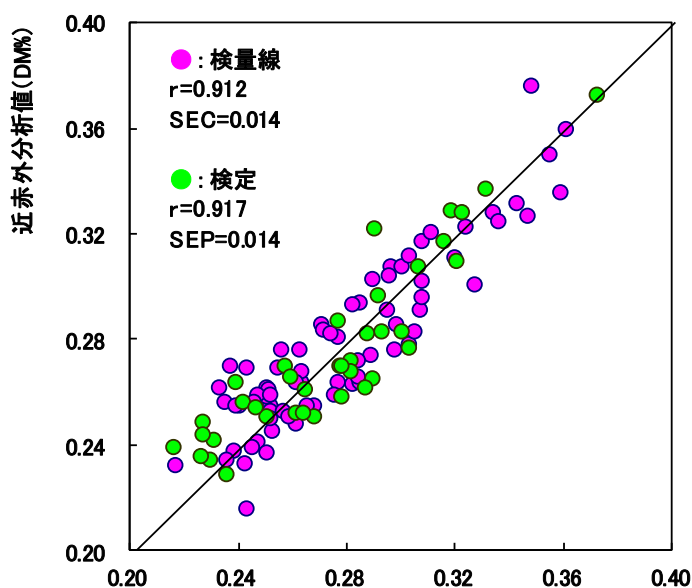


図5-6 飼料用米中リジンの検量線の精度と検定結果
(畜産草地研究所)

6 鶏への飼料用米給与

(1) 鶏における栄養価

鶏における玄米の栄養価は、トウモロコシとほぼ同様である。鶏は粳米も有効に利用できるが、粗タンパク質含量、代謝エネルギー含量とも玄米より劣るとともに消化率についても粗タンパク質、粗脂肪および可溶無窒素物とも劣る。

(2) 採卵鶏への飼料用米給与

栄養素の調整を行えば、産卵成績に影響を与えることなく、玄米および粳米で飼料中のトウモロコシを代替することは可能であるが、粳米を用いる場合には飼料中脂肪の配合割合に留意する必要がある。玄米および粳米の代替率が高くなるとともに卵黄色が薄くなる。

(3) 肉用鶏への飼料用米給与

採卵鶏同様、肉用鶏においても栄養素の調整を行えば、玄米および粳米で飼料中のトウモロコシを代替することは可能であるが、粳米を用いる場合には飼料中脂肪の配合割合に留意する必要がある。飼料用米による完全代替飼料の給与は鶏肉の色を薄くし、歯ごたえをもたせ、味にコクを出すなど肉質を特徴づける可能性がある。

(1) 鶏における栄養価

家禽も牛および豚などと同様に、米を飼料として利用することができる。鶏における玄米および粳米の栄養価を表6-1に示す。玄米の代謝エネルギー価はトウモロコシとほぼ同等で、消化率もおおむね高い。一方、粳米の栄養価は玄米と比較して低いが、全粒(未粉碎)のまま給与した場合、他の家畜で見られるような粳米がそのまま(中の米が不消化のまま)排泄される割合は低いとされる。しかしながら、不稔粳の割合が高い粳米の使用は、栄養素の不足を招くので留意が必要である。Sittiya ら(2011)が、2008年に新たに登録された飼料用イネ品種である「モミロマン」の粳米の見かけの代謝エネルギー価を、卵用鶏雄大雛を用いて測定したところ、2.79kcal/gであった。

表6-1 鶏におけるトウモロコシ、玄米および粳米の栄養価(原物当たり)

	粗蛋白質 (%)	代謝エネルギー (kcal/g)	消化率 (%)		
			粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物
トウモロコシ	7.6	3.28	85	94	89
玄米	7.5	3.28	89	83	94
粳米	6.5	2.66	71	50	91

(日本標準飼料成分表, 2009)

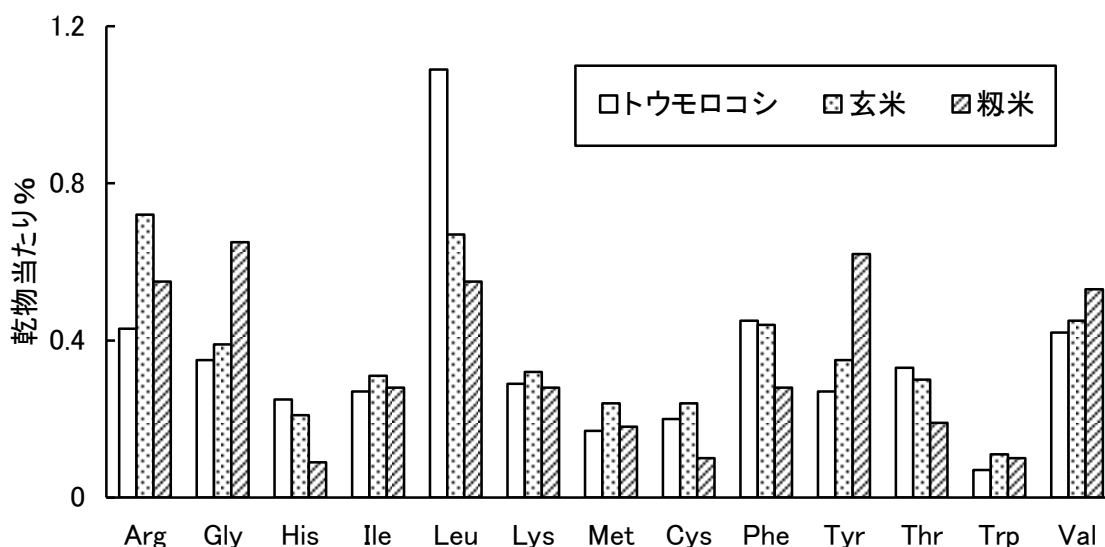


図6-1 トウモロコシ、玄米および粳米のアミノ酸含量(日本標準飼料成分表, 2009)

玄米および粳米のアミノ酸含量をトウモロコシと比較してみると、一部含量が高いものおよび低いものが見られるが、ほぼトウモロコシと同様のアミノ酸組成を示す(図6-1)。これらのアミノ酸有効率は、玄米でおおむね 80%以上と高いが、粳米ではそれよりも数ポイント低い有効率*となっている(図6-2)。玄米および粳米をトウモロコシの代替原料として配合する場合、制限アミノ酸となりやすい含硫アミノ酸(メチオニン+シスチン)、リジンおよびトレオニン含量が養分要求量を大きく下回ることには無いと考えられるが、念のため計算上でも要求量を充足しているかどうか確認し、必要であれば栄養素の過不足を調整しておくことが望ましい。

※アミノ酸有効率…摂取したアミノ酸に対する蛋白質合成に利用されるアミノ酸の割合、あるいは消化吸収され代謝利用されるアミノ酸の割合。消化率と同じ意味で使用されることもあるが、測定方法が異なる。

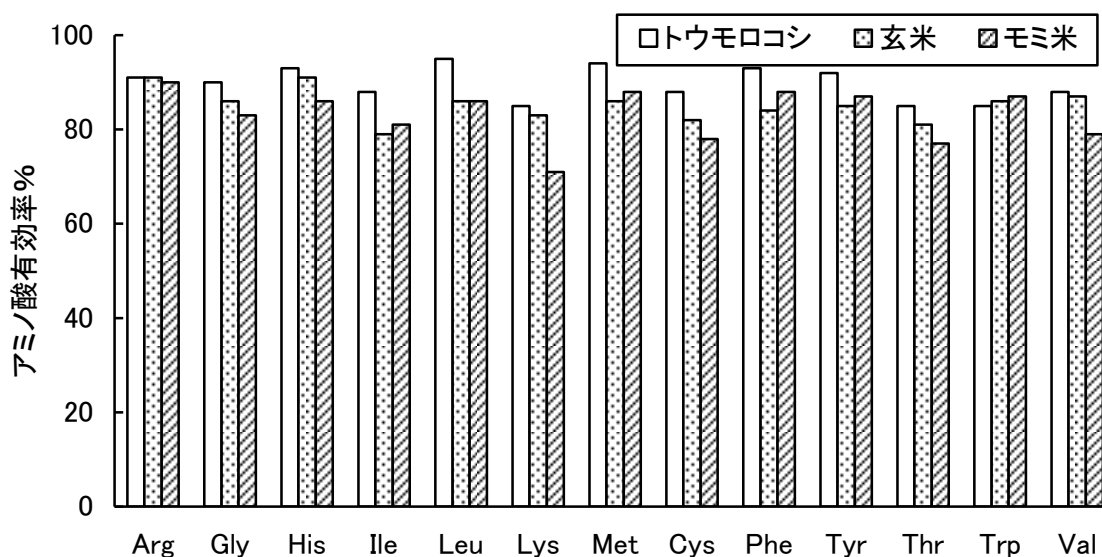


図6-2 トウモロコシ、玄米および粳米のアミノ酸有効率(日本標準飼料成分表, 2009)

鶏は歯がないものの食物を磨り潰すといった物理的な消化を筋胃で行うため、米粒のような比較的小さな粒子であっても確実に物理的な破砕を行い消化酵素による反応を十分に進めると考えられる。そのため、全粒(未粉砕)のままに粃米を給与しても他の家畜で見られるような粃米がそのまま(粃殻内のデンプン質が不消化のまま)排泄される割合は低いとされる。したがって、玄米でも粃米でも、鶏に全粒あるいは粉砕のいずれの形で給与しても、同等の栄養価を得られると考えられる。土黒と武政(1981)は全粒あるいは粉砕した粃米の代謝エネルギー価が同等であることを確認した。

また、彼らは育成後期のブロイラーにおいて全粒穀類の嗜好性が優れていることを明らかにした。一方、山長と古瀬(2012)の卵用鶏雄ヒナを用いて飼料用玄米の嗜好性を調査した研究では、全粒と粉砕した玄米の摂取量に差はみられず、飼料用米の嗜好性を高めるためには市販飼料への配合や米に対する早期馴化(早めの馴らし給与)が有効であることが示された。

(2) 採卵鶏への飼料用米給与

①鶏卵生産(食用米の利用成績)

1970年代～80年代にかけての既往の育成鶏および産卵鶏への粃米給与試験の結果によると、粃米(3mm粉砕)をトウモロコシやマイロなどの主要飼料原料の代替物として利用できることが報告されている。相馬ら(1983)は、6～20週齢の育成期の鶏において、対照飼料中に30%配合されているマイロを粃米で代替し、粃米配合による若干の栄養素の過不足を補えば、飼養成績に影響は認められないことを報告している(表6-2)。産卵鶏においても、飼料中のトウモロコシを粃米により代替し、栄養素の調整を行えば、産卵成績に影響は認められないとしている(表6-3)。しかしながら、卵黄色は粃米配合率の上昇とともに薄くなる。

表6-2 粃米の配合が育成期の採卵鶏の飼養成績に及ぼす影響

	増体量 (kg/14週間)	飼料摂取量 (kg/14週間)	飼料要求率
対照区(粃米 0%)	1.06	7.50	7.07
試験区(粃米 30%)	1.07	7.32	6.84

(相馬ら, 1983)

表6-3 粳米の配合が産卵成績に及ぼす影響

粳米配合率(%)	0	35.0	50.0	61.5(全量)
産卵率(%)	83.8	81.6	83.5	84.1
卵重(g)	64.0	63.6	64.3	63.3
飼料摂取量(g/日)	124	122	123	122
飼料要求率	2.32	2.37	2.29	2.30
卵黄色*	9.2	7.2	5.3	3.5

*ロッシュカラーファンの値

(日本科学飼料協会, 1979)

これまで述べてきた粳米は粉碎したものを給与した結果であったが、粉碎しない丸粒の状態の粳米についても検討されている(相馬ら 1986)。それによると、対照飼料中に 30%配合されているマイロを全粒の粳米で代替し、栄養成分の過不足を調整した飼料を給与したところ、対照飼料区と同等の産卵成績が得られることを示している。また、合田ら(2007)はトウモロコシの代わりにくず米を 66%用いた飼料としながら微量成分を調整して育成した結果、飼料摂取量が若干増加するものの産卵率が上昇することを報告している。また、卵殻強度についても大きな差はないものの増加したことを報告している。このことから、食用米においては、粳米あるいはくず米でも十分利用が可能であることが明らかとなっている。

表6-4 飼料用米の利用が産卵成績に及ぼす影響

飼料用米配合率(%)	0	66.0
産卵率(%)	76.5	79.8
卵重(g)	64.0	63.6
飼料摂取量(g/日)	121	129
飼料要求率	2.29	2.32
卵殻強度(kg/cm)	3.16	3.27

(合田ら, 2007)

②鶏卵生産（飼料用米の利用成績）

1970年代が食用品種の利用に関する試験であったのに対し、近年は多収品種を利用した試験が行われてきており、その結果、養鶏用飼料中のトウモロコシの代替あるいは配合飼料の一部置き換えで利用できることが明らかとなっている。多収品種は食用米に比較して大粒のものが多く、鶏は筋胃により粳米を粉碎し吸収利用できるため、粳すりなどの手間を考慮した場合には粳米のまま利用の方が好ましい。しかし、粳米については玄米と比較して農薬の残留の危険性があるので、一部の農薬以外は出穂以降に農薬の散布がされていないことを確認し給与する(8-(2)項参照)。

鶏卵生産への影響は、表6-1に示したとおり飼料用米は玄米の場合はトウモロコシとほとんど同様の栄養価を有するため置き換えは容易であるが、粳米の場合には粗タンパク質や代謝エネルギーが低

く、消化率も劣るので利用にあたっては成分の調整が必要になる。

表6-5 玄米または粳米の産卵成績・卵殻強度に及ぼす影響

飼料用米配合率(%)	なし	玄米 30%	粳米 30%
産卵率(%)	93.1	93.3	93.0
卵重(g)	62.4	62.8	62.2
飼料摂取量(g/日)	117 a	115 a	112 b
飼料要求率	2.03	2.00	1.95
卵殻強度(kg/cm)	4.11	3.94	4.03
※異符号間に有意差あり ($p < 0.05$)			(脇ら, 2011)

脇ら(2011)はトウモロコシの代替として多収品種の玄米または粳米を 30%配合して成分調整を行った結果、産卵成績には問題がなく、むしろ粳米を利用することで飼料摂取量が減少し、飼料要求率の改善傾向が見られたことを報告している。さらに、高取・脇本(2011)は配合飼料中のトウモロコシ(一般的には60%程度)をすべて粳米に代替して採卵鶏に給与した結果、産卵率、卵重には影響がないことを報告している。しかし一方で粳米の粗タンパク質含量がトウモロコシと比較してわずかに低くなり、このため飼料摂取量が増加するとも述べている。飼料用米の栄養水準は産地や銘柄によって異なることがすでに明らかとなっていることから、実際の配合にあたっては、粳米の栄養成分を把握し、日齢や生産量、鶏卵規格に見合った栄養水準に調整することが好ましい。以上のことから、近年のトウモロコシ価格が不安定な状況を考慮すれば、国内で生産されている飼料用米の価格は比較的変動が少ないと考えられることから、飼料要求率の低下を飼料単価でカバーすることも可能であり、生産現場でのトウモロコシの代替としての飼料用米の利用は十分可能であるといえる。

表6-6 配合飼料中トウモロコシの50%あるいは100%を
粳米に代替した場合の産卵成績・卵殻強度に及ぼす影響

トウモロコシの代替率	0%	50%(粳米)	100%(粳米)
産卵率(%)	95.4	93.5	93.6
卵重(g)	60.7	61.6	61.0
飼料摂取量(g/日)	107	116	114
飼料要求率	1.77	1.88	1.86
卵殻強度(kg/cm)	3.43	3.91	3.31
※各処理間に有意差なし			(高取・脇本, 2011)

一方、飼料用米の簡便な利用方法として、配合飼料を飼料用米で置き換えることも検討されている。

飼料用米は配合飼料に比較して粗タンパク質含量が低いいためそのまま置き換えるだけであると産卵率の低下や卵重の抑制を引き起こす。そのため不足する栄養成分の調整が必要であるが、飼料原料単体の置き換えをしないので、農場でバルク車を用いた配合も可能である。ただし、粳米は品種によって粒度が異なり、粒の大きいものはバルクタンクの上部に残ることも想定されるので注意が必要である。

飼料用米は、トウモロコシと異なった成分であることから、我が国においては、今後飼料用米の有する栄養成分を生かした特徴ある鶏卵の生産が期待される。

③卵黄色や脂肪酸組成への影響

飼料用米給与が鶏卵の品質に及ぼす影響については、図6-3に示したように卵黄色が薄くなる現象が認められている。西藤(2008)は玄米を飼料中のトウモロコシの代替として0~60%配合した飼料を調製し、その給与が卵黄色に及ぼす影響を検討している。それによると、卵黄色は玄米の配合率が高くなるとともに薄くなり、玄米の配合率が10%高くなるにつれてカラーチャートの値が0.2~0.6ずつ低くなった。

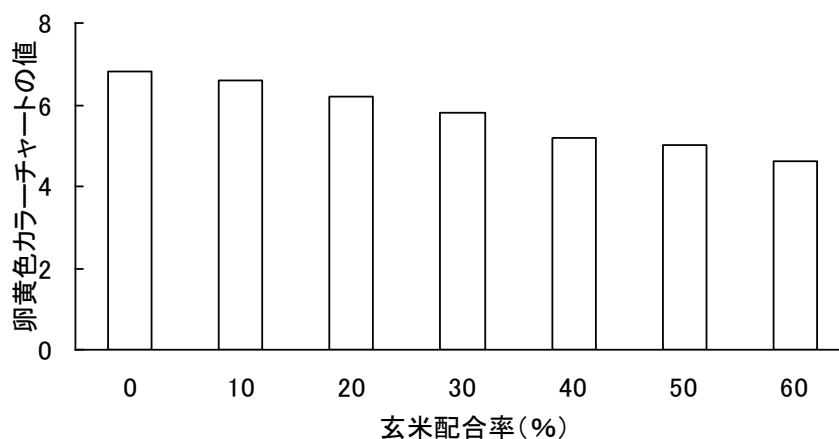


図6-3 飼料中への玄米配合率が卵黄色に及ぼす影響

上記試験の中で、飼料用米給与が卵黄中の脂肪酸組成に及ぼす影響についても検討している。玄米の配合率を高めると、飽和脂肪酸であるパルミチン酸、一価の不飽和脂肪酸であるオレイン酸含量が増加し、二価の不飽和脂肪酸であるリノール酸(n-6系)含量が、直線的に減少することを報告している。また、後藤ら(2009)も同様の報告をしている。これは、リノール酸を多く含むトウモロコシの配合割合が低下したことを反映するものである。一方、脂肪酸バランスを見た場合、ドコサヘキサエン酸系のn-3系含量が変化しないことから、n-6:n-3比が低下(日本人の適正摂取値(5以下))し、健康に配慮した鶏卵の生産が可能となる。さらに、オレイン酸は風味に大きな影響を及ぼすとされており、トウモロコシ主体の一般的な飼料による鶏卵との差別化ができ、特徴のある鶏卵供給を可能にするものと考えられる。

(3) 肉用鶏への飼料用米給与

① 給与法

飼料用米のうち玄米や粉碎粳米の給与が肉用鶏の生産性に及ぼす影響について検討した例は幾つかある。たとえば、玄米(González-Alvarado *et al.* 2007)や粉碎粳米(日本科学飼料協会 1979)の初生雛への給与試験結果が報告されている。いずれの試験においても、玄米および粉碎粳米で飼料中トウモロコシを完全代替した飼料を 21 日齢まで給与しても、飼養成績に影響しないことを報告している(表6-7)。しかし、粳すりや粉碎などの手間を省いた“全粒粳米”を主体として用いた試験報告例は少ない。

表6-7 飼料中粉碎粳米の配合割合がブロイラーの飼養成績等に及ぼす影響
(0-21 日齢)

粳米配合率(%)	0	35.0	50.0	60.5
増体量(kg)	2.00	2.19	2.23	2.20
飼料摂取量(kg)	4.89	5.14	5.15	5.04
飼料要求率	2.45	2.36	2.31	2.29
育成率(%)	96.5	95.5	89.5	92.8
脚の色	5.08	3.38	1.48	-

脚の色はロッシュカラーファンの値 (日本科学飼料協会 1979)

以下に“飼料用の全粒粳米”をトウモロコシの代替に用いた給与試験結果を、前期、後期、全期間ごとに紹介する。

Nanto ら(2012)は、肉用鶏に对照飼料(大豆粕-トウモロコシ主体飼料)ならびにこの飼料中のトウモロコシ 41.6%のほぼ全量を飼料用米(玄米、粉碎粳米、全粒粳米)で代替した 3 試験飼料を、初生から 28 日齢まで給与した。なお、飼料中の CP は大豆粕の配合割合を加減して 20%に、また ME はトウモロコシ、玄米、粉碎粳米、全粒粳米主体飼料に大豆油を 6、5.6、10.7、10.7%配合して 3100kcal/kg となるよう調整した。給与の結果、増体重ならびに飼料摂取量は、玄米区で对照区と比べやや増加したが、粉碎および全粒粳米区ではともに著しく低下した(図6-4)。この低下は飼料摂取量(エネルギー量)の低下に伴うもので、粳米飼料中に多く含む植物油脂の影響が考えられた。そこで、全粒粳米飼料における油脂含量を对照飼料と同じ配合割合の 6%とし、ME が 2800kcal/kg の試験飼料を給与した。その結果、粳米給与による著しい成長の低下は認められず、飼育成績は、对照区と同等であった(図6-5)。以上のことから、肉用鶏前期飼料のトウモロコシの全量を粳米で代替する場合には飼料中の油脂配合割合に留意する必要性が示された。

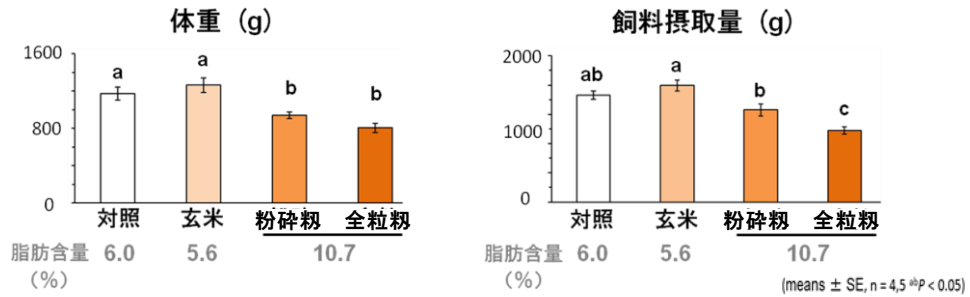


図 6-4 全粒籾米含有飼料 (ME 3100kcal/kg、大豆油 10.7%) 給与が飼養成績に及ぼす影響 (Nanto *et al.*, 2012)

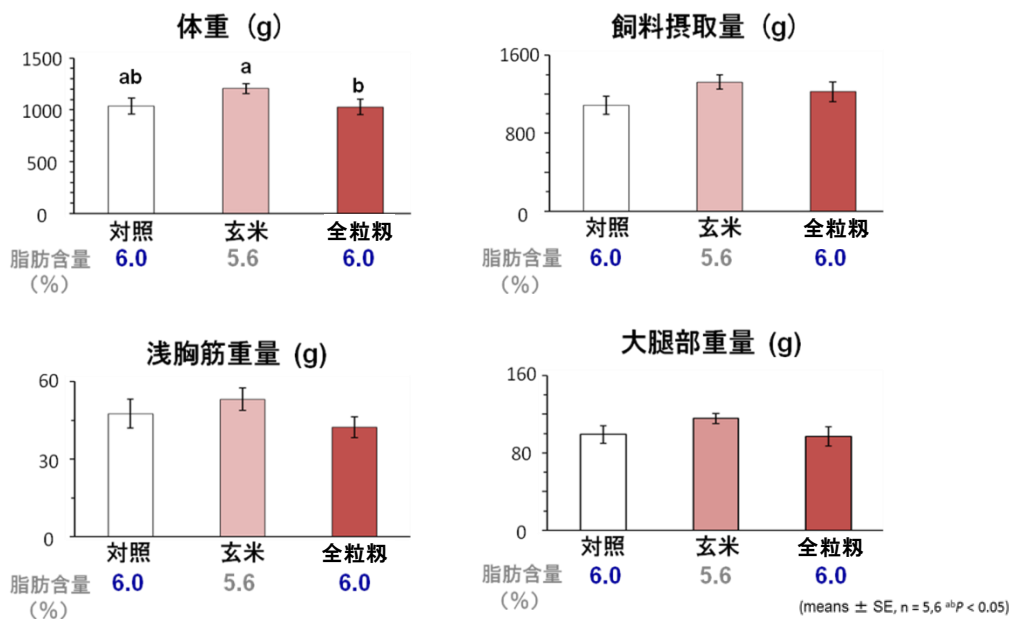


図 6-5 全粒籾米含有飼料 (大豆油 6%、ME 2800kcal/kg) 給与が飼養成績に及ぼす影響 (Nanto *et al.*, 2012)

これに関連して、伊藤ら(2012)は、高油脂含有粳米飼料給与時の成長低下について詳細に調査している(図6-6)。玄米を主要穀物とし、大豆油を 6%もしくは 10%配合した飼料ならびに全粒籾米を主要穀物とし、大豆油、コーン油、レンダリング油(飼料用動物性油脂)を各々10%配合した飼料を肉用鶏に初生から 4 週間給与したところ、玄米を主要穀物とした飼料を給与した場合には、大豆油 6%とくらべ大豆油 10%配合時では飼料摂取量ならびに増体量はわずかに低下したものの、飼料効率には違いは認められなかった。一方、全粒籾米を主要穀物とした場合、大豆油もしくはコーン油 10%配合飼料給与により、著しい増体量および飼料効率の低下が確認された。なお、レンダリング油 10%飼料給与時では玄米大豆油 6%と同等の成長を示した。成長低下が認められた粳米大豆油もしくはコーン油 10%配合給与では、肝臓中の過酸化脂質含量(マロンジアルデヒド換算)ならびに飼料中油脂の過酸化物価の増加が認められた。このことから、全粒籾米飼料へ植物油脂を 10%添加した場合の著しい

成長低下の原因の1つとして体内および飼料中油脂の過酸化が関係している可能性が考えられる。

なお、肥育後期においても全粒粳米を肉用鶏に給与すると生産性が若干低下するとの報告がある(土黒・武政 1981)。すなわち、対照飼料(大豆粕-マイロ主体飼料)ならびにこの中のマイロ 63%の全量を飼料用全粒粳米で代替した試験飼料を、6週齢から2週間給与している。なお、飼料中のCPは現在の推奨値より高く20%に、またMEは低く2900kcal/kgに設定し、対照飼料と試験飼料に油脂を1.5と5%配合している。ここでの生産性の違いが前述の結果と同様に、飼料中油脂の過酸化によるものか否かは明らかとなっていない。

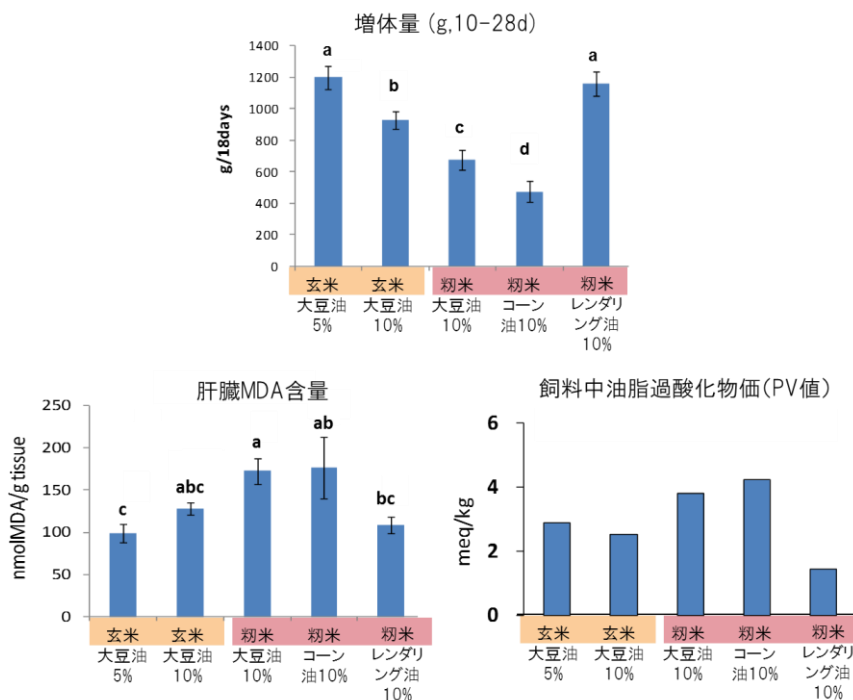


図6-6 高油脂含有粳米飼料給与に伴う増体量、肝臓 MDA 含量および飼料中油脂の過酸化物価(伊藤ら、2012)

また、赤木ら(2011)は、肥育全期間における、飼料用米代替飼料の給与が肉用鶏の生産性に及ぼす影響を検討している。飼料中トウモロコシの半量もしくは全量を全粒玄米および粳米で代替した飼料を5日齢から前期飼料ならびに後期飼料を雄では49日齢、雌では56日齢まで給与した。その結果、全粒玄米の全量代替区では対照区(トウモロコシ主体)との間で飼養成績に差は認められず、飼料用玄米が飼料用トウモロコシの全量代替物として十分利用できることが示された(図6-7)。一方、全粒粳米の半量代替区では良好な成長が観察されたものの、全量代替区では成長低下が認められ、全粒粳米による全量代替飼料を実用化するには、粳米の配合割合ならびに給与方法などに工

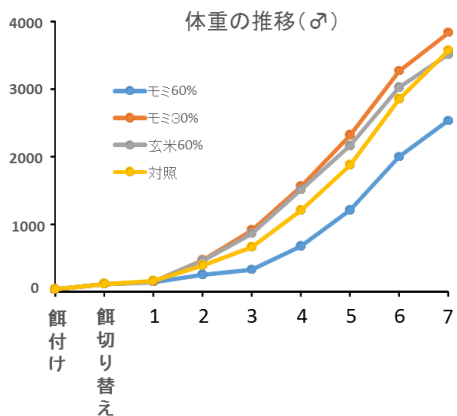


図6-7 肥育全期間における飼料用粳米の配合割合が成長に及ぼす影響(赤木ら、2011)

夫が必要である。そこで、全粒粳米全量代替飼料給与時における成長低下の改善に向け、また餌付け時からの粳米飼料給与を試みた(赤木ら 2012)。肥育前期(0~21 日齢)には半量代替飼料を、また肥育後期(22~48 もしくは 56 日齢)には全量代替飼料を給与した結果、対照飼料(トウモロコシ主体飼料)と比べても成長の低下は認められなかった(図6-8)。なお、餌付けから試験終了時まで全量代替飼料を給与した場合にはここでも成長の低下が認められている。

さらに、赤木ら(2013)は、肥育全期間における全粒粳米全量代替飼料給与のための最善策を検討

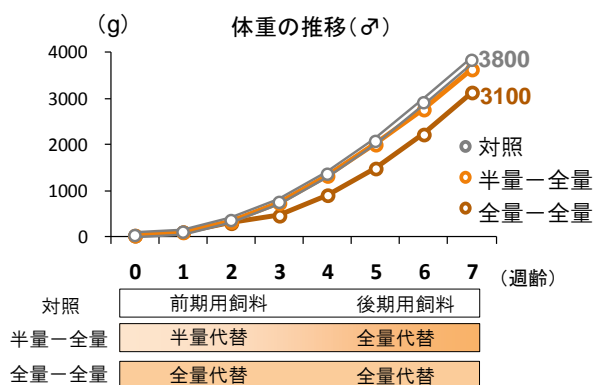


図6-8 肥育全期間における飼料用粳米半量および全量代替飼料給与が成長に及ぼす影響(赤木ら、2012)

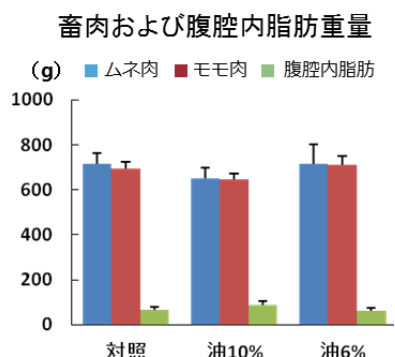


図6-9 肥育全期間における粳米全量代替飼料の油脂含量が畜産物成績に及ぼす影響(赤木ら、2013)

トウモロコシを玄米で全量代替あるいは粳米で半量代替可能であり、後期飼料では、玄米および粳米とも全量代替可能であると判断できた。

②生産物への影響

桑原ら(2011、2012)は、飼料用米給与が鶏肉の品質等に及ぼす影響について調査している。飼料用米(玄米および全粒粳米)を66%配合した飼料を、21日齢の肉用鶏に長期間(3週間)もしくは短期間(10日間)給与した。ムネ肉の色調のうち黄色度の指標 b*値は、長期および短期給与いずれにおい

するため、飼育初期における飼料用粳の形状を工夫して飼料への油脂添加割合についても検討している。飼料中トウモロコシ全量を粳米で代替し、飼料中油脂含量を10%(MEが日本飼養標準を充足している)もしくは6%(MEが日本飼養標準を下回るが対照飼料と等しい油脂含量)とした飼料を、0~9日齢では粉碎粳の形状、その後は全粒粳の形状で肉用鶏へ給与した。その

結果、対照飼料(トウモロコシ主体)給与と比較して成長に有意な差は認められておらず、飼料中油脂含量10%の場合には正肉割合が低下し腹腔内脂肪含量が増加する一方、油脂含量を6%とした場合には正肉割合の低下も腹腔内脂肪増加も認められず良好な成績が認められている(図6-9)。

したがって、肉用鶏における粳米全量代替飼料給与は、飼料中油脂含量水準ならびに餌付け期間における粳の給与形態を考慮することで、肥育全期間を通して有効であることが明らかとなった。

以上の結果から、ブロイラー前期飼料では、ト

でも低下したが、長期給与の方が明確であったことを示している(図6-10)。さらに、ムネ肉の剪断応力(かたさの指標)は、短期給与では差が認められなかったが、長期給与では増加し食感が増すことを示した。また、筋肉中の遊離アミノ酸のうち、長期給与において、呈味を有する Lys、Arg、Val、Ile は増加し、コクが付与される可能性がある。一方、短期給与ではごく限定的なアミノ酸のみ差が認められ、主呈味成分の Glu に変化はない(図6-11)。

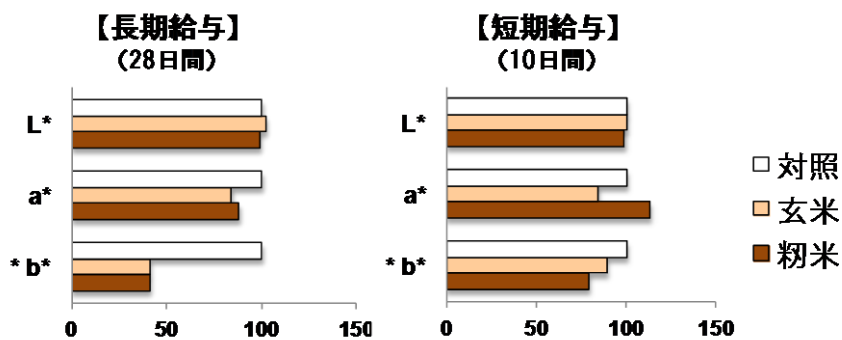


図6-10 飼料用米給与がムネ肉の色調へ及ぼす影響(桑原ら 2011、2012)

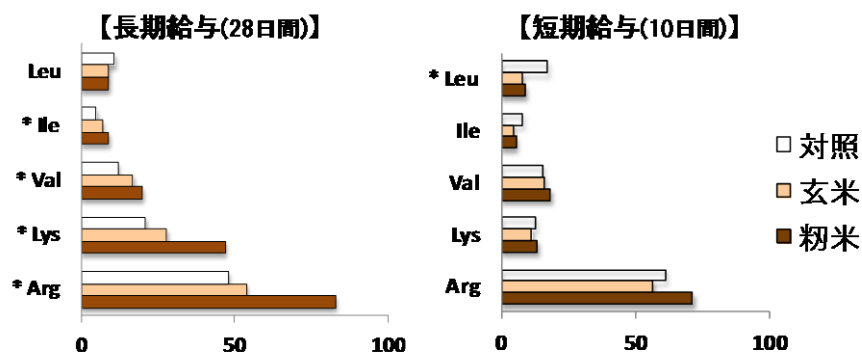


図6-11 飼料用米給与が筋肉中遊離アミノ酸含量へ及ぼす影響(桑原ら 2011、2012)

分析型官能評価により、長期給与では、玄米給与でコクの有意な増加ならびに物性の付与が、粳米給与ではコクおよび酸味の増加が示された。短期給与では、玄米給与で酸味の有意な増加、粳米給与でコクおよび酸味の増加傾向が示された(表6-5)。ここで示す酸味は、非常に弱いものであり、すっきり感やさっぱりした印象を与えるものであった。物性の官能評価において長期の玄米給与でかたさが、短期の粳米給与でジューシーさの付与が示された。

表6-5 分析型官能評価による飼料用米の長期および短期給与肉(4℃、48時間熟成)の呈味評価(対照区をコントロールとした時の玄米および粳米給与肉の評価)

	長期給与		短期給与	
	玄米	粳米	玄米	粳米
2点識別法による呈味の差	あり	あり	あり	あり
	100%	100%	100%	100%
プロファイル法呈味の特徴	味強い 後味が強い 香りが強い	コク強い うま味あり すっきりさっぱり	酸味が強い 後味ない・消える すっきりさっぱり	酸味が強い マイルド すっきり

また、食肉は熟成に伴い肉質が変化し、独特の食味を形成する。そのため、飼料用米給与時鶏肉における保存および熟成による肉質への影響を明らかにすることは非常に重要である。藤村ら(2013)は、飼料用米(玄米および全粒粳米)を66%配合した飼料を21日齢の肉用鶏へ長期間(3週間)もしくは短期間(10日間)給与時の鶏肉の熟成に伴う肉質の変化を詳細に解析している。4℃で0、24、96、114時間熟成を行った結果、長期給与の場合、各熟成時間における呈味性遊離アミノ酸総量および苦味系アミノ酸量(コクを付与)は玄米給与ではトウモロコシ給与より高い値を示し、粳米給与では熟成114時間でトウモロコシ給与と同等であることを示している(図6-12)。このように長期間の粳米給与と鶏肉は一定時間の熟成進行後に食するのが適切と考えられる。一方、短期給与の場合では玄米給与でトウモロコシ給与と比べ高い傾向がみられ、粳米給与ではほぼ同等であることが示されている(図6-12)。なお、保水性や物性においては熟成時間による差異は認められていない。

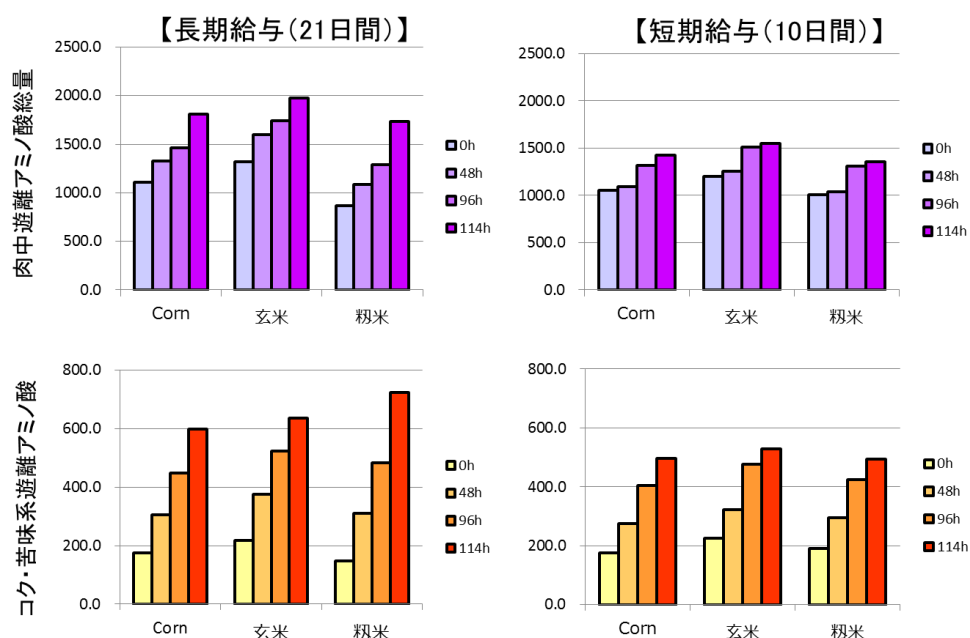


図6-12 飼料用米給与が熟成時の筋肉中遊離アミノ酸含量へ及ぼす影響 (桑原ら 2011、2012)

また、熟成にともなう呈味の変化は、粳米の長期給与では24時間熟成でコク及び酸味が若干強かったものが、熟成の進行により、さらにコク、酸味及び甘味が増加し、熟成の進行前後でうま味が強いことが示めされた。(図6-13)。一方、短期給与の場合は、熟成前はうま味やコクが少なく、酸味が高い傾向を示し、熟成後も酸味の特徴は示され、またコクの増加が見られた。プロファイル法の検討結果からこれらの酸味は、酸っぱい味ではなく、後味のすっきり感を示す微かな酸味であり、好ましいものと推察された。

このように、飼料用米給与により、呈味および肉質に特徴ある鶏肉生産が期待できる。

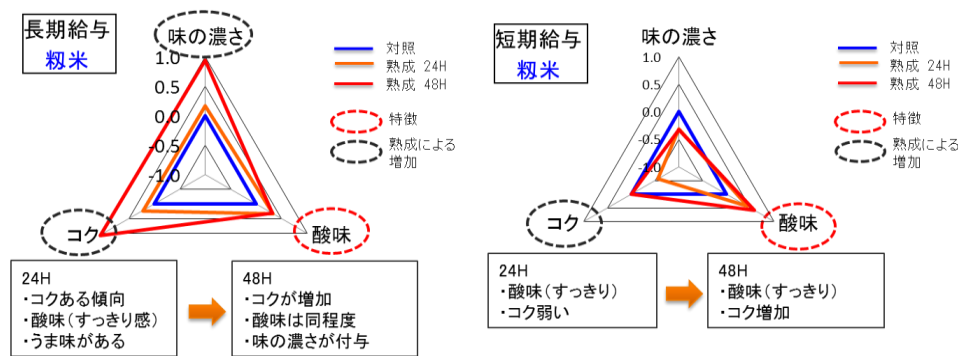


図6-13 分析型官能評価(シッフエの一対比較法)による飼料用米の長期および短期給与肉の熟成時間に伴う呈味評価(対照区をコントロールとした時の粳米給与肉の評価)

(参考)

- 1) Sittiya J. ら (2011) Chemical composition, digestibility of crude fiber and gross energy, and metabolizable energy of whole paddy rice of Momiroman. Journal of Poultry Science 48, 259-261
- 2) 土黒定信・武政正明 (1981) ブロイラーにおける数種類の全粒穀類の嗜好性と利用率. 日本家禽学会誌 18, 301-306
- 3) 山長聖和・古瀬充宏 (2012) 飼料用玄米に対するニワトリヒナの嗜好性改善に関する研究. 日本家禽学会誌 49, J39-J43
- 4) 相馬文彦・山上善久・小林正樹 (1983) 採卵鶏に対する飼料原料としてのエサ米配合の影響 II 育成期における成分調整給与試験. 埼玉県養鶏試験場研究報告 17, 20-26
- 5) 日本科学飼料協会 (1979) 昭和 53 年度もみ米の飼料化試験報告書
- 6) 相馬文彦・山上善久・小林正樹 (1986) 採卵鶏に対する飼料原料としてのエサ米配合の影響 V 全粒利用の検討. 埼玉県養鶏試験場研究報告 20, 21-26
- 7) 合田修三・藤井清和・佐藤健司 (2007) 採卵鶏における地域未利用資源を活用した飼料米給与技術. 京都府畜産技術センター試験研究成績 4, 39-51
- 8) 脇雅之・村野多可子 (2011) 丸粒粳及び玄米の採卵鶏への利用. 千葉県畜産総合研究センター研究報告 11, 55-58
- 9) 高取和弘・脇本進行 (2011) 採卵鶏におけるトウモロコシの飼料用米による全量代替給与技術の検討. 岡山県農林水産総合センター畜産研究所. 平成 23 年度自給飼料プロ成果検討会資料
- 10) 西藤克己 (2008) 飼料用米給与による生産物への影響評価: 高付加価値化と差別化に向けて (3) 中小家畜(鶏). グラス&シード 23, 36-42
- 11) 後藤美津夫・小材幸雄・信岡誠治 (2010) 飼料用米をトウモロコシの代替えとした採卵鶏飼料の開発. 群馬県畜産試験場研究報告 17, 79-89
- 12) González-Alvarado G.G. ら (2007) Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. Poultry Science 86, 1705-1710
- 13) Nanto F. ら (2012) Effects of dehulled, crushed and untreated whole-grain paddy rice on growth performance in broiler chickens. Journal of Poultry Science 49, 291-299
- 14) 伊藤千晶・南都文香・神園巴美・松枝朝子・喜久里基・豊水正昭 (2012) 植物性油脂を多く含む全粒粳米飼料給与により肉用鶏の成長は低下する. 日本家禽学会 2012 春季大会
- 15) 赤木友香・脇雅之・村野多可子 (2011) 丸粒飼料用米によるブロイラー給与技術の検討. 日本畜産学会第 114 回大会
- 16) 赤木友香・脇雅之・村野多可子 (2012) 丸粒粳給与がブロイラーの発育に及ぼす影響. 日本畜産学会第 115 回大会
- 17) 赤木友香・脇雅之・溝井つかさ・村野多可子 (2013) 粉碎粳によるトウモロコシの全量代替がブロイラーの発育に及ぼす影響. 日本畜産学会第 116 回大会
- 18) 桑原三紀・久保田真敏・門脇基二・藤村忍 (2011) 飼料用米給与による食肉の品質特性の検討. 日本畜産学会第 114 回大会
- 19) 桑原三紀・久保田真敏・門脇基二・藤村忍 (2012) 飼料用米の短期給与における肉質への影響. 日本畜産学会第 115 回大会
- 20) 藤村忍・藤田むつみ・久保田真敏・門脇基二 (2013) 鶏肉の風味に対する脂肪酸の影響. 日本畜産学会第 116 回大会

7 飼料用米の生産・給与の取り組み事例

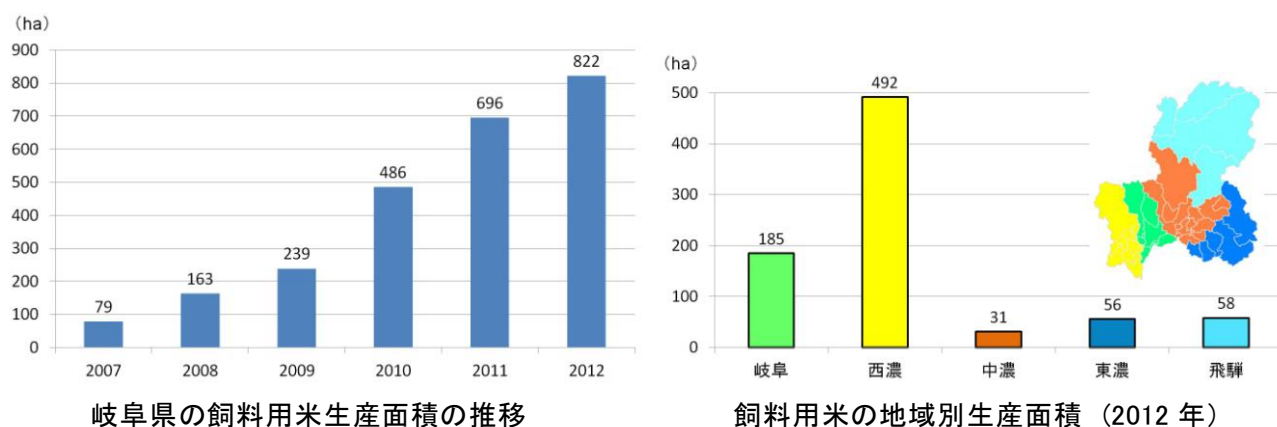
(1) 岐阜県大垣市の酪農における飼料用米の取り組み事例

①岐阜県の飼料用米の取り組み状況

日本の酪農の歴史において、コメを牛のエサとして使う経験はまだ少ないと言えよう。しかし、安定した飼料資源としてのコメの魅力は飼料用米が登場して以降、またたく間に評価され、岐阜県内でもここ数年の間に進んでこれを利用しようとする畜産農家が着実に増えてきている。

岐阜県におけるコメの飼料利用は 2007 年、岐阜県養老町で生産されていた「わら専用稲」から生じる粳米を高山市の採卵鶏農家が自家配合する飼料の一部として利用し始めたのが最初である。以後、粳米をそのまま給餌することができる養鶏、特に飼料の自家配合に関する知識と施設を持つ養鶏農家で飼料用米の利用が広がった。

そして現在も、岐阜県内で生産・流通する飼料用米は現在も”粳米”が大半を占めている。



飼料用米を使う岐阜県内の畜産農家数(戸)

	2009	2010	2011	2012	2012畜種別内訳
鶏	9	20	26	33	採卵鶏 22 肉用鶏 3 種鶏 8
豚	3	4	6	6	
牛	2	10	14	14	乳牛 7 肉牛 7
計	14	34	46	53	

飼料用米の形態別流通割合(県内利用分のみ)

	2010年産	2011年産	2012年産
飼料用粳米	88%	88%	79%
飼料用玄米	12%	12%	21%

乳用牛飼養においても複数の飼料をそれぞれの牧場で混合して使用する点では、自家配合的な飼料給餌法と言える。

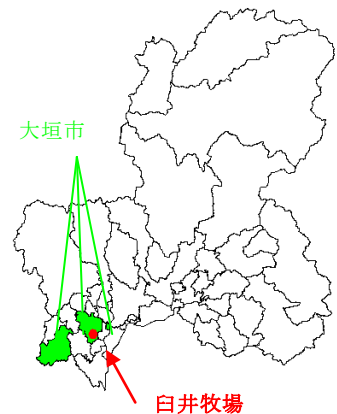
岐阜県における飼料用米発祥の地は養老町であるが、以下、養老町に隣接する大垣市で、飼料用米を使った酪農に独自の視点を持って挑む「臼井牧場」の取組を通じて、岐阜県大垣市での乳用牛飼養での飼料用米の取組事例を紹介する。

②事例地域の概要

岐阜県大垣市は岐阜県南西部に位置し、多くの河川が網目状に流れる水郷地帯にある。2006年に飛び地合併し、養老山地の山林を含む市となった。

平均気温は15.8℃で、年間降水量は1918ミリと過ごしやすい地域だが、夏の日中は30～35℃となり、冬は西にそびえる伊吹山から吹き下ろす「伊吹おろし」と呼ばれる冷たい西風が吹く。

大垣市を含む西濃地域の農業は水稲作が中心で、食用米、麦、大豆のほか飼料用米・稲WCSの取り組みが広がっている。また、揖斐川、長良川の河川敷の草地利用など自給飼料生産が盛んな地域でもある。



③白井牧場の概要

白井牧場は大垣市郊外に位置し、現在は乳牛82頭、肉用牛17頭を飼養している。

主な労働力は本人と妻による家族労働が中心で、このほかパートタイマー3名を雇用している。また、2013年春から正規雇用1名を迎え、将来の牧場経営の担い手としての育成を始めている。

白井牧場飼養頭数(2013年2月1日現在)

区分	乳用牛		肉用牛	
	経産	育成	肥育	繁殖
飼養頭数	62	20	14※	3

※うち交雑種は7頭

白井牧場労働力

区分	労働力
基幹	2人(本人・妻)
雇用	正規1人、パート3人
補助	2人(父・母)

白井牧場では、地域の飼料資源の活用という観点から、河川敷を利用した草地で生産する牧草サイレージ、地元の商品会社と連携した豆腐粕(おから)の飼料利用、イネWCSや飼料用米の取り組みなど、地域でまかなえる飼料の確保に積極的である。

地域飼料資源の年間使用量(2012年度)

牧草(河川敷利用)	138トン
豆腐粕(おから)	128トン
イネWCS	210トン
飼料用米	99トン

④白井牧場式飼料用米破碎システムの開発

粳米は保存性に優れ、水分15%以下まで乾燥させることにより、半屋内型倉庫でも通年保管が容易な飼料である。また、飼料用粳米を単味飼料として使う県内の酪農家の間では、立毛乾燥後に収穫された粳米(水分17%程度)をそのまま購入し、翌年の梅雨時期までを目処に保管・利用されている。逆に水分30%程度の高水分の生粳であっても、乳酸菌資材を添加した上で密封保管し、貯蔵性の高い粳米サイレージとして給与する酪農家もある。

牛に飼料用米を給餌する場合、牛体内での消化を助けるために破碎や蒸気圧ペンなど加工処理をしなければならない。また、乾燥粳を使った粳米サイレージ処理を行う上でも粳米の破碎処理は必要で

ある。大家畜への飼料用米利用では保管場所もさることながら、給餌するための加工手段の確保が先決になる。加工手段の確保に向けて、臼井牧場では独自のアプローチが取られた。牧場自らが飼料用米破砕システムの開発を行ったのである。

2010年、大垣市畜産振興会酪農部会が主催となって、飼料用粳米を使った粳米サイレージの製造・給与の試験的な取り組みを行った。臼井さんが初めて飼料用米を目にし、手に取ったのはこのときだった。この試験的な取り組みの結果、破砕、袋詰め、攪拌など粳米サイレージ製造過程の作業効率に臼井さんは課題を感じた。また、水分がフレキシブルコンテナバッグ内部で均質にならなかったことから、粳米サイレージの品質面でも問題が生じた。

「コメを牛のエサとすることはよい。そのためには作業性のよい飼料用米破砕システムが必要だ。」

この経験をもとに、飼料用米破砕機を中心とした作業システムを独自に考え、試行錯誤の後、特許案件2件(1件は登録済み、1件は申請中)を含む飼料用米破砕システムを開発し、完成するに至った。

【飼料用米破砕システム開発時のポイント】

コンセプト	<ul style="list-style-type: none"> ・飼養頭数 40～50 頭規模を対象にした機械能力を想定 ・狭い場所でも設置、使用でき、シンプルな機械構成とする ・フレコンバッグによる飼料用米流通に対応する
破砕機本体	<ul style="list-style-type: none"> ・剪定枝など木材を砕いて木材チップにする既存機械をもとにして改良を検討したが断念 ・草刈り用フリーハンマーを参考に独自の破砕方法を検討
フレーム設計	<ul style="list-style-type: none"> ・重力を利用してホッパーに粳米を落としていく仕組みとしたことで、省スペース化を実現 ・700kg以上のフレコンバッグを安全に扱えるようリフトで無理なく作業を行える
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・粳米サイレージの経験から「加水装置」により破砕米に水を均一に噴霧する機能を搭載



【飼料用米破砕システムの主な仕様】

タイプ	I 型	III 型
動力	モーター (3.75KW)	
破砕方式	フリーハンマー	
刃(枚数)	表面焼入 (22 枚)	特殊鋼 (24 枚)
粳送方式	チェーン連結方式	可変モーター方式
破砕程度	粗挽き	細－粗挽き
処理能力	400～600kg/h	300～600kg/h
重量	約 400kg	約 430kg
付属機能	アワメーター	アワメーター、タイマー
オプション	噴霧装置(手動)	噴霧装置(自動)

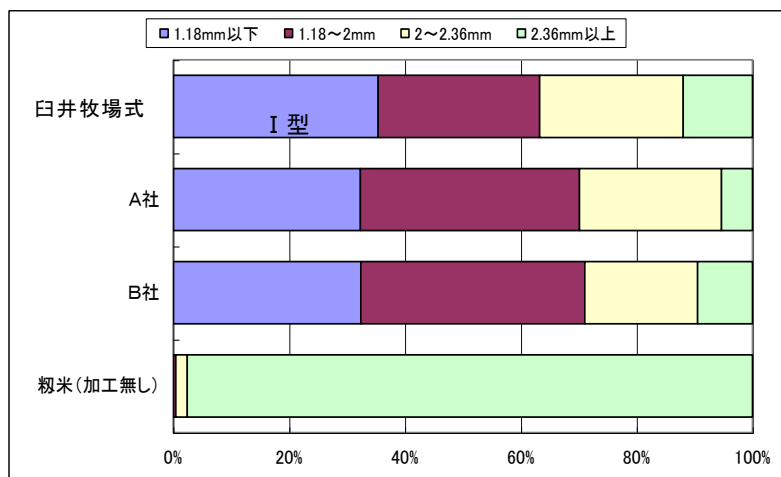


I 型

III 型

臼井牧場における飼料用米破砕システムの開発ポイントと主な仕様

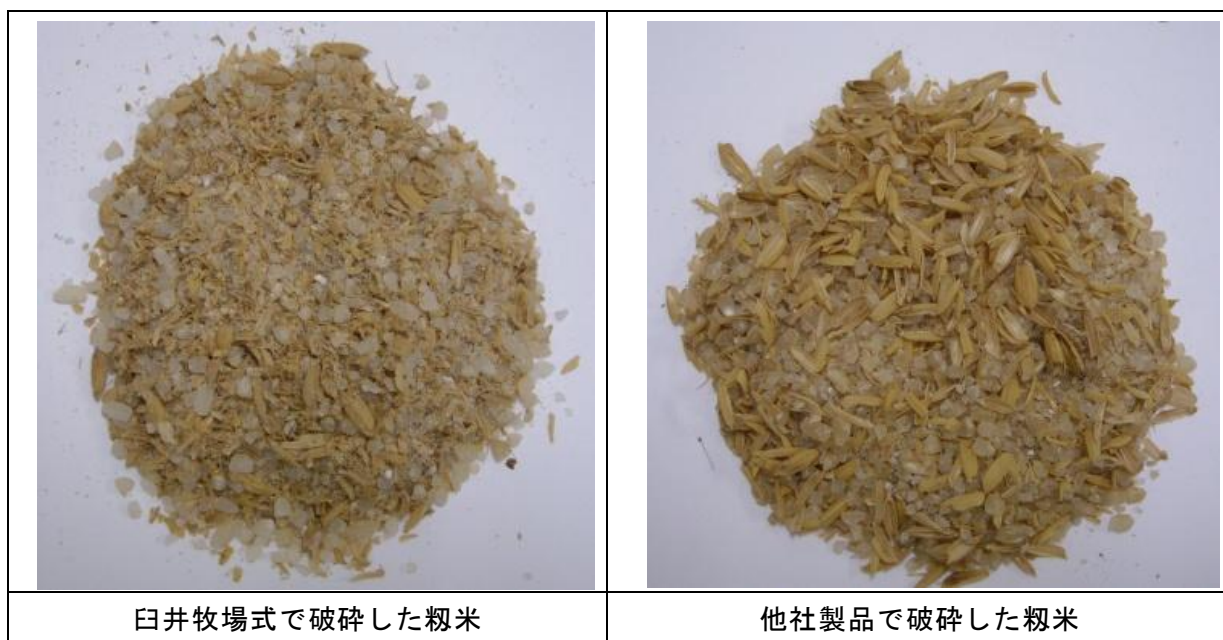
飼料用米の流通荷姿(フレキシブルコンテナバッグ・容量 1,000 リットル、飼料用粃米 約 700kg 詰)に合わせた設計とし、日常的な作業を少ない機械施設で簡単に行えることが臼井牧場式飼料用米破碎システムのねらいであり特徴である。フォークリフトがあれば作業員1名による短時間の作業で破碎した飼料用米を手に入れることができるのである。



飼料用粃米の破碎粒度 (調査: 岐阜県畜産研究所酪農研究部)

破碎能力は、粒度 2 ミリ以下が 60

%以上と他社製品と比較して遜色はない。粃米の場合、破碎後に粃殻が浮くことで保管時の容積が増え、粃米サイレージにおける発酵期間中の貯蔵などで不便が生じることもあるが、臼井牧場式飼料用米破碎システムの新型である”Ⅲ型”では粃殻もある程度粉碎されることから、粃米の破碎前後の容積変化は軽減されやすい。



臼井牧場式で破碎した粃米

他社製品で破碎した粃米

飼料用粃米の破碎状況

(写真提供: 岐阜県畜産研究所酪農研究部)

⑤ 臼井牧場における飼料用米の利用状況

ア 飼料用米の供給

臼井牧場で飼養する飼料用粃米はすべて岐阜県産だがその供給元(生産者)は年ごとに変化している。2010 年度に大垣市畜産振興会酪農部会を通じて、隣接する養老町の生産者 1 名から供給を受けたのが飼料用米の取り組みの始まりである。大垣市畜産振興会は大垣市内の畜産振興を目的に 1962 年 6 月に設立され、酪農部会はその下部組織に当たる。事務局は大垣市役所で大垣市の酪農に

おける飼料用米利用の窓口的な役割も大きい。

水稲生産者と共に大垣市畜産振興会の契約相手となっている岐阜養鶏農協は2007年、養老町のわら専用稲から生じる粳米を高山市内の養鶏農家に紹介したことを縁に、岐阜県産飼料用粳米の流通と生産者・利用者間のマッチングに関して、畜種の枠を超えた取り組みを行っている。

2011年度には大垣市畜産振興会を通じた供給ルートのほか、市内の営農組織らと個別に契約し、直接取引を開始した。このほか、自己の水田で飼料用米の自家生産・自家利用を行った。

2012年度には全て独自に個別の契約を行い、大垣市内8戸の生産者から直接、飼料用粳米の供給を受けている。

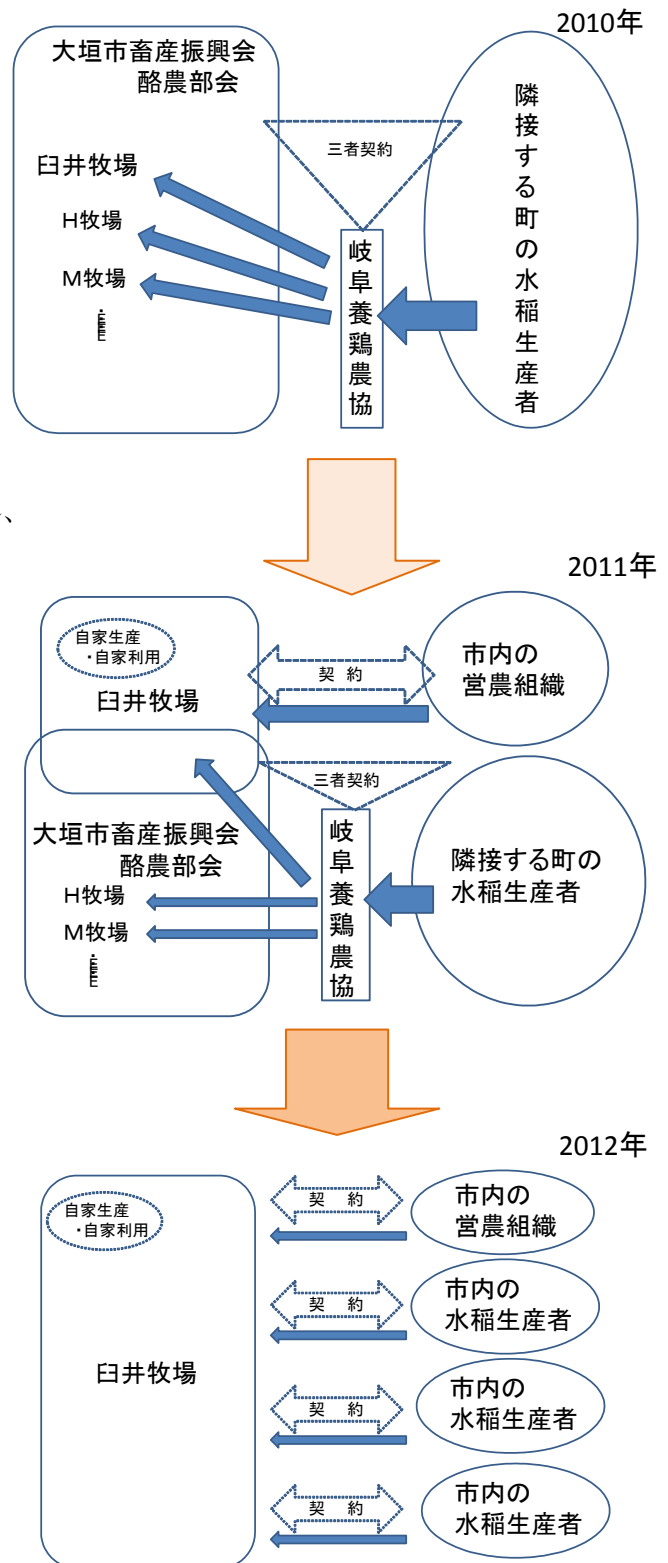
イ 飼料用米の利用

臼井牧場ではトウモロコシを飼料用米に切り替える考え方で導入を開始。トウモロコシの TDN 含量が 93.6%であるのに対し、飼料用粳米の TDN 含量は 77.7%であることから、トウモロコシ 100 に対して飼料用米およそ 120 の割合で切り替えが行われた。

飼料用米使用以前の2010年には1日当たりおよそ260kgのトウモロコシを使用していたが、これが2013年には全量、飼料用粳米に切り替えられた。

また、最近では粳米のおよそ2割(重量比)を占める粳殻の粗飼料効果に着目し、スーダン、ヘイキューブの数量を加減し、その影響を観察しているところである。

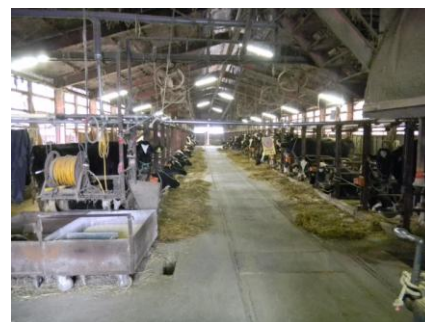
「臼井牧場の飼料給餌表」表では便宜上、2010年の飼養頭数(55頭)をベースに2013年の1日当たり調整量を計算している。既述の通り2013年には経産牛は62頭となっており、実際の1日当たり調整量(飼料用粳米の使用量)はさらに多い。



臼井牧場の飼料用米供給ルートの変遷

臼井牧場の飼料給餌表

成分	飼料用米使用以前 (2010年)		2013年7月現在	
	調整量 kg/日	kg/頭/日	調整量 kg/日	kg/頭/日
飼料用米	0	0.0	330	6.0
トウモロコシ	260	4.7	0	0.0
大豆フレーク	10	0.2	20	0.4
配合飼料	80	1.5	80	1.5
ビート	60	1.1	60	1.1
豆腐粕	350	6.4	350	6.4
稲WCS	900	16.4	900	16.4
牧草(河川敷)	120	2.2	120	2.2
スーダン	90	1.6	30	0.5
ハイキューブ	60	1.1	90	1.6
ミネラル類	-	-	-	-
計	1,930	35.2	1,980	36.1



臼井牧場 経産牛舎

破碎粉米をコンプリートフィーダーで混合給餌



ウ 乳量・乳質への影響

飼料用米を使い始めた2011年からの乳量・乳質の推移を下表に掲げた。厳密な比較試験ではないため、乳量・乳質の変化は飼料用米によるものだけでなく、他の飼料の状況や気候条件など、多くの要因が関与した結果であろう。しかし、その変化から飼料用米の使用による乳量・乳質への影響はそれほど大きくなく、少なくとも臼井牧場では飼料用米の給餌によるマイナスの傾向は見られていない。

このほか、臼井牧場式飼料用米破碎システムを導入して飼料用米を使用している酪農家に対して行ったアンケート結果でも、飼料用米の使用によって乳量・乳質に影響があったとする回答はなかった。

ただし、飼料全体の中で飼料用米の占める割合が増えるほど、牛の生体に与える影響が顕著になることは考えられることから、通常の飼料の切り替えと同様、飼料配合の急激な変化は避けるべきであろう。また、今後もデータの蓄積と分析を継続しつつ、長期的視点で飼料用米の使用による影響について観察していく必要があるだろう。

臼井牧場の飼料用米給餌量と乳量・乳質の推移

	飼料用米 給餌量(kg)	乳量 (kg/日/頭)	乳脂肪率(%)	乳タンパク質 率(%)	MUN(mg/dl)
2011年	1.00	20.65	3.91	3.08	6.25
2012年	4.11	22.04	4.02	3.19	6.64
2013年	5.52	25.26	4.04	3.19	8.56

注:2013年は6月までの平均値を記載している

臼井牧場式飼料用米破碎システムのユーザーに対するアンケート結果 2012年9月調査

農家	飼料用米給餌頭数	給餌量(kg/日/頭) ※括弧内は配合割合	乳量の変化	乳質の変化	その他
A	搾乳牛 25	2.5kg/日(19%)	なし	なし	—
B	搾乳牛 50	2.6kg/日(30%)	なし	なし	多少、肥えやすい
C	搾乳牛 50～55	2.7kg/日(9%)	なし	なし	低タンパク飼料として優れている
D	搾乳牛 29	6.6kg/日(33%)	なし	なし	豆腐粕による飼料の高タンパク化を低減

エ 飼料費への影響

トウモロコシの単価を50円/kg、飼料用粳米の単価を20円/kgとした場合、臼井牧場の飼料費がどの程度削減されるか、先の表「臼井牧場の飼料給餌表」(飼養規模55頭)をもとに試算をしたのが右表である。この試算で言えば、トウモロコシから飼料用米に切り替えることによって削減される飼料費で、臼井牧場式飼料用米破碎システムの導入コスト(およそ200万円)を十分にカバーできるといえる。

飼料用米利用による臼井牧場の飼料費の変化(試算)

	給餌量 (kg/日)	飼料費増減 (円/日)	備考
トウモロコシ	△260	△13,000	@50円/kg
飼料用米	330	6,600	@20円/kg
1日当たり飼料費増減額		△6,400	
年間飼料費増減額		△2,336,000	

⑥最後に

飼料用米を含む飼料用稲の取り組みでは畜産農家の経済的利益だけではなく、畜産農家が地域農業に貢献できる場を創出し、畜産農家を地域農業の中にしっかりと位置づける効果がある。

また、飼料用稲を畜産農家に供給する耕種農家にも経済的利益を生み出し、堆肥利用など耕畜連携の取り組みの強化・発展を期待することができる。

最初は少量の飼料用米を給餌することからスタートすることを思えば、まずは多少割高になっても飼料用米を得やすいところから得ていくということを優先してはどうだろうか。

そして、飼料用米の取組を実際に行ううちに、役割分担などより良い条件の飼料用米生産者をより身近な場所で見つけることができれば、それが地域における耕畜連携の取組の発端となり、畜産が地域に貢献するための礎となるのではないかと。

飼料用米の利用方法もさることながら、未知の世界へ一歩を踏み出す臼井牧場の行動力を、我々はまず見習うべきであろう。

(2) 山形県金山地域における飼料用米の取り組み

①金山地域の概要

山形県の北東部に位置する金山町は、金山杉に代表される自然豊かな土地で、森林面積が8割ほどを占め、奥羽山系の良質な水脈にも恵まれている。町の西南部は平野がひらけ、東北部一体は神室山系を中心とする山岳地帯がつらなっており、気候は一日の寒暖の差が大きく、また年間を通じ日照時間が短く冬季の降雪量が多い。農業においては、米をはじめ、ニラなどの野菜、たらの芽やうるいなどの山菜の栽培が盛んである。

②飼料用米の生産・給与の取り組みの経緯及び概要

ア 取り組みの経緯

大規模養豚施設（有）金山最上牧場（平成23年に（株）大商と合併し、（株）大商金山牧場「米の娘ファーム」となる。以下、「米の娘ファーム」という。）は平成20年から金山地域に稼動するにあたり、食品残渣の利用や耕畜連携など地域資源を活用するなどして養豚業と地域の農産業が相乗効果をもたらすような取り組みにしたいという考えがあった。これを金山町と金山農業協同組合（以下、「金山農協」という。）が中心となって検討を進めて、地域内の耕種農家が飼料用米を生産し、米の娘ファームにて利用する取り組みを実施していくこととした。

イ 取り組みの概要

地域内で耕種農家が生産した飼料用米を豚の飼料として利用し、豚の糞を堆肥化し地域内の耕種農家が利用する地域循環型農業を行っている。飼料用米の生産は地元耕種農家、飼料用米の加工・調製は北日本くみあい飼料（株）（以下、「北日本飼料」という。）、飼料用米の給与は米の娘ファームにて肥育豚向けとして利用している。

なお、その飼料で育った豚から排出される「ふん」を米の娘ファームのコンポスト処理施設にて堆肥化させ、飼料用米、ニラ、ネギなどの栽培に活用している。堆肥の生産と活用は地域循環型農業を実現するためには欠かせない役割を果たしている。

ウ 推進体制

（ア）金山町飼料用米生産利用協議会の概略

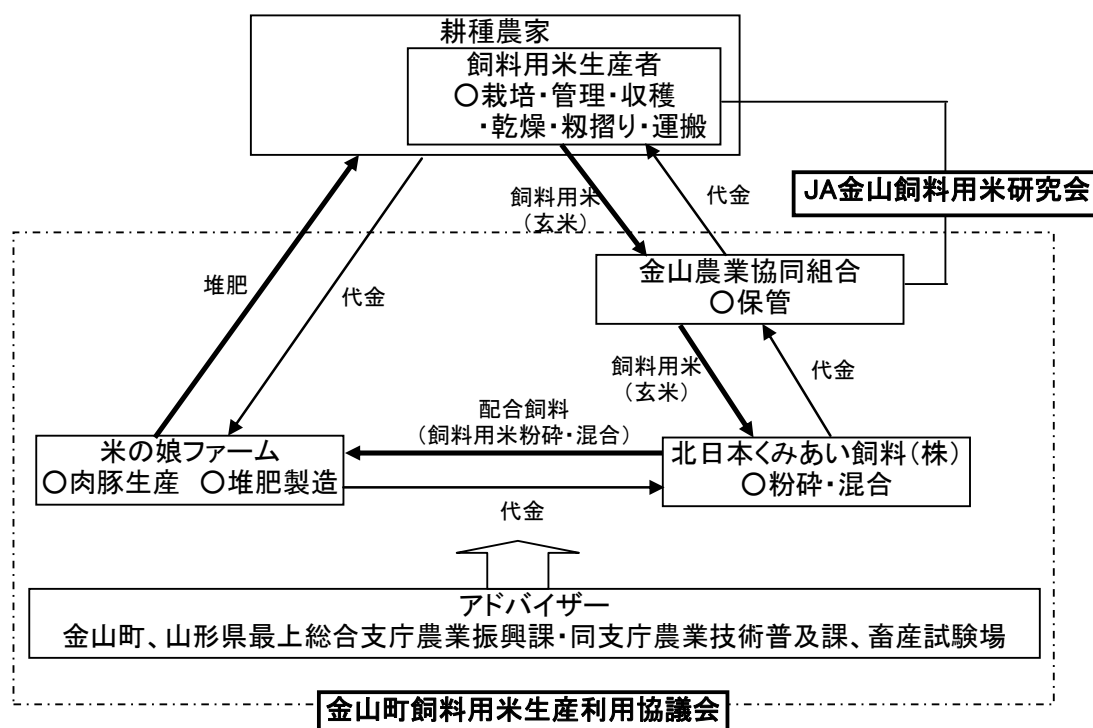
取り組みが開始された平成20年に金山町と金山農協が中心となり、飼料用米の生産・利用システムを確立するため、金山町飼料用米生産利用協議会を設立した。同協議会の会員は、金山町、金山農協、米の娘ファーム、北日本飼料及び山形県最上総合支庁農業振興課、同支庁農業技術普及課、畜産試験場から構成され、相互の連携、協力を図りながら協議会を運営している。設立当初には、国産飼料資源活用促進総合対策事業（飼料用米利活用モデル実証）を活用し、飼料用米の乾燥・調製、保管及び流通の実施方法を構築するとともに、飼料用米の栽培先

進地やミートセンターなどを視察しながら、生産・利用システムを検討していった。

(イ) JA 金山飼料用米研究会の概略

取り組みが開始された平成 20 年に飼料用米の生産技術と販売流通の向上を目的とする JA 金山飼料用米研究会が金山農協稲作推進協議会の下部組織として設立された。同研究会は、金山農協に所属している飼料用米を生産する耕種農家から構成され、豚糞堆肥を活用した飼料用米を栽培する実証ほの設置などの取り組みを行い、作付面積及び栽培者数の拡大を図ってきた。

金山地域における推進体制



③飼料用米の生産

金山地域の飼料用米の生産は、JA 金山飼料用米研究会の会員である耕種農家が行っている。飼料用米の作付面積は、平成 20 年の 2ha から取り組みが開始され、年々拡大し 24 年には 72ha に至っている。

金山地域における飼料用米作付面積及び栽培者数

	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年	平成24年
作付面積(ha)	2	27	43	63	72
栽培者数(人)	3	49	73	90	95

この作付面積の拡大には、自己保全管理水田であったところに飼料用米の作付けを行った事例もあり、景観の維持や食料自給率向上に貢献する取り組みとなっている。しかしながら 専

用品種を用いるなどの生産性向上の努力を行っているものの、飼料用米は主食用米に比べ、栽培不利地に作付けされていることから、平均単位収量は主食用米より低い水準となっている。

品種については、「夢あおば」と「べこあおば」を利用している。なお、「べこあおば」は大粒のため育苗作業にて既存の播種機では密度が薄くなり、発芽率も低くなる傾向があったことから、現在は「夢あおば」の作付けが中心となってきている。

種子の確保については、耕種農家の自家採取で対応されている。

栽培については、山形県最上総合支庁農業技術普及課の助言・指導の基に施肥や農薬などに留意しながら行われている。収穫については、飼料用米の水分を十分落とし乾燥・調製を容易で低コストで行えるように、主食用米の収穫後に実施されている。

なお、取り組み当初は、低コスト化に向けて直播（散播、条播）栽培も積極的に行われていたが、単収が低くなってしまふこと、また播種機を新たに導入する必要性が生じることなどから、ほとんど行われなくなってきた。

④飼料用米の保管・流通

飼料用米の乾燥調製及び袋詰めは、全量が耕種農家自らの実施となっている（3名の耕種農家が所有するミニライスセンターに委託して実施しているケースも含む。）その後、玄米の状態です金山農協の倉庫に一時保管される。飼料用米を利用する段階で北日本飼料が金山農協の倉庫から自社の石巻工場に搬入する。

⑤飼料用米の加工・調製

北日本飼料の石巻工場です粉砕及び混合を行い、飼料用米の割合が10～20%の配合飼料として米の娘ファームに出荷している。

⑥飼料用米の給与体制

米の娘ファームにて飼料用米が10～20%含まれる配合飼料、ホエー及び水を混合・攪拌し、リキッドフィーディングとして肥育豚に給与している。ホエーについては全国酪農協同組合連合会北福岡工場から搬送している。

米の娘ファームにおける給与時の取り組みとして、液状飼料は食べやすく消化吸収されやすいという特徴を活用し、給餌回数を発育ステージに合わせて1日に6～9回と分け与えている。これは、肥育豚1頭ごとの個体差を最小限に抑えることを期待している。

なお、飼料用米の確保状況により、給与期間や配合割合の調整を行っており、これまでの最大給与割合は、肥育前期10%、肥育後期20%となっている。

⑦米の娘ファームの概要

米の娘ファームではブランド豚「米の娘ぶた」を生産している。なお、米の娘ぶたの加工、

販売は（株）大商金山牧場が行っている。母豚 600 頭の一貫生産体制で、年間約 1 万 5 千頭の肉豚を出荷している。出荷日数は平均 160 日齢となっている。

「米の娘ぶた」は、地域循環型農業を担う生産物として地域一体となって育てられ、（株）大商金山牧場のミートセンターが加工し、山形県を中心に東北、関東及び関西方面に銘柄豚として提供されている。

この「米の娘ぶた」については、2010 年「食肉産業展」における「銘柄ポーク好感度コンテスト」で最優秀賞を受賞し、更に 2013 年「食肉産業展」では、これまでの銘柄ポーク好感度コンテストにおいて最優秀賞を獲得した歴代 10 銘柄を集めた「銘柄ポーク好感度コンテストグランドチャンピオン大会」が開催され、最高賞のグランドチャンピオン（農林水産省生産局長賞）を受賞している。



⑧取り組み課題と今後の展望

飼料用米の作付面積は、平成 24 年に 72ha となったところであるが、平成 25 年は前年の約 6 割となる。これは、農林水産省において平成 25 年産米における備蓄米及び加工用米の確保対策が行われ、備蓄米の価格が主食用米の価格と遜色ない水準であり飼料用米よりも農家手取りが有利となったことなどが影響した。

このことは、経営所得安定を図る助成をはじめ、備蓄米確保の政策などで水田を活用した作物栽培を安定的に取り組める仕組みについて継続して構築させていくことが重要であることを改めて認識させるものである。

金山地域の取り組みとして、地域循環型農業が定着したところではあるが、更なる飼料用米の作付面積及び利用量を拡大していくことが課題である。米の娘ファームは利用量を増加していきたい意向が強いことから、特に安定的な作付面積の確保と単収向上に向けた取り組みを重点的に行うこととなる。

(3) 岐阜養鶏農業協同組合における飼料用米の生産・給与事例

①事例紹介する地域の概要

岐阜養鶏農業協同組合（以下、岐阜養鶏農協）は国産鶏を育種・販売する(株)後藤孵卵場と姉妹関係の種卵を生産する種鶏家の組合で、主に岐阜県南部に種鶏場は点在している。組合の主な仕事は、種卵と飼料の取扱い及び直営種鶏場の運営である。

飼料用米の生産地は、岐阜県西南部、濃尾平野が養老山脈に接続する平地にある養老町が最も早く、最も広い飼料用米の生産地となり、次に平野部の隣接地域である羽島市、大垣市、岐阜市、関市、美濃加茂市に広がり、中山間地域である郡上市や中津川市も産地となった。平成 24 年度の岐阜県全体の飼料用米耕地面積は 825ha であり、岐阜養鶏農協が取引した面積はその内 404ha であった。岐阜県内には高山市、下呂市、恵那市等を含め広範囲に飼料用米の耕畜連携事業が相対で展開している。

②飼料用米取組の経緯と特色と概要

平成 19 年 4 月に、飛騨牛の国産粗飼料として飼料稲を生産していた養老町の 7 名の農家が、稲わらの副産物となる子実部分を養鶏の穀物飼料として活用できないかという提案を岐阜県畜産課に持込み、その年の子実活用試験は岐阜養鶏農協の直営種鶏場と国産鶏を飼育する高山市の大前ファーム及び海津市の堀田養鶏園で実施することになった。飼料用米を国際穀物トウモロコシ価格と競合できる価格にするために、粳米の状態では活用できないか岐阜大学応用生物科学部の大谷滋教授のアドバイスを受け、配合設計を行い、見事通常の産卵成績を得た。以降、岐阜養鶏農協の飼料用米利活用は全て粳米形態での活用を特色としている。

平成 20 年に岐阜県飼料用米利用促進協議会を設立し、事務局を岐阜養鶏農協に置き、県内の耕種農家で飼料用米栽培を希望する生産者を積極的に受け入れた。又、飼料用米の利活用は岐阜養鶏農協の利用分のみならず、国産鶏を飼育する養鶏農家にも積極的にマッチングを行い、契約書の作成、価格の決定、売買業務、流通業務、保管業務を岐阜養鶏農協が行い、畜産農家が利活用しやすい仲介事業に努めた。この作業を通して、飼料用米の取扱い数量を着実に増やす事が出来た。

平成 19 年から 24 年までの岐阜養鶏農協の取扱った飼料用米生産者実績は以下の通りです。

	単位	19年 実績	20年 実績	21年 実績	22年 実績	23年 実績	24年 実績
地域数	市郡数	1	2	7	7	7	8
耕種農家数	軒数	7	14	25	50	62	65
耕地面積	h a	69	145	193	350	379	404
農家平均	h a	9.9	7.8	7.6	7	6.1	6.4
最大農家	h a	30	50	26	67	32.5	37.9
最小農家	h a	3	3	0.8	0.4	0.1	0.1
出荷数量	トン	188	613	922	1,223	1,870	2,027
単収	kg/10a	274	423	478	349	494	503
栽培品種	専用品種	はまさり クサノホシ	クサノホシ はまさり ホシアオバ クサノナミ	クサノホシ クサノナミ モミロマン ホシアオバ	クサノホシ クサノナミ モミロマン ホシアオバ	クサノホシ モミロマン ホシアオバ	モミロマン クサノホシ ホシアオバ モグモグあおば
	主食用品種			あさひの夢	ハツシモ あさひの夢	ハツシモ あさひの夢	ハツシモ あさひの夢

平成 24 年実績の耕地面積の内、養老町は 74%を占め、岐阜県の一大飼料用米産地となっている。又、同年、栽培品種の専用品種割合は 82%を占め、特に「モミロマン」が 53%になった。平成 25 年の計画では専用品種割合は 90.2%となり、「モミロマン」は 64.2%を占める。傾向として専用品種への集約が進んでいる。主食用品種は加工用米がそのまま飼料用米として転用している地域がある。農家当たりの耕地面積では、養老町が作物のブロックローテーションを行っている関係上、飼料用米を大規模面積で栽培する農家がある。

③養老町飼料用米生産と取引の流れ

ア 耕種農家との飼料用米会議開催(3月、8月)

養老町の飼料用米生産は西美濃農業協同組合養老営農経済センターが営農指導の一環として耕種農家をまとめて事業が進められてきた。この養老営農経済センターが飼料用米推進に大きな役割を果たしてきている。毎年3月に第1回目の耕種農家と養鶏場を代表する岐阜養鶏農協との飼料用米会議を養老営農経済センター主催で開催し、その年の参加者が面積や品種について申告し、又、岐阜養鶏農協との取引内容の確認とその年の価格を決めている。養老町の取決めはその年の県内他の地域にも適用する。8月に第2回目の飼料用米会議を開き、栽培状況の確認や養鶏農家の利用状況報告や出荷までの注意事項について検討する。

イ 契約書締結

3月の飼料用米会議の後、耕種農家は取組計画作成に入り、一方、岐阜養鶏農協は実需者の計画使用量を調査してマッチングの作業を行う。この後、契約書の作成に入るが、基本的には耕種農家、岐阜養鶏農協、実需者の養鶏場との3者契約を結ぶ。双方のデータを基に養老営農経済センターが6月末までに契約書等書類を完成させ東海農政局岐阜地域センターに届け出る。

ウ 田植え

田植えは移植方式で行われている。時期は、主食用米が終わった6月中旬以降に集中して行われている。

エ 除草及び肥培管理

基本的な飼料用米の栽培カレンダーは、田植えに合わせ基肥散布を 20~30kg/10a 行う。除草剤は 1 kg/10a 田植え時に1回行われ、時期をずらしもう1回行う農家もある。8月下旬には、追肥を化成、硫安等 10~20kg/10a 施肥されている。元肥に鶏糞を使用する農家もある。

オ フレコンの配布

10月中旬より、耕種農家へのフレコン配布が始まる。フレコンは岐阜養鶏農協が準備する。フレコン(90×90×130cm)は洗浄して2~3回のリユースが可能な強度と移動、保管が確実な4点吊りにしている。

カ 刈入れ、調整、出荷

養老町では、11月上旬の農業祭が終了すると飼料用米の刈入れが始まる。養老町の圃場は平地であり、獣害の心配はない。コンバインで飼料用米を収穫し、飼料用ワラは乾燥の為圃場に寝た状態で残される。生粃米は水分含量が 18~20%あり、乾燥機で 15%まで水分を落とす。粃米へのワラ屑混入を防ぐ為、コンバインで吹き飛ばし、且つ乾燥工程で粗選機により選別を行う。粃米の乾燥工程は、立ち枯れ状態の粃米であっても必ず行う。養鶏農家には、遅く収穫される飼料用米に野鳥

糞による鳥インフルエンザウイルスの感染の危険性が心配される。ウイルスの生存期間は極く短いと言われているが、熱による殺菌効果が乾燥工程で行われれば安心である。フレコンは約 1,000 立方の容器に粳米を 700kg 詰める。風袋を含めた余マスに 5 kg 多く詰める。

出荷の為、養老町では養老営農経済センターまで各生産者が計量済みの粳米フレコンを持ち込む。センターは一時保管をして、主に大型トラックで集荷に来る養鶏場へのお荷時に岐阜養鶏農協への売上伝票を生産者毎に発行し、引渡し完了する。飼料用米の保管は、養鶏農家の自己倉庫ないしは営業倉庫、岐阜養鶏農協倉庫で行う。

キ 代金支払い

耕種農家への飼料用米代金の支払いは、翌年の 3 月末と 8 月末の 2 回分割で行われる。2 回に分け、支払い時期を遅らせることにより養鶏農家の一時的な支払い負担が軽減される。この方法は、耕種農家と養鶏農家の話し合いで出来た。岐阜養鶏農協は養鶏農家からの代金回収と耕種農家への代金支払いの実務と責任を負う。

④飼料用米の利用農家と形態

ア 平成 24 年産岐阜県で生産された飼料用米の主な出荷先と利用方法

	大前ファーム (高山市)	堀田養鶏園 (海津市)	京都養鶏 生産組合 (城陽市)	会田共同 養鶏組合 (松本市)	岐阜養鶏 農協 (可児市他)	美濃愛農 産直 (揖斐郡他)	大垣酪農 部会 (大垣市他)
畜種	採卵鶏	採卵鶏	採卵鶏	採卵鶏	種鶏	採卵鶏	乳牛
規模	8 万羽	2 万羽	1 2 万羽	2 0 万羽	8 万羽	3 万羽	2 0 0 頭
輸送距離	150km	3km	140km	250km	70km	5～30km	20km
仕向け先	自社養鶏場	自社養鶏場	自社養鶏場	自社倉庫	営業倉庫 飼料工場	営業倉庫 飼料工場	自社倉庫 営業倉庫
保管方法	養鶏場内	近隣倉庫	養鶏場内	自社倉庫	営業倉庫	営業倉庫	自社倉庫 営業倉庫
購入数量	807t	20t	90t	500t	240t	130t	120t
配合方法	自家配合	自家配合	自家配合	自家配合	飼料工場	飼料工場	自家配合
利用形態	粳米	粳米	粳米	粳米	粳米	粳米	粳米
配合割合	30%	15～60%	60%	10%	20%	20%	10～15%
経費							
フレコン	1.0円/kg	1.0円/kg	1.0円/kg	1.0円/kg	1.0円/kg	1.0円/kg	1.0円/kg
輸送	4.0円/kg	0.0円/kg	4.0円/kg	5.0円/kg	7.0円/kg	5.0円/kg	2.0円/kg
保管	0.0円/kg	2.0円/kg	0.0円/kg	0.0円/kg	8.0円/kg	5.0円/kg	3.0円/kg

平成 19 年の取組み開始時から飼料用米を自家配合飼料の原料として有効利用している高山市の(有)大前ファームは、養老町その他近隣の市町にて生産される飼料用米を 11 月から 3 月にかけて大型トラックを配車し、集荷し、自社養鶏場の空き鶏舎に保管する。養老町の庭先渡し価格は 19 円/kg で、この中にはフレコン代も含まれている。従って、実費は輸送費が発生するのみであり、自家配合方式をとっている大前ファームは最も有利に飼料用米を活用している養鶏農家といえる。又、養老町の隣町で養鶏を営む堀田養鶏園も自己集荷を行い、近所の空き倉庫を借り保管を行い、自家配合のメリットを生かしている。

岐阜養鶏農協は、8 箇所の種鶏場に均一な種鶏用飼料を供給する為に、従来より日清丸紅飼料(株)碧南工場にて種鶏用指定配合飼料の製造を委託してきている。飼料用米を粳米の状態と配合した指定配合飼料も日清丸紅飼料(株)との協議、検討の上平成 19 年より製造委託している。この場合、飼

料用米原料の保管は岐阜養鶏農協が行い、適宜工場からの発注を受け輸送する方法を取っている。工場では、粳米専用タンクがないので、製造バッチ数量の中の粳米配合比率に合った粳米数量のフレコンを岐阜養鶏農協が準備し、切り込みラインで投入、配合する。(例 3.5t バッチ×20%=700kg)

飼料工場を使った配合方法は、岐阜養鶏農協に営業倉庫代や横持ち輸送費の負担がかかる。このコストは当然ながら製品価格に反映される。今後、一般的に粳米を飼料工場の指定配トウモロコシ配合より有利に活用、普及を図る上で、輸送、保管のコストを如何に下げた仕組みが作られるか、課題はまだ残っている。

イ 岐阜養鶏農協種鶏用指定配合飼料と産卵成績

岐阜養鶏農協の種鶏用飼料は 20%の粳米正味重量を配合した専用飼料で、2 ステージ準備し、「みのり種鶏前期」は CP17、ME2,830kcal、「みのり種鶏後期」は CP16、ME2,830kcal となっている。

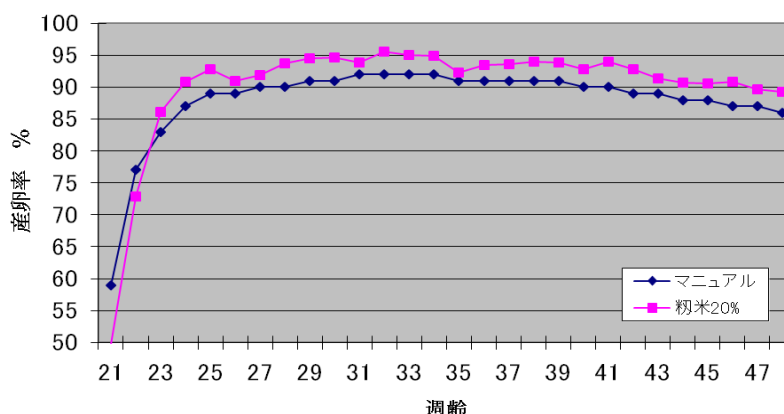
種鶏用粳米飼料の成績は、平成 19 年より岐阜養鶏農協の直営種鶏場で毎餌付け毎にデータを収集している。直営種鶏舎は高床式平飼い鶏舎で、給餌はチェーンフィーダー方式を採用している。収容羽数のキャパシティは 5,000 羽であり、同一形態の鶏舎が 2 棟並び、2 鶏種が同日餌付けで飼育される。

平成 19 年の給与比較試験は粳米 10%の試験飼料を 2 鶏舎、2 鶏種各々4,100 羽に対して 314 日齢より粳米配合種鶏用飼料を 20 日間与え、次の 20 日間は通常種鶏用飼料を与え、再び粳米配合種鶏用飼料を 20 日間与える交差給与を 5 回に渡って行った。この試験調査では、粳米配合が産卵成績に何か悪い影響が出ないか、又糞が軟便にならないか、消化器官への影響を解剖によって確認すること、孵化率への影響を主な目的としたが、いずれの項目に於いても通常飼育と同じ成績を上げた。粳米切換えによる産卵率のショックや軟便も無かった。

平成 20 年度は、成鶏編入後ほぼ通期で粳米 20%に切り替えた種鶏用飼料試験を行った。餌付け日は平成 20 年 5 月で、2 鶏種をそれぞれ 2 棟の種鶏舎に 4,200 羽づつ 120 日齢で移動し、同一飼料による試験データを収集した。生存率、産卵率、個卵重、採卵量、給餌量、飼料要求率、体重、種卵合格率、孵化率等のデータを得たが、マニュアル指標を逸脱することはなかった。1 鶏種の産卵成績をまとめたグラフは以下の通りである。

この 2 年間の試験成績により、20%の粳米配合の種鶏用飼料は十分実用性をもつ飼料であることを実証し、以降、「みのり種鶏前期」「みのり種鶏後期」飼料として、他の種鶏場でも活用することになった。卵黄色は白くなるが、種鶏用であるので補正はしていない。

さくら種鶏 産卵率



⑤飼料用米の品質管理

ア 飼料用米の成分分析

岐阜養鶏農協は粳米形態で飼料用米を活用することから、圃場や品種、肥培管理による飼料用米の栄養成分にバラツキが見られ、飼料設計のアロアンスを決める為に、平成 19 年より分析を行っている。分析は岐阜県畜産研究所において 1 検体 1,260 円で行われる。試料形態は粳米である。

平成 24 年産は岐阜県各地の 60 サンプルの分析が行われた。地域、品種、生産者の総計の平均値と最大値及び最小値は表の通りである。水分含量は 15%以下の約束であったが、数軒のオーバーがあった。粗蛋白は多いほどよいが、粳米であることから低い。窒素肥料の施肥が蛋白量を増やすことは分っているが、肥培方法の確立まで至っていない。粳米活用普及のためには、粗蛋白質の向上が課題である。

平成 24 年産飼料用米（粳米）成分分析結果

項目		水分	乾物	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN
平均値	現物中%	14.7	85.3	5.8	1.6	66.1	8.1	3.7	4.1	66.1
	乾物中%			6.8	1.9	77.4	9.4	4.4	4.8	77.5
最大値	現物中%	18.3	86.7	7.1	2.3	69.1	11.2	5.1	5.1	68.6
	乾物中%			8.4	2.7	81	13.1	5.9	6	80.5
最小値	現物中%	13.3	81.7	4.1	1.1	63.1	5.6	2.5	2.9	63.2
	乾物中%			4.8	1.3	73.6	6.7	2.9	3.4	74.1

イ 残留農薬とカビ毒検査

粳米の状態ですべて飼料として鶏に給与することから、収穫された飼料用米の残留農薬とカビ毒の検査も平成 19 年よりサンプリングにより行っている。

平成 24 年は岐阜県内 2 カ所のサンプリングした検体を、残留農薬は 250 項目について検査し、カビ毒はアフラトキシン、ゼアラレノン、デオキシニバレノールの 3 項目について検査した。いずれも検出されなく、安全性を確認している。

飼料用米の収量を増やすため、又、周囲の主食用米栽培の関係から農薬が使われる可能性が高くなっているが、岐阜養鶏農協は粳米給与であることを耕種農家に伝え、農薬の出穂期以降の散布は不可としている。カビ毒が発生する危険性は、飼料用稲が倒伏した場合に稲穂が濡れ、発酵して起こることがあり、そのような場合には、出荷前に申告をお願いし、カビ毒検査の簡易キットを用いて判断する。陽性の場合には廃棄処分をお願いする。

ウ 保管上の問題

岐阜養鶏農協の飼料用米は乾燥粳米の状態ですべてフレコンに詰め保管される。保管庫では通常、2～3 段積みにして保管する。15%以下に十分乾燥した粳米であれば常温で通年保管は可能である。積み上げには風通しも考えて余裕をもって整理する。常温保管で問題となるのは、気温や湿度が高くなる 4 月以降に虫が湧くケースがある。又、ネズミによる食害も注意する必要がある。保管庫には必ず数多く粘着板を設置し防御する。保管面積の計算は、フレコンの底辺は 90cm² であるので、フレコンのふくらみを考えて、1 m 平方の面積と、120cm ほどの高さを考えて決める。

岐阜養鶏農協の種鶏用飼料原料になる粳米は、常温保管の問題を回避するために保冷庫を持つ営業倉庫にて通年保管を行っている。4 月から 10 月までの間は 14℃で保管されるので虫の発生も抑えられ、又、通常、隔離された空間に置かれているのでペストコントロール対策も十分である。但

し、営業倉庫の出し入れにそれぞれ約1円/kgの手数料がかかり、又、保管費用も月間約1円/kg、気温の高い期間はこの30%増しのコストがかかるので十分計算しながら営業倉庫の活用は考える必要がある。

営業倉庫活用の利点のもう一つは、農政局地域センターへの飼料用米管理報告が容易である。

エ 飼料用米（粳米）の規格基準

アメリカのトウモロコシには規格基準（Yellow Corn Grade #1～#3）が設けられており、又、日本の主食用米にも規格があるので、一般市場での売買が一定ルールのもとで行うことができる。粳米の規格基準についてはまだ公的なものはない。水分含量や粗蛋白質、異物混合率やカビ毒含有量等の規格基準があれば、耕種農家と畜産農家の取引が信頼性をもって行われるようになり、この点の公的規格を望んでいる。

⑥岐阜県の飼料用米利活用に向けた課題

ア 消費者も望む飼料用米補助金政策

岐阜養鶏農協は、岐阜県内でいち早く飼料用米の利活用を養鶏場で行い、粳米で十分利用可能である確証を得たので、その後の利活用も、より多くの養鶏農家に飼料用米を使っていただくよう、岐阜県飼料用米利用促進協議会事務局を組合内に設け、幅広く活動をしてきた。結果として、多くの養鶏農家のもとに飼料用米が流れ、飼料用米をごく普通の国産穀物飼料として配合し、中には、生活協同組合と連携してお米のたまごの差別化を図る養鶏場も出て来ている。生活協同組合コープぎふの消費者・組合員はそのような畜産農家の生産するたまご（例 さくら米たまご）を地産地消の食料自給率に貢献する農業と食の関係と認識して、田植えや稲刈りには毎年、2カ所で耕種農家、畜産農家、行政、JA、岐阜養鶏農協と共に集まり、交流会を行っている。岐阜県では、養豚農家、酪農農家や組合にも独自の進化をして消費者と共に飼料用米の活用が盛んになっている。

国の飼料用米の取組みが単なる休耕田や転作作物の対策事業として補助金が出されているだけではなく、日本人の農業と食の安全性や安心感、そして海外事情に左右されなく安定して供給できる国産飼料として畜産農家も消費者もこの先継続して飼料用米の利活用を続けていける抜本的政策を望んでいる。

イ 飼料用米を飼料原料として柔軟に扱える法的枠組み

飼料用米は新規需要米の法的枠組みの中で、耕種農家と実需者の契約によって作付面積と数量が決まり、基本的に全量引き取りとなっている。岐阜養鶏農協は、飼料用米の利活用拡大の目的のため多くの養鶏農家や酪農農家への仲介を3者契約の形で行って来た。この取り組みの中で常に問題となるのは、耕種農家の生産する飼料用米の量と養鶏農家が希望する必要量とが必ずしも一致しなく、又、収穫時にその差が大きく食い違うこともある。又、新規に飼料用米に取組みたい養鶏場が現れた場合に即対応が難しい問題がある。岐阜養鶏農協はそのような場合に、調整役として役割を果たそうとするが、新規需要米の転売禁止の条項から、調整に大変手間取ることが多い。飼料用米を国産飼料原料として定着化させる上でも、又、流通コストを低くしてこのような調整がスムーズに出来る新たな枠組みを国として考えていただくと、より国産飼料原料としての重要性が活かされてくると考える。

8 その他

(1) よくある質問と回答 (Q & A)

①質問

品種について

- Q1) 飼料に用いる多収品種の特徴は？
- Q2) 多収品種のいもち病の耐病性は十分か？
- Q3) 多収品種の耐虫性は十分か？
- Q4) 多収品種の耐冷性は十分か？
- Q5) 多収品種の脱粒性は問題にならないか？
- Q6) 多収品種と食用品種を識別するにはどうすればよいか？
- Q7) 多収品種は食用品種と交雑しないか？
- Q8) 多収品種には除草剤の薬害が出る品種があるか？
- Q9) 休眠性が強い「タカナリ」、「もちだわら」、「北陸 193 号」の休眠打破の具体的な方法は？

栽培について

- Q10) 多収品種の栽培で、食用品種との違いは？
- Q11) 多収栽培の作期設定方法は？
- Q12) 粗玄米重と精玄米重はどのくらい違うのか？
- Q13) 玄米の千粒重を参考に多収品種の播種量を決めるとされているが、籾重では？
- Q14) 多収品種では、肥料や堆肥の施用量が違うのか？
- Q15) 多収栽培での堆肥利用の留意すべき点は？
- Q16) 鶏ふん堆肥の場合、期待するような肥効が得られない場合があるが？
- Q17) 飼料用米のタンパク含有率を上げることは可能か？
- Q18) 多収品種で取組可能な低コスト栽培技術とは？
- Q19) 直播栽培において、多収品種では食用品種と目標とする苗立ち数が違うか？
- Q20) 鉄コーティング直播栽培で留意すべき点は？
- Q21) 移植栽培において、多収品種は食用品種と目標とする生育指標が違うのか？
- Q22) 乳苗移植技術の特徴は？
- Q23) 多肥栽培を行うと肥料成分の流亡により環境への影響が大きくなるのでは？

農薬使用、病害虫、雑草について

- Q24) 飼料用米に対する農薬使用基準は？
- Q25) スルホニルウレア系除草剤(SU 剤)とはなにか？
- Q26) 4-HPPD 阻害型除草剤(ベンゾビシクロン、メソトリオン、テフリルトリオン等)とはなにか？
- Q27) 飼料に用いる多収品種の栽培で特に気をつける病害虫対策とは？

収穫、漏生イネ対策について

- Q28) 多収品種を作付した翌年に食用品種を作付する際の混ざりを抑えることが可能か？
- Q29) 漏生イネに有効な除草剤対策はなにか？
- Q30) 立毛乾燥では、どの程度まで水分を低下させることができるか？
- Q31) 飼料に用いる多収品種の収穫ではコンバイン作業が思うように進まないが？

家畜への給与について

- Q32) 反すう家畜に飼料用米を多く与えすぎると、ルーメンアシドーシスになると言われることがあるが、発症事例はあるのか？どのような病気か？
- Q33) 稲こうじ病に罹病した粳米を牛に給与した場合の影響は？
- Q34) 稲こうじ病に罹病した粳米を鶏に給与した場合の影響は？
- Q35) 乳牛および肉牛用の飼料米入りペレット飼料は販売されているか？
- Q36) 肥育豚に飼料用米を 30%以上給与すると、増体は速いが「肉のしまり」が低下しないか？
- Q37) ソフトグレインサイレージは豚に給与できるか？

②回答

Q1) 飼料に適する多収品種の特徴は？

飼料として利用する玄米や子実が多収であることが大きな特徴で、穂が大きい特徴がある。多収でも十分な耐倒伏性を確保できるように稈が強く、いもち病や白葉枯病に抵抗性であることが多い。玄米品質が低い品種や大粒や長粒の品種も多いので食用品種との識別が可能な品種が多い。

Q2) 多収品種のいもち病の耐病性は十分か？

いもち病真性抵抗性については、食用品種が持つ *Pii, Pia* 以外の真性抵抗性を複数持つと推定される多収品種が多い。どの真性抵抗性遺伝子を持つかは不明であるが、真性抵抗性を有するので親和性のある菌系が出現するまでは、いもち病には罹病しない。しかし、親和性菌の出現により罹病化が始まると、圃場抵抗性が弱い場合は急激に発病するので、多収品種のいもち病の発生情報があれば、罹病性の食用品種と同様の薬剤防除を行う必要がある。

Q3) 多収品種の耐虫性は十分か？

現在育成された多収品種は、全て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、イネツトムシやコブノメイガ、フタオビコヤガ、ニカメイチュウなどの鱗翅目害虫の食害を受けることもあるので、地域の防除水準等を参考に適切な防除を行う必要がある。ただし、農薬使用のあたりは 8-(2) 項「飼料用米生産における農薬使用」を参照する。

Q4) 多収品種の耐冷性は十分か？

「みなゆたか」は耐冷性が強いが、「べこごのみ」、「ふくひびき」、「べこあおば」、「夢あおば」、「クサユタカ」の耐冷性は弱く、「きたあおば」の“やや強”も北海道の食用品種に比べれば冷害に弱い。これらの多収品種を冷害の常発地域に導入する場合には、移植時期をずらす等の対策が必要である。

Q5) 多収品種の脱粒性は問題にならないか？

脱粒性は“難”の品種が多いが、“やや難”の品種では刈り遅れると脱粒することがあるので、イネの状態をよく観察し脱粒による収量の損失を大きくしないようにする。

Q6) 多収品種と食用品種を識別するにはどうすればよいか？

「タカナリ」、「北陸 193 号」、「ホシユタカ」等は玄米の形、「モミロマン」は玄米の品質、「べこあおば」、「クサユタカ」、「ホシアオバ」等は玄米の大きさ(玄米千粒重)により食用品種と識別できる。また、「クサホナミ」は毛茸(葉身の表面の毛が少なくザラザラしない)で、他の品種との識別が可能である。「モミロマン」、「タカナリ」、「ミズホチカラ」は、4-HPPD 阻害型除草剤(ベンズビシクロン、メソトリオン、テフリルトリオン等)感受性による識別も可能である。

Q7) 多収品種は食用品種と交雑しないか？

多収品種と食用品種の交雑は、異なる食用品種間の交雑対策と同様で、多収品種のための特段の

注意は不要である。イネの交雑率は通常 1%以下と低く、多収品種と食用品種の間でも通常の交雑率は低い。出穂期の近い多収品種と食用品種を隣接して栽培しても通常は問題にならない。ただし、糯品種の場合にはキセニアが起るので、主食用米の場合と同じく、糯品種と隣接して粳の多収品種を作付することは避ける必要がある。現在の多収品種は耐冷性が弱いものが多いが、冷害による不稔が多発した場合には、多収品種が食用品種の花粉を受けて交雑しやすくなる場合も考えられる。

Q8) 多収品種には除草剤の薬害が出る品種があるか？

食用品種では薬害発生例が知られていない4-HPPD阻害型除草剤(ベンゾピシクロン、メソトリオン、テフリルトリオン等)に対して、本マニュアルで取り上げた多収品種の「モミロマン」、「タナカリ」、「ミズホチカラ」以外に、「おどろきもち」、「ハバタキ」、「ルリアオバ」は感受性で、白化・枯死を伴う薬害が発生する。これらの品種を作付する場合には、当該成分を含有する除草剤を使用しないよう注意が必要である。

Q9) 休眠性が強い「タカナリ」、「もちだわら」、「北陸 193 号」の休眠打破の具体的な方法は？

「タカナリ」「もちだわら」については、種子を十分に乾燥した後、50℃で 5 日間の乾熱処理により休眠を打破することが可能である。加熱処理をする施設がない場合には、前々年度産の種子を貯蔵しておき、休眠が弱くなってから使用する。

「北陸 193 号」については休眠が深い場合が多いが、種子の水分含量を 15%程度に調整後、60℃、乾燥条件で 4~7 日間の休眠打破処理より改善を図ることができる。この場合、定温庫内の金属床・棚に直接種子が接しないようにする。また、上記の 50℃、5 日間の乾熱処理法も適用されている。

Q10) 多収品種の栽培で、食用品種との違いは？

多収品種も食用品種と栽培体系は基本的に同じで、稲作農家は新たな収穫機械等を導入する必要はない。玄米収量を上げるためには、食用品種よりも肥料を多く施用する必要がある。多収品種はいずれも頑丈で倒伏に強いので、多肥栽培でも食用品種ほど倒伏の心配はない。場所にもよるが、施肥量は食用品種の 6~10 割増でも大丈夫である。田植え以降にいかに茎数を確保するかが、多収栽培のための重要なポイントになる。追肥は様子を見ながら 2~3 回に分けて行くと、効果がある。また、大粒品種では同じ重さでも種子の粒数が少なくなるので、育苗箱への播種重量を食用品種より表1-2の粒重比に応じて増やす。

Q11) 多収栽培の作期設定方法は？

多収品種の作期は、食用米への粳・玄米混入を防ぐ観点等から、「食用米と収穫・乾燥・調製作業が競合しない」ことを原則に設定する。飼料用米専用の機械・施設類を準備できれば話は別だが、現状ではほとんどが食用米と共用なので、このような措置が必要となる。したがって理論的には作期の類型は、①食用米収穫以前に収穫する作期(早生品種収穫前)、②食用米の早生品種と中生品種、中生品種と晩生品種の収穫のわずかな隙間に収穫する作期、③食用米収穫終了後に収穫する作期、の3つである。しかし、①と②は飼料用米を扱った後、機械・施設の掃除が必要であることや収穫時期の余裕が少ないことから現実的でなく、実用上は③の設定が適する。この前提に立ち、地域の主力品種よりも熟期の遅い品種を用いる、遅植えや直播栽培で熟期を遅くする、あるいは熟期が同じかやや早くても遅刈りできる品種(耐倒伏性強、穂発芽性難)を用いるなどの工夫により、食用米より収穫が遅くなるよう作期を設定する。用いる品種の熟期、遅植えや直播栽培時の出穂期・熟期の変化、遅刈りへの適応性等については、1-(3)項に示した品種育成場所に問い合わせいただきたい。

Q12) 粗玄米重と精玄米重はどのくらい違うのか？

砕け米や未熟米等の篩で選別される屑米を含む粗玄米重と、屑米を含まない精玄米重の差は食用

品種の場合は 5%以下の場合が多いが、「きたあおば」、「モミロマン」、「ミズホチカラ」では、10%程度の屑米が含まれている。飼料用の米としては、これらの屑米も利用できるので粗玄米重が重要である。

Q13) 玄米の千粒重を参考に多収品種の播種量を決めるとされているが、籾重では？

籾重と玄米重は、籾重が 1 の場合は、玄米重が 0.8 程度になる関係が知られており、玄米千粒重を基に播種量を定めることができる。表1-2の粒重比が 110 以下であれば、調整の必要はないが、例えば「夢あおば」であれば 129 であるので、播種する種子の重量を 30%程度増やす必要がある。

Q14) 多収品種では、肥料や堆肥の施用量が違うのか？

多くの多収品種は乾物生産能力が高く、稲姿は食用品種よりも長大かつ強勢で、単位面積当たり乾物重や籾数が多い特性を有する。こうした特徴は多肥条件下ではじめて十分に発揮され多収に結びつくので、食用米に対する施肥基準をそのまま適用すると多収は望めない。一般に施肥量は食用品種の 1.6~2 倍とされているが、土壌の種類や地力等によっても異なるので、はじめて栽培する場合は 1.6 倍程度から試みるのが妥当である。堆肥の施用量も同様に食用米よりも多くすることができるが、耐倒伏性が強い多収品種といえども、極端な多肥や堆肥施用量では倒伏が発生するとともに病害虫への抵抗力も弱くなるので注意する必要がある。堆肥の多量施用は土壌還元を招き根に障害を与えることもある。

Q15) 多収栽培での堆肥利用の留意すべき点は？

多収品種の栽培で家畜ふん堆肥を施用する場合、食用品種では倒伏や食味等の関係で例えば牛ふん堆肥を 1~1.5t/10a 程度に抑えるが、多収品種ではこれよりも増やせる。多収品種栽培において、副産物の稲わらの収集を行うと、地上部を全て系外に搬出してしまうので、ホールクroppサイレージ用品種と同様に土壌肥沃度維持のためにも、地力の低い水田では 2t/10a 程度を施用する。なお、堆肥の大量施用は直播栽培では出芽に悪影響を及ぼす場合があるので避ける。家畜ふん堆肥には様々な種類があるので、畜種や副資材の種類、熟成期間などを考慮して施用する。一次発酵を経た中熟堆肥や完熟堆肥であれば、多収品種による堆肥中窒素利用率は施用から代かきまでの期間が短いほど高くなる。特に、高温となる一次発酵は病害虫や雑草の蔓延防止に必須であり、一次発酵を行った堆肥を施用する。

Q16) 鶏ふん堆肥の場合、期待するような肥効が得られない場合があるが？

鶏ふん堆肥では、肥効率による施肥設計をしても初期の生育では葉色が淡く経過したり、また、生育中盤以降に肥効が残って追肥量や追肥時期の判断が難しくなる場合がある。これは、鶏ふん堆肥の場合、窒素含量や窒素肥効の変動が大きいことや、畑条件に比べ微生物活性の低い水田条件では尿酸分解の遅延などにより、窒素肥効の見極めが難しいためと考えられる。鶏ふん堆肥を製造する際、堆肥化の過程で有機物の分解が進むほど施用後の窒素肥効は小さくなるので、堆肥化の日数や季節も窒素肥効に影響する。従って、鶏ふん堆肥を基肥として利用する場合には、資材の肥効率の判断を慎重に行うことや鶏ふん堆肥による窒素代替率を大きくとらないなどの注意が必要となる。

Q17) 飼料用米のタンパク含有率を上げることは可能か？

飼料用米は高タンパクであったほうが飼料としての栄養価値が高い。玄米タンパク含有率を上げるためには多肥栽培や家畜ふん堆肥の施用が有効で、耐倒伏性の高い多収品種利用を前提として食用米の一般的な基準 6%程度に対し 7~8%程度に増やすことができる。穂揃期追肥(いわゆる実肥)など出穂前後の追肥の効果も高い。ただし、耕畜連携を前提とした場合の家畜ふん堆肥の施用以外の肥料費や追肥作業など施肥に係るコストも増えるので、実施する場合はこれらを考慮した上で判断する必要がある。

Q18) 多収品種で取組可能な低コスト栽培技術とは？

直播栽培、乳苗栽培、疎植栽培などがある。詳しくは2-(3)低コスト栽培の項を参照する。さらに、低コスト栽培のためには、例えば単一成分の農薬、化学肥料など価格の安い資材を用いる、耕畜連携のもと堆肥・液肥の使用で化学肥料を節減する、立毛乾燥する、などのきめ細かなコスト低減策をいくつも組み合わせることが肝要であり、いずれもこのマニュアルに記述している(2-(2)地域別栽培法、2-(4)堆肥、液肥の活用、2-(7)収穫、乾燥の項を参照)。

Q19) 直播栽培において、多収品種では食用品種と目標とする苗立ち数が違うのか？

多収品種のうち、穂重型や極穂重型の品種は分けつ発生数が少ない傾向がある。このような品種では、食用米生産の場合と同じ苗立ち数目標だと単位面積当たり穂数や粒数が不足し、多収を確保できない場合が多い。また、北陸地方で普及している食用コシヒカリ直播では、あえて苗立ち密度の目標値を低く設定し、株の発育を促すことで品種の耐倒伏性の弱さを補っているが、同じ基準を耐倒伏性の強い多収品種に適用することは適切ではない。北陸での食用コシヒカリ直播の苗立ち目標は70~80本/m²程度であるが、多収品種の「夢あおば」では最低限が70本/m²以上、目標は120本/m²以上としている。このように、用いる多収品種に応じた苗立ち数を目標とする必要がある。

Q20) 鉄コーティング直播栽培で留意すべき点は？

鉄コーティング種子を用いた湛水直播技術は、浸種催芽処理をした種子を鉄粉でコーティングして乾燥させて保存しておき、土壌表面に播く技術である。鉄コーティングにより、重いため水中で浮かない、硬くてスズメの食害を受けにくい、農閑期に作りおきできるなどのメリットがある。しかし、種子コーティング作業中に鉄粉が錆びる時に発熱するので種子を傷めないように苗箱に広げること、酸素発生剤でコーティングした種子に比べて発芽と初期生長が遅く苗立ちの安定性が低いこと、土中播種に比べて倒伏しやすいことなどに留意する必要がある。

Q21) 移植栽培において、多収品種は食用品種と目標とする生育指標が違うのか？

食用米の生育時期ごとの生育指標(草丈や茎数、葉色)や収量構成要素目標(穂数、1穂粒数、m²当たり粒数、登熟歩合、千粒重等)は、①倒伏を発生させない、②良食味・高品質を確保する、③一定水準の収量を確保する、などの点に留意して設定されている。耐倒伏性が強く、多収確保が最重要目標であり、タンパク含有率や白未熟粒率など食用としての食味・品質間連形質を考慮する必要のない飼料用米では、当然ながらこれらの目標値は違ってくる。一例を挙げると、北陸地方の食用コシヒカリでは、玄米タンパク含有率の抑制ならびに最近問題となっている高温登熟による白未熟粒発生への対応から、m²当たり粒数の目標値を28,000~29,000粒程度としている。しかし、この水準では飼料用米では多収確保は望めない。700kg/10a レベル以上を確保するためには最低限35,000粒程度は必要となる。

Q22) 乳苗移植技術の特徴は？

乳苗移植は葉齢が少ない乳苗を移植する技術で、育苗期間が短いため育苗施設の効率的利用が可能。一般に、イネの茎数、粒数が増加しやすく、増収しやすい特徴を備えている。また、苗のマット強度を得るために専用のロックウールマットを用いることで、育苗箱の重量が軽くなるメリットもある。これまで食用品種の場合には、粒数が過剰となることによる品質低下や倒伏を招く場合もあり、定着していませんでしたが、飼料用米生産のための多収品種栽培では、収量性も良い結果が得られている(2-(3)-②項参照)。直播機等の設備投資も不要であり、低コストにもつながる技術と考えられる。

Q23) 多肥栽培を行うと肥料成分の流亡により環境への影響が大きくなるのでは？

各地で実施された調査から、水田からの水質汚濁負荷は代かき~移植期が大きいとされている。これ

は、i)基肥として施用された肥料、堆肥の成分や、ii)代かきなどによって懸濁した土壌粒子などを含む田面水が、漏水や移植前の強制落水などによって水田外に排出されるためである。多肥栽培では、移植前の強制排水をしない浅水代かきや強制排水量の抑制、土壌粒子が沈降するのを待ってから落水など、水質環境に配慮した水管理への配慮も大切である。水田排水が湖沼などの閉鎖水系に流れ込む場合など、肥料成分の流亡の影響が懸念される場合には、肥料成分の流亡を削減できる、側条施肥や緩効性肥料の利用なども有効と考えられる。

Q24) 飼料用米に対する農薬使用基準は？

農薬登録上の作物として「稲」に登録がある農薬を使用することができるが、ラベルに記載されている薬剤の使用法、使用量等の農薬使用基準を遵守することが不可欠である。さらに、飼料用米の安全を確保するため、以下の対策により農薬残留の低減措置を図る。詳しくは8-(2)項を参照。

①飼料用米について、出穂以降に農薬の散布を行う場合には、家畜へは粃摺りをして玄米で給餌すること

②粃米のまま、もしくは粃殻を含めて家畜に給餌する場合には、出穂以降の農薬の散布は控えること。

③但し、以下の農薬成分については、上記①及び②の措置を要しないこと

ACN(キノクラミン)、BPMC(フェノブカルブ)、PAP(フェントエート)、アジムスルフロン、アゾキシストロビン、イソチアニル、イソプロチオラン、エチプロール、オキシロニック酸、オリサストロビン、カルフェントラゾンエチル、クロチアニジン、クロマフェノジド、シハロホップブチル、シメコナゾール、シラフルオフエン、チアメキサム、チオファネートメチル、ヒドロキシイソキサゾール、フェリムゾン、ブプロフェジン、フラメピル、フルセトスルフロン、フルトラニル、プロベナゾール、ペノキススラム、マラソン(マラチオン)、メトキシフェノジド、メミノストロビン及びメプロニル

(農林水産省「飼料として使用する粃米への農薬の使用について」の一部改正について(平成 25 年 10 月 30 日付、農林水産省消費・安全局および生産局の関係 4 課長連名通知)。

Q25) スルホニルウレア系除草剤(SU 剤)とはなにか？

スルホン酸と尿素が結合した化学構造を持つ除草剤の総称で、ベンスルフロンメチル、ピラゾスルフロンエチル、イマズスルフロン、アジムスルフロンなどがある。必須アミノ酸の生合成に関与するアセト乳酸合成酵素(ALS)の働きを阻害することで除草効果を発揮する。極めて少ない有効成分量で除草活性を示すこと、幅広い殺草スペクトルを示し多年生雑草を含む多くの雑草の防除に有効であること、作物・雑草間で高い選択性があることなど、作物栽培の除草剤成分として優れた特性を有している。ノビエに対する除草効果が低いので、通常はノビエ対象成分と組合せて一発処理除草剤の広葉雑草、カヤツリグサ科雑草対象成分として利用される。

Q26) 4-HPPD 阻害型除草剤(ベンゾビシクロン、メソトリオン、テフリルトリオン等)とはなにか？

ビシクロオクタン系の白化型除草剤成分。植物特有のカロチノイド合成酵素の働きを助ける補酵素(プラストキノン)の生合成に関わる酵素である 4-HPPD を阻害することにより、処理後の雑草の新葉に白化症状が現れて枯死させる。多年生雑草を含む多くの雑草種に効果があるが、スルホニルウレア系除草剤に抵抗性を有する水田雑草(特にイヌホタルイ)に卓効を示すSU抵抗性雑草対策成分として多くの一発処理剤や初期剤に利用され広く普及している。ベンゾビシクロンを含む水稲除草剤は多いが、一発処理剤のイッテツ、オークス、キチット、サスケーラジカル、シリウスターボ、スマート、ダブルスターSB、テラガードなどの各種剤型(フロアブル、1キロ粒剤、ジャンボ、250 グラム)が一般によく使われている。一部の多収品種では、本成分に対する感受性が極めて高いことが報告されている(2-(6)項を参照)。ベンゾビシクロンを含む除草剤は多く、今後も新たな除草剤が開発されることが予想されるので、

除草剤の使用にあたっては販売会社や公的な普及機関等を通じて含有成分をよく確認すること。

Q27) 飼料に用いる多収品種の栽培で特に気をつける病害虫対策とは？

飼料用米生産では食用米ほどの品質は求められないが、周辺栽培圃場の伝染源圃場となつてはならない。薬剤散布を行う場合、食用品種栽培の防除に準じ、要防除水準に基づき的確に防除する。しかし、粳米のまま、もしくは粳殻を含めて給与する場合には、農薬残留の低減措置を図る。詳しくは8-(2)項を参照する。いもち病や斑点米カメムシ類などの薬剤防除適期は穂揃い期であることから、病害虫の被害が大きい場合や周辺圃場への伝染源になると予測される場合は、出穂期以降の適期にも薬剤散布を行い、その後の給与方法については8-(2)項を参照する。

Q28) 多収品種を作付した翌年に食用品種を作付する際の混ざりを抑えることが可能か？

ある食用品種から別の食用品種を栽培する食用品種の品種交換と同様であり、多収品種のための特段の注意は不要である。脱粒性が“やや難”の品種については、こぼれ種子を増やさないため、刈り遅れないように注意する。また、次年度の食用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水稲用除草剤で枯らす。「モミロマン」、「タカナリ」、「ミズホチカラ」は、4-HPPD阻害型除草剤(ベンゾピシクロン等)を含む除草剤による除去も可能。圃場で漏生株がみられた場合には鎌で刈り取る。

Q29) 漏生イネに有効な除草剤対策は？

多収品種を作付けた翌年に食用品種を栽培する場合は移植栽培とし、プレチラクロールやブタクロールなどを含む初期除草剤を代かき後または移植後に散布し、シメトリンなどを含む中期除草剤をあわせて体系使用することが有効である。また、暖地や温暖地では移植時期を遅くすることによって漏生イネを十分に発生させ、それを非選択性除草剤(グリホサートイソプロピルアミン塩液剤等)などによって防除することも可能である。

Q30) 立毛乾燥では、どの程度まで水分を低下させることができるか？

出穂後の天候(気温と日射量)によって期間は変動するが、一般的には出穂後の積算気温が1400℃程度で籾水分が20%以下まで低下する。その後は低下速度が鈍り、約16%台で平衡に達して、乾燥期間を長くしても籾水分は変化しなくなる。脱粒性と耐倒伏性に留意して乾燥期間を調整することが重要となる。倒伏してしまうと乾燥の進行は望めないため、倒伏の懸念が生じたときには早急に収穫する。

Q31) 飼料に用いる多収品種の収穫ではコンバイン作業が思うように進まないが？

飼料に適する多収品種は食用品種と比べて籾とわらが多く、また茎も固くて太いため、コンバインへの負荷が大きくなる。そのため、食用品種の自脱型コンバイン作業に比べて、刈り取り条数を減らすとともに、食用米収穫よりも作業速度を落として作業を行うことが必要な場合がある。

Q32) 反すう家畜に飼料用米を多く与えすぎると、ルーメンアシドーシスになると言われることがあるが、発症事例はあるのか？、どのような病気か？

わが国ではこれまで牛の飼料中の濃厚飼料の一部(乾物で10~45%)を飼料用米で代替した給与試験が行われているが、ルーメンアシドーシスが発症したという報告例はない。

ルーメンアシドーシス(英:ruminal acidosis)とは、第一胃(ルーメン)内において乳酸や揮発性脂肪酸などが異常に蓄積することによってルーメン内のpHが低下する疾病である。通常、ルーメン内のpHは6~7程度に保たれているが、消化されやすい炭水化物(穀物など)の急激な大量摂取などによりルーメン内発酵が進むと、pHが5付近からそれ以下に低下し、ルーメン内微生物の数と種類が減少する。軽症の場合、食欲減退、ルーメン運動の低下、乳量の減少、乳脂率の低下、灰白色の軟便などが起こる。

重症の場合は、脱水による眼の陥没、起立不能などが起こり、死亡することもあります。治療法として、軽症の場合はまず原因となった飼料の給与を中止する。また、胃洗浄や胃切開により内容物を取り除き、洗浄後に健康牛のルーメン内容物を投与する。重症の場合は、ルーメン内を中和するため重炭酸ナトリウムなどの投与や、脱水状態と血液酸性の緩和、乳酸の代謝促進のため糖加リンゲル液、チアミンなどの投与を行う。

Q33) 稲こじ病に罹病した粃米を牛に給与した場合の影響は？

罹病粃米の牛への給与試験は実施されていないが、罹病稲から調製した WCS の給与試験では、高度に罹病した飼料稲から調製した WCS を育成牛あるいは泌乳牛へ通常の給与割合で給与してもほとんど影響がなかった。このことから、粃米を牛に給与する場合も、総飼料中のウスチロキシン A(粃米かび毒量のマーカー)濃度として育成牛で 19 mg/kg、泌乳牛で 7 mg/kg 以下の罹病粃米であれば、問題ないと考えられる。ただし、罹病粃米を一定量以上給与すると、牛が忌避して飼料摂取量が減少する可能性があるので注意する必要がある。なお、稲こじ病の罹病粃米を給与しないためには、圃場での発症を抑制することが重要であり、玄米に調製することにより混入を抑制することが可能である。

Q34) 稲こじ病に罹病した粃米を鶏に給与した場合の影響は？

罹病穂のみを粉碎して配合飼料に 10%混合して産卵鶏に給与した実験では、鶏の生産性には影響が見られなかった。高度に罹病した稲でも、すべての穂が罹病している可能性は低い。したがって、産卵鶏用飼料への粃米混合割合が 10%以下であれば、鶏の生産性に影響はないと思われる。なお、稲こじ病の罹病粃米を給与しないためには、圃場での発症を抑制することが重要であり、玄米に調製することにより混入を抑制することが可能である。

Q35) 乳牛および肉牛用の飼料米入りペレット飼料は販売されているか？

国産飼料用米の入ったペレットを加えた配合飼料は、すでに乳牛や肉牛向けに製造・販売されている事例が散見されます。いずれも購入者(畜産団体)の要請に基づいて製造が行われていますので、飼料会社とペレットもしくは配合飼料中の飼料用米割合、年間製造量、飼料用米の調達・保管方法などの協議が必要になってきます。これらの事例では、現在のところペレット中の「玄米」割合は 10%前後で、配合飼料中となるとその割合はさらに低いのが現状です。研究分野ではペレット中の「玄米」割合を高めた場合の泌乳試験が行われています。

Q36) 肥育豚に飼料用米を 30%以上給与すると、増体は速いが「肉のしまり」が低下しないか？

1970～80 年代、玄米を 80%まで配合して肥育豚に給与する実験が実施されました。玄米を配合した飼料を給与したほうが、対照飼料と比較して日増体量の平均値は高かったものの、その差は小さながいと判断されました。(大武ら 1971 日本畜産学会報 42, 551-558、小林ら 1984 埼玉県畜産試験場研究報告 22, 20-29)。最近では、玄米を 30%配合した飼料を給与した肥育豚の増体が、慣行飼料を給与したものよりも高かったことも報告されています(勝俣ら 2009 日本畜産学会報 80, 63-69)。

一方、平成 22 年度から実施している「国産飼料プロ」においても、配合割合が 30%を超える飼料用玄米の多給試験が実施されており、飼料用玄米の給与で増体が速くなった例は 4 例のうち 1 例ありました。しかし、他の 3 例では、飼料用玄米を多給すると日増体量が高くなるという結果は得られませんでした。そのため現段階では、「飼料用玄米を 30%以上配合して肥育豚に給与しても、必ずしも増体が速くなるとはいえない」と結論しています。もちろん、増体が悪くなることもありません。

「肉のしまり」については、ドリップロスやクッキングロスを調べていますが、飼料用玄米給与による明確な影響はありません。今後も、生産現場での実証試験に移行しつつ、継続してデータが取得される予定です。

Q37) ソフトグレインサイレージは豚に給与できるか？

豚に給与することは可能。ただし、以下の点に注意が必要である。

1) 給与する際には、粉砕が必須である。乾燥工程なしで有機酸添加もしくは乳酸発酵により調製保存した粃米のサイレージを、粉砕せずにブタに給与した場合、ほとんど消化されずに糞中に排泄される。粉砕することにより、粃米中の米部分を消化することが可能となり、粃がら部分はほとんど消化されずに糞中へ排泄される。リキッドフィーディングで利用する場合には、湿式破砕ポンプを用いて粃米サイレージを効率的に粉砕することが可能である。

2) トウモロコシの代替として利用する場合、配合率は 25%を上限とする。肥育試験では、粃米サイレージをトウモロコシの代替として飼料中に約 25%配合しても肥育成績ならびに肉質に影響はありませんが、一方、約 50%配合した際には飼料効率の低下や肉質への影響が認められました。これは、粃米サイレージの配合率を高めると、飼料中の粃がらの割合が高くなることが原因と考えられる。

(2) 飼料用米生産における農薬使用

飼料として使用する粳米への農薬使用については、農林水産省「飼料として使用する粳米への農薬の使用について」の一部改正について(平成25年10月30日付、農林水産省消費・安全局および生産局の関係4課長連名通知)にもとづき、以下のとおりである。また、今後、必要なデータが得られれば、適宜、本措置の見直しを行うこととされている。(http://www.famic.go.jp/ffis/feed/tuti/21_658.html)

農薬登録上の作物として「稲」に登録がある農薬を使用することができるが、ラベルに記載されている薬剤の使用方法、使用量等農薬使用基準を遵守することが不可欠である。さらに、飼料用米の安全性を確保するため、以下の対策により農薬残留の低減措置を図る。

1. 飼料用米について、出穂以降(圃場において出穂した個体が始めて確認される時点以降をいう。以下同じ)に農薬の散布を行う場合には、家畜へは粳摺りをして玄米で給餌すること。
2. 粳米のまま、もしくは粳殻を含めて家畜に給餌する場合は、出穂以降の農薬の散布は控えること。
3. 但し、以下の農薬成分については、上記1及び2の措置を要しない。

ACN(キノクラミン)、BPMC(フェノブカルブ)、PAP(フェントエート)、アジムスルフロン、アゾキシストロビン、イソチアニル、イソプロチオラン、エチプロール、オキシリニック酸、オリサストロビン、カルフェントラザンエチル、クロチアニジン、クロマフェノジド、シハロホップブチル、シメコナゾール、シラフルオフエン、チアメトキサム、チオファネートメチル、ヒドロキシイソキサゾール、フェリムゾン、ブプロフェジン、フラメピル、フルセトスルフロン、フルトラニル、プロベナゾール、ペノキススラム、マラソン(マラチオン)、メトキシフェノジド、メミノストロビン及びメプロニル

●殺虫剤

BPMC乳剤
BPMC粉剤
BPMC・PAP粉剤
PAP乳剤
PAP粉剤
エチプロール水和剤
エチプロール粉剤
エチプロール粉粒剤
エチプロール粒剤
エチプロール・シラフルオ
エチプロール・シラフルオ
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
クロマフェノジド水和剤
クロマフェノジド・シラフル
シラフルオフエン乳剤
シラフルオフエン粉剤
チアメトキサム水和剤
ブプロフェジン水和剤
ブプロフェジン粉剤
ブプロフェジン粒剤
ブプロフェジン・BPMC粉剤
マラソン乳剤
マラソン粉剤
マラソン・BPMC乳剤
マラソン・BPMC粉剤
メトキシフェノジド水和剤
メトキシフェノジド粉剤

●殺菌剤

アゾキシストロビン水和剤
アゾキシストロビン粉剤
アゾキシストロビン粉粒剤
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
イロプロチオラン・フルトラニル粒剤
オキシリニック酸水和剤
オキシリニック酸粉剤
オリサストロビン粒剤
シメコナゾール粒剤
シメコナゾール・メミノストロビン粒剤
チオファネートメチル水和剤
チオファネートメチル粉剤
ヒドロキシイソキサゾール液剤
ピロキロン・フラメピル粒剤
フェリムゾン水和剤
フラメピル粉剤
フラメピル粒剤
フラメピル・プロベナゾール粒剤
フラメピル・メミノストロビン粒剤
フルトラニル水和剤
フルトラニル乳剤
フルトラニル粉剤
フルトラニル粒剤
フルトラニル油剤
プロベナゾール粉粒剤
プロベナゾール粒剤
メミノストロビン剤
メミノストロビン粒剤
メプロニル水和剤
メプロニル粉剤

●殺虫殺菌剤

エチプロール・イソプロチオラン粒剤
エチプロール・オリサストロビン粒剤
エチプロール・メミノストロビン粒剤
クロチアニジン・フラメピル粒剤
チアメトキサム・アゾキシストロビン水和剤
ブプロフェジン・BPMC・イソプロチオラン粉剤
ブプロフェジン・BPMC・フルトラニル粉剤
ブプロフェジン・イソプロチオラン・フラメピル粒剤
ブプロフェジン・フルトラニル水和剤
ブプロフェジン・フルトラニル粒剤

●除草剤

ACN剤
ACN粒剤
アジムスルフロン・カルフェントラザンエチル・フルセトスルフロン粒剤
アジムスルフロン・シハロホップブチル粒剤
カルフェントラザンエチル・フルセトスルフロン粒剤
シハロホップブチル乳剤
シハロホップブチル粒剤
フルセトスルフロン水和剤
フルセトスルフロン粒剤
ペノキススラム水和剤

なお、3に関わらず、食用稲と異なる時期(黄熟期等)に収穫する場合は、上記1、2の農薬残留の低減措置を講ずること。

(3) 本文中に例示された農薬の種類、有効成分一覧

	農薬の種類、もしくは有効成分の名称	農薬の名称(商品名)の例
除草剤	グリホサートイソプロピルアミン塩液剤	ラウンドアップ他、多数の薬剤に使用されている。
	ジクロシメット水和剤	デラウスフロアブル、デラウス顆粒水和剤
	シハロホップブチル・ベンタゾン液剤	クリンチャーバス ME 液剤
	シハロホップブチル乳剤	クリンチャーEW
	シメトリン	ザーベックス SM1キロ粒剤、マメットSM2キロ粒剤他、多数の薬剤に使用されている。
	シメトリン・モリネート・MCPB 粒剤	マメット SM1キロ粒剤
	テフリルトリオン	マイティーワン1キロ粒剤、ポッシブル1キロ粒剤他、多数の薬剤に使用されている。
	ダイムロン・ペントキサゾン水和剤	テマカットフロアブル
	ビスピリバックナトリウム塩液剤	ノミニー液剤他
	ピラズレート粒剤	サンバード粒剤
	ブタクロール	マーシェット乳剤他、多数の使用に使用されている。
	プレチラクロール	エリジャン乳剤、ソルネット粒剤他、多数の薬剤に使用されている。
	ベンタゾン	バサグラン粒剤他、多数の薬剤に使用されている。
	ベンゾビシクロン	ショウエース1キロ粒剤他、多数の薬剤に使用されている。
	メトトリオン	マキシーMX1キロ粒剤他、多数の薬剤に使用されている。

(2011年10月、農林水産安全技術センター農薬登録情報検索システムより検索、抜粋)

http://www.acis.famic.go.jp/index_kensaku.htm

(4) 執筆者、編集者一覧

① 執筆者

浅井 英樹	岐阜県畜産研究所	高田 良三	国立大学法人・新潟大学
浅野目 謙之	山形県農業総合研究センター	高平 寧子	富山県農林水産総合技術センター畜産研究所
飯野 幸弘	山形県農業総合研究センター畜産試験場	田川 伸一	清水港飼料株式会社
石田 藍子	(独)農研機構・畜産草地研究所	田村 泰章	(独)農研機構・九州沖縄農業研究センター
井上 秀彦	(独)農研機構・畜産草地研究所	辻本 淳一	宮城県古川農業試験場
浦川 修司	(独)農研機構・畜産草地研究所	豊水 正昭	国立大学法人東北大学
永西 修	(独)農研機構・畜産草地研究所	中井 文徳	徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究所
大川 茂範	宮城県古川農業試験場	中込 弘二	(独)農研機構・近畿中国四国農業研究センター
大下 泰生	(独)農研機構・中央農業総合研究センター	南都 文香	国立大学法人東北大学
大田 哲也	岐阜県畜産研究所 飛騨牛研究部	野中 和久	(独)農研機構・畜産草地研究所
大平 陽一	(独)農研機構・東北農業研究センター	蓮沼 俊哉	富山県東部家畜保健衛生所
大谷 隆二	(独)農研機構・東北農業研究センター	林 怜史	(独)農研機構・北海道農業研究センター
勝俣 昌也	(独)農研機構・畜産草地研究所	原田 久富美	(独)農研機構・畜産草地研究所
加藤 浩	(独)農研機構・作物研究所	樋口 幹人	(独)農研機構・畜産草地研究所
神谷 充	(独)農研機構・九州沖縄農業研究センター	福罵 陽	(独)農研機構・東北農業研究センター
川嶋 賢二	千葉県畜産総合研究センター	藤田 智博	福島県農業総合センター
鬼頭 英樹	(独)農研機構・東北農業研究センター	藤本 寛	(独)農研機構・近畿中国四国農業研究センター
京谷 隆侍	福島県農業総合センター畜産研究所	星 光男	山形県農業総合研究センター養豚試験
後藤 徳彦	岐阜養鶏農業協同組合	松下 浩一	山梨県畜産試験場
小林 良次	(独)農研機構・九州沖縄農業研究センター	松下 景	(独)農研機構・中央農業総合研究センター
小森 正己	岐阜県農政部畜産課	松村 修	(独)農研機構・近畿中国四国農業研究センター
齋藤 早春	北海道立総合研究機構畜産試験場	宮崎 茂	(独)農研機構・動物衛生研究所
齋藤 陽介	宮城県畜産試験場	村上 斉	(独)農研機構・畜産草地研究所
齋野 弘	山形県農業総合研究センター	森 浩一郎	鹿児島県農業開発総合センター
坂口 慎一	岐阜県畜産研究所 飛騨牛研究部	矢内 清恭	福島県農林水産部畜産課
佐々木 良治	農林水産省・農林水産技術会議事務局	山内 敏美	福島県農業総合センター
笹原 和哉	(独)農研機構・中央農業総合研究センター	山内 稔	(独)農研機構・近畿中国四国農業研究センター
澤田 一彦	(株)フリーデン	山口 弘道	(独)農研機構・中央農業総合研究センター
清水 博之	(独)農研機構・北海道農業研究センター	山崎 信	(独)農研機構・畜産草地研究所
鈴木 庄一	福島県農業総合研究センター畜産研究所	山本 泰也	三重県畜産研究所
関 誠	新潟県農業総合研究所畜産研究センター	吉田 宣夫	国立大学法人山形大学
関矢 博幸	(独)農研機構・東北農業研究センター	吉永 悟志	(独)農研機構・中央農業総合研究センター
		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
(株):株式会社

② 編集者

大同 久明	(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
豊水 正昭	国立大学法人東北大学
原田 久富美	(独)農研機構・畜産草地研究所
伊吹 俊彦	(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
加藤 浩	(独)農研機構・作物研究所
吉永 悟志	(独)農研機構・中央農業総合研究センター
永西 修	(独)農研機構・畜産草地研究所
樋口 幹人	(独)農研機構・畜産草地研究所
勝俣 昌也	(独)農研機構・畜産草地研究所
阿部 啓之	(独)農研機構・畜産草地研究所
村上 斉	(独)農研機構・畜産草地研究所

飼料用米の生産・給与技術マニュアル＜2013年度版＞

平成25年12月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

お問い合わせ先

独立行政法人 農業・食品産業技術研究機構 畜産草地研究所
〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768

畜草研ホームページお問い合わせ

<https://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/inquiry/>

編集協力

農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究統括官（食料戦略、除染）室
〒100-8950 東京都千代田区霞ヶ関 1-2-1