

飼料用米の生産・給与 技術マニュアル ＜2015年度版＞



**国立研究開発法人
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）」、「国産農産物の革新的低コスト実現プロジェクト国産飼料分科会（低コストプロ、平成25年）」、「低コスト・省力化、軽労化技術等の開発国産飼料分科会（国産飼料、平成26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、国立研究開発法人 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ことができます。

(http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/project/jiky_pro/059758.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	16
(2)	育苗技術	20
(3)	作業競合回避	22
(4)	堆肥、液肥の活用	24
(5)	病虫害防除	32
(6)	雑草対策	40
(7)	収穫・乾燥	47
(8)	落下種子対策	58
(9)	地域別栽培法	64
(10)	低コスト栽培法	96
3	飼料用米の加工・調製と化学成分	
(1)	加工法	114
(2)	粳米サイレージの調製技術	118
(3)	化学成分組成	120
4	乳牛への飼料用米給与	
(1)	乳牛における栄養価	122
(2)	泌乳牛への給与	128
(3)	育成牛への給与	130
(4)	飼料用米の給与にあたり留意すべき事項	132
(5)	乳牛への給与メニュー例	133
5	肉用牛への飼料用米給与	
(1)	肉用牛における栄養価	140
(2)	肥育牛への給与	142
(3)	繁殖牛への給与	145
(4)	育成牛への給与	146
(5)	飼料用米の給与にあたり留意すべき事項(肥育牛)	147
(6)	肥育牛への給与メニュー例	148

6	豚への飼料用米給与	
	(1) 飼料用米の豚における栄養価と飼料設計	151
	(2) 肥育豚・離乳子豚・繁殖用豚への飼料用米の給与	155
7	鶏への飼料用米給与	
	(1) 鶏における栄養価	168
	(2) 採卵鶏への飼料用米給与	170
	(3) 肉用鶏への飼料用米給与	175
	(4) 飼料用米の給与にあたり留意すべき事項	182
8	稲こうじ病罹病糶の給与による牛および鶏への影響	
	(1) 稲こうじ病とは	185
	(2) 牛への罹病糶給与試験	185
	(3) 罹病糶の牛への給与可能量の見積もり	186
	(4) 鶏への罹病糶給与試験	186
	(5) 罹病糶の鶏への給与可能量の見積もり	186
	(6) ウスチロキシンA測定法	186
	(7) ウスチロキシンの安定性	186
9	飼料用米の生産・給与の取り組み事例（生産現場から）	
	(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	188
	(2) 山形県金山地域における飼料用米の取り組み事例	195
	(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	199
	(4) 山口県(株)秋川牧園における飼料用米の生産・給与事例	206
10	畜種別の飼料用米給与量（まとめ）	
	(1) 一般的に利用可能と思われる飼料用米の配合水準	213
	(2) 研究機関の飼養試験から得られた飼料用米の配合上限値	215
11	その他	
	(1) よくある質問と回答（Q & A）	217
	(2) 飼料用米生産における農薬使用	226
	(3) 本文中に例示された農薬の種類、有効成分一覧	227
	(4) 執筆者、編集者一覧	228

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」、「北瑞穂」、東北地域向け:「べごごのみ」、「みなゆたか」、「いわいだいら」、「ふくひびき」、「べこあおば」、北陸・関東地域～近畿・中国・四国地域向け:「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:「まきみずほ」、「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要視されない。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。今後は、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、広範囲の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」、「北瑞穂」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るように注意する。

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。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	移植期 (月. 日)	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	5.22	8.01	9.27	79	825	126	727	122
(きらら397)	札幌市	5.22	8.01	9.20	69	653	100	595	100
たちじょうぶ	北海道	5.22	8.09	10.10	77	757	135	708	137
(きらら397)	札幌市	5.22	8.02	9.21	67	560	100	517	100
北瑞穂	北海道	5.22	8.01	9.20	87	720	110	627	106
(きらら397)	札幌市	5.22	7.30	9.16	75	653	100	592	100
べこごのみ	秋田県	5.20	7.25	8.31	79	713	106	686	105
(アキヒカリ)	大仙市	5.20	7.29	9.01	75	670	100	652	100
みなゆたか	青森県	5.17	8.06	9.26	78	663	111	612	111
(むつほまれ)	十和田市	5.17	8.06	9.23	73	598	100	553	100
いわいだわら	秋田県	5.19	7.30	9.17	95	855	100	828	99
(ふくひびき)	大仙市	5.19	8.03	9.16	85	859	100	833	100
べこあおば	秋田県	5.22	8.07	9.24	70	753	107	732	106
ふくひびき	大仙市	5.22	8.04	9.12	72	703	100	689	100
夢あおば	新潟県	5.15	7.29	9.10	86	725	96	722	98
ふくひびき	上越市	5.15	7.27	9.07	78	753	100	739	100
ゆめさかり	新潟県	5.17	8.02	9.15	82	781	118	771	119
(ひとめぼれ)	上越市	5.17	8.01	9.11	90	662	100	647	100
タカナリ	茨城県	5.18	8.13	10.01	74	751	122	732	122
ハバタキ	つくばみらい市	5.18	8.09	9.26	80	616	100	598	100
ホシアオバ	広島県	6.09	8.14	10.02	90	-	-	694	129
(日本晴)	福山市	6.09	8.15	9.26	87	-	-	538	100
もちだわら	茨城県	5.17	8.11	10.05	90	891	115	885	116
おどろきもち	つくばみらい市	5.17	8.08	9.26	77	772	100	765	100
北陸193号	新潟県	5.16	8.16	10.04	80	780	118	767	117
(日本晴)	上越市	5.16	8.15	9.27	83	663	100	657	100
モミロマン	茨城県	5.17	8.15	10.09	89	823	138	765	132
(日本晴)	つくばみらい市	5.17	8.17	9.27	90	596	100	581	100
クサホナミ	茨城県	5.17	8.24	10.16	93	727	92	699	94
タカナリ	つくばみらい市	5.17	8.08	9.26	73	787	100	742	100
クサノホシ	広島県	6.09	8.28	10.17	93	-	-	670	119
ホシユタカ	福山市	6.09	8.31	10.18	87	-	-	565	100
まきみずほ	福岡県	6.21	8.28	10.13	102	678	125	-	-
(ニシホマレ)	筑後市	6.21	9.06	10.13	86	542	100	-	-
ミズホチカラ	福岡県	6.19	9.02	10.31	76	725	120	669	117
(ニシホマレ)	筑後市	6.19	9.03	10.22	91	606	100	571	100
モグモグあおば	福岡県	6.21	9.05	10.30	101	724	134	-	-
(ニシホマレ)	筑後市	6.21	9.06	10.14	96	542	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
北瑞穂	やや弱	不明	難	抵抗性	<i>Pia,Pik</i>	やや強	不明	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
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
ふこあおば	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,Pita,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	<i>Pita,Pib,Pi20(t)</i>	不明	罹病性	中	極穂重型	24.1	117
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
まきみずほ	やや強	中	難	抵抗性	不明	不明	抵抗性	不明	極穂重型	36.5	177
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
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、テフリルトリオン、メソトリオンに対する感受性

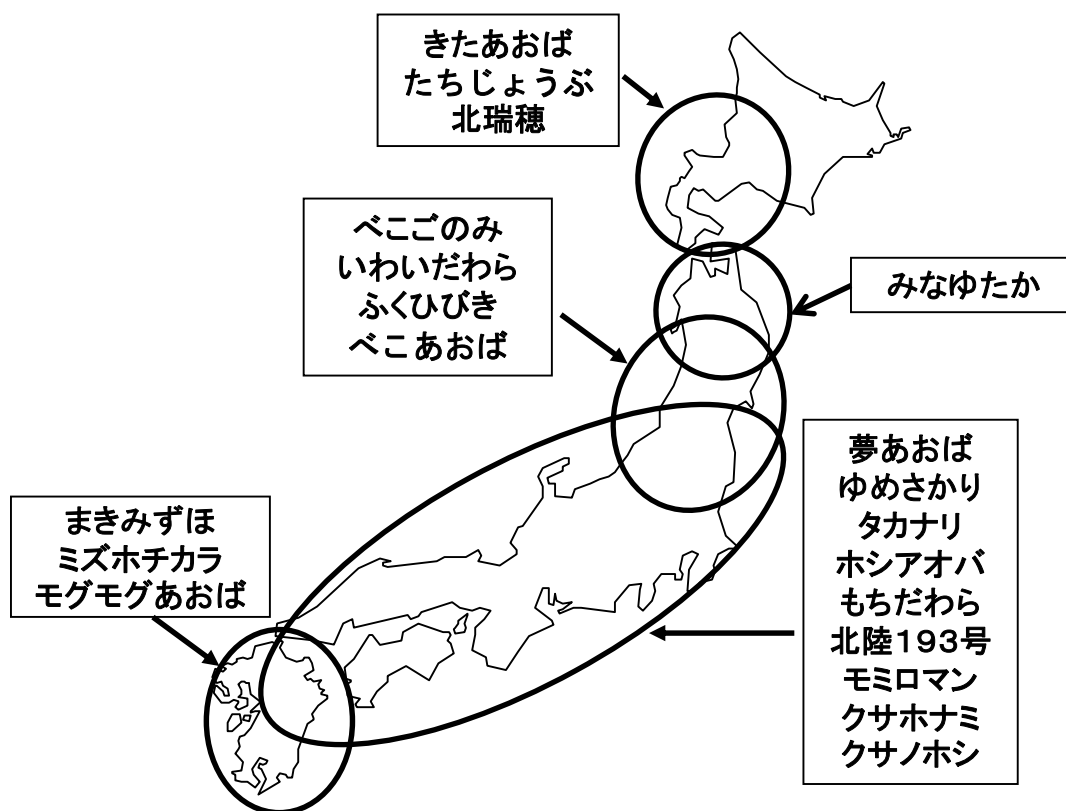


図1-1 飼料に用いる多収品種の栽培適地

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。表1-3～1-8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」、「北瑞穂」

北海道向け品種としては、飼料米用途として中生の「きたあおば」と晩生の「たちじょうぶ」が、米粉加工用途として中生の「北瑞穂」が育成されている。

「きたあおば」

北海道での出穂期は“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。玄米の外観品質は著しく不良で、食用品種と識別できる。

「たちじょうぶ」

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。耐倒伏性は強いため、極多肥栽培にも適する。直播栽培でも倒伏しにくいのが、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、飼料用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、晩生種であるため適地は登熟気温が十分に確保できる地帯に限定される。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。

「北瑞穂」

北海道での出穂期は“中生の早”、成熟期は“中生の中”で、北海道稲作地帯の広い範囲で栽培可能である。育成地における多肥栽培の粗玄米収量は食用品種「きらら397」より10%程度高く、720kg/10aである。いもち病抵抗性は葉いもちが「きらら397」より強い“やや強”、穂いもちと同ランクの“やや弱”である。障害型耐冷性は“強”であり、不稔の発生は少ない。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。

「北瑞穂」は、北海道の品種ではこれまでにない *Wx-a* 遺伝子を持つ高アミロース米品種であり、その特徴を活かして食用・米粉加工用途としての利用も行われている。また、高アミロース米のため、炊飯米は粘りがなく、食用品種と識別できる。

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。

品種名	播種日	移植日	出穂期	成熟期
北瑞穂	4.18	5.22	7.31	9.19
きらら397	4.18	5.22	7.30	9.15
ななつぼし	4.18	5.22	7.29	9.13

注)標肥区2009～2011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」、「ふくひびき」、「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」、「ふくひびき」、中生(「ひとめぼれ」熟期)の「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「夢あおば」、「ゆめさかり」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」

東北の中北部向けの品種である。育成地の秋田県大仙市では「あきたこまち」より出穂期が6日早い“極早”に属する。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。耐冷性は“やや弱”であり、食用品種「まっしぐら」の“やや強”や「あきたこまち」の“中”より弱い。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、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罹病しないが、発生を確認した場合は、食用品種と同様に葉

剤防除を行う必要がある。10℃以下の低温浸種、10 日以上の特期間浸種、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。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。秋田、福島、茨城で奨励品種に指定されている。

「みなゆたか」

北東北(青森・岩手北部)向けの品種である。育成地の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。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。青森県で奨励品種に指定されている。

「いわいだわら」

東北の中南部向けの品種である。育成地の秋田県大仙市において、出穂期は早生に属するが、登熟期間が長いため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」と同等の 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、10 日以上の特期間浸種、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。玄米千粒重が 25.8g 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。

「ふくひびき」

東北の中南部向けの品種である。育成地の秋田県大仙市での出穂期は「あきたこまち」より3日遅い“早生”に属する。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“やや弱”であり、「あきたこまち」の“中”や「ひとめぼれ」の“極強”に劣る。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、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。秋田、山形、福島で奨励品種または準奨励品種等に指定されている。

「べこあおば」

東北の中南部向けの品種である。秋田県大仙市での出穂期は、「ひとめぼれ」と同等の“中生”に属する。粗玄米収量は、「ふくひびき」より6%高く、700kg/10a 以上である。育成地の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 の超多収を記録している。耐冷性は“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。いもち病に関しては、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。「べこあおば」は玄米千粒重が 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が、育苗箱あたりの種子の重量を 50%程度増やす必要がある。種子の予措に関しては、10℃以下の低温浸種、10日以上 の長期間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。秋田、山形、福島、茨城、群馬、熊本で奨励品種または準奨励品種等に指定されている。

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	9.02
みなゆたか	7.29	9.10
いわいだわら	7.30	9.13
ふくひびき	8.02	9.12
べこあおば	8.04	9.17
まっしぐら	7.28	9.09
あきたこまち	7.31	9.10
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、2009～2013年の平均値。

⑤北陸・関東地域～近畿・中国・四国地域向け品種：「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」

「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。いもち病真性抵抗性遺伝子型は *Pita-2*、*Pib* と推定される。通常は罹病しないが、いもち病菌の新レースの出現による発病の可能性があるので、発病が認められた場合、直ちに防除を行う。粳や玄米が大粒であるため、一般品種との識別性がある。宮城、秋田、山形、福島、茨城、群馬、千葉、富山、三重、京都、島根、福岡、大分で奨励品種または準奨励品種等に指定されている。

「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。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”であるため、適期刈り取りに努める。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。粳や玄米が大粒であるため、一般品種との識別性がある。

「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。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-HPPD 阻害型水稲用除草剤(ベンゾビスクロン、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。玄米の粒形はやや細長く外観品質も劣るため、食用品種と識別することができる。

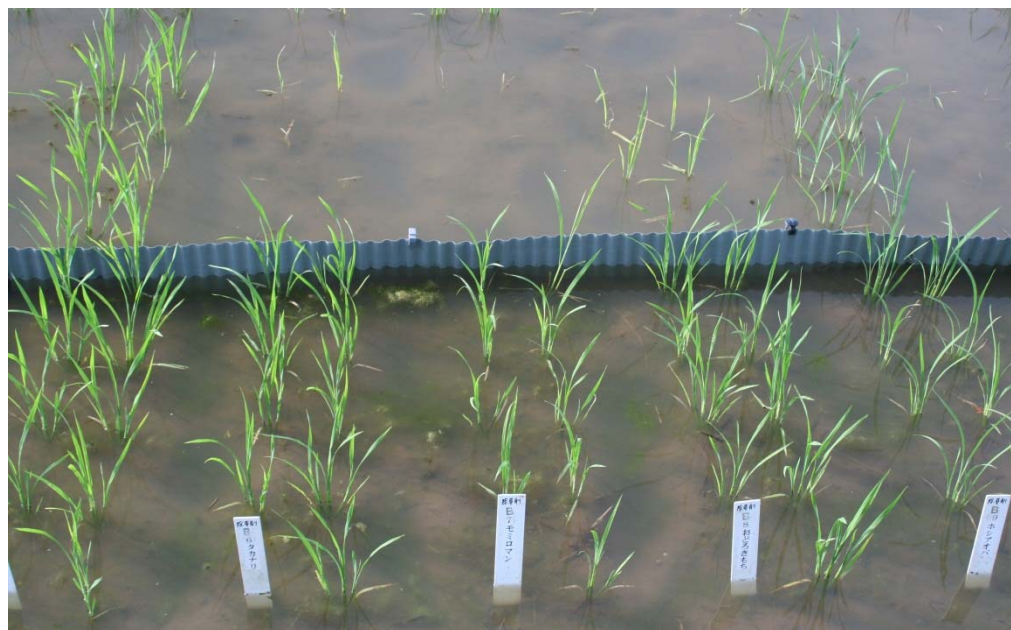


写真1 左から「北陸 193 号」(抵抗性)、「タカナリ」(感受性)、「モミロマン」(感受性)、「おどろきもち」(感受性)。水稲用除草剤ベンゾビスクロンの施用により感受性の3品種は枯死し

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”、脱粒性は“やや難”。縞葉枯病に抵抗性を持つ。いもち病に対しては不明の真性抵抗性遺伝子を持つため侵害菌が存在しない地域では通常は感染しないが、いもち病菌の新レースの出現による発病に注意する必要がある。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。玄米は大粒で、外観品質は著しく不良であるため食用品種の玄米と識別できる。宮城、福島、茨城、群馬、埼玉、千葉、岐阜、三重、京都、鳥取、島根、広島、山口、徳島、熊本、大分で奨励品種または準奨励品種等に指定されている。

「もちだわら」

茨城県つくばみらい市での出穂期は「日本晴」より3日早い“中生の早”で、成熟期は「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では、減収につながるがあるので注意する。本マニュアル中では唯一の糯（もち）品種である。脱粒性は“やや難”で、刈遅れや天候により脱粒しやすいこともあるので注意する。また、種子の休眠性が強いいため苗立ちが悪い時があり、催芽前の浸漬を十分に行う。脱粒性が“やや難”で、休眠性が強いことから、本マニュアルの「2. 飼料米生産における栽培管理（8）落下種子対策」についても参照する。いもち病には不明の真性抵抗性を有するが、病原菌のレースの変化によって抵抗性が大きく変化する恐れがあり注意を要する。一般品種と比較して、セジロウンカに対する抵抗性が弱いいため、注意が必要である。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。玄米の粒形はやや細長く、食用品種と識別することができる。

「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。玄米は“やや

細長”。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が、極端な多肥栽培では倒伏する可能性もあるため、地力に合わせた施肥を行う。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。2008 年度における農家の最高実収量事例として 1094kg/10a、平均実収量が 781kg/10a の成績を示した。種子休眠が強く、穂発芽性は“難”だが、秋の収穫から翌春の播種時までの保存期間中に休眠が打破されず発芽が劣る欠点がある。種子の水分含量を 15%以下に調整後、50℃、乾燥条件で 5～7 日間の休眠打破処理より改善が図られる。わずかに脱粒する性質があり、刈り遅れると脱粒が顕著となる恐れがあるため適期刈り取りに努める。本マニュアルの「2. 飼料米生産における栽培管理 (8) 落下種子対策」についても参照する必要がある。いもち病真性抵抗性遺伝子 *Pii*、*Pita*、*Pi20(t)* を持つと推定され、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。縞葉枯病には“抵抗性”である。食用イネ品種と比較して、セジロウんカに対する抵抗性が弱いため、注意が必要である。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。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。湛水条件下での苗立ちが悪いので、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。玄米の粒形が“やや細長”であるため、一般品種との識別性がある。福井、山口で奨励品種に指定されている。

「モミロマン」

茨城県つくばみらい市での出穂期は“中生”に属するが、登熟期間が長く成熟期は“晩生”に属する。稈長は「日本晴」並みで、穂数は少なく、草型は“極穂重型”である。耐倒伏性は極めて強く直播栽培にも適する。ただし、極端な多肥では倒伏することもあるので、施肥レベルには留意する。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。「タカナリ」と同様の除草剤感受性を有するので、使用する除草剤には注意を要する。縞葉枯病には“罹病性”であるので、常発地での作付けは避ける。また、白葉枯病に弱いので、常発地での作付けは避ける。いもち病真性抵抗性遺伝子 (*Pib*、*Pita*、*Pi20(t)*) を有すると推定されるが、いもち病菌の新レースの出現による発病の可能性があるので、いもち病の防除を励行する。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。

「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”であるがその程度は弱いため、保毒虫率の高い常発地では薬剤防除が必要である。玄米の外観品質は食用品種より劣るため、食用品種の玄米と識別できる。福島、茨城、栃木、群馬、埼玉、長野、岐阜、京都、島根、徳島、熊本で奨励品種または準奨励品種等に指定されている。

「クサノホシ」

広島県福山市では「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「ホシユタカ」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ため、発生がみられた場合は防除する。玄米の外観品質は食用品種より明らかに劣るため、食用品種の玄米と識別できる。群馬、埼玉、京都、奈良、鳥取、広島、山口、徳島、熊本で奨励品種または準奨励品種等に指定されている。

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
北陸193号	4.20	5.19	8.17	10.08
ホシアオバ	4.20	5.19	8.12	9.29

注) 多肥区2009～2010年の平均。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
北陸193号	4.21	5.19	8.14	10.09
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
日本晴	4.21	5.19	8.15	9.26

2008年と2009年の平均。

表1-7 広島県福山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
早期栽培 (2011、2012平均)	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	
普通期栽培 (2007～2010平均)	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
晩植栽培 (2013)	ホシアオバ	6.10	7.01	9.01	
	クサノホシ	6.10	7.01	9.05	

⑥九州地域向け品種：「まきみずほ」、「モグモグあおば」、「ミズホチカラ」

九州向け飼料用米品種には“早生の晩”の「まきみずほ」、「中生の晩」の「モグモグあおば」、「ミズホチカラ」の3品種がある。ただし、「モグモグあおば」と「ミズホチカラ」の2品種の成熟期は登熟期間が長いこと極晩生となる。

「まきみずほ」

福岡県筑後市では「日本晴」より3日程度遅い“早生の晩”に属する品種で、稈長は1mと長く、穂が大きい“極穂重型”である。粗玄米重は69.7kg/aと主食用品種より20%程度多収である。脱粒性は“難”、穂発芽性は“中”である。いもち病については、真性抵抗性遺伝子を複数もつと推定されるため、通常は発病しないが、発病を認めた場合には適切に防除する。縞葉枯病には抵抗性で、白葉枯病抵抗性は“やや弱”である。トビイロウンカ、コブノメイガ、ニカメイチュウには弱いため防除が必要である。玄米千粒重は36gと極大粒であり、外観品質は著しく不良のため、主食用品種と識別性があるが、育苗の際には主食用品種と比べ30%程度播種量を増やす必要がある。福岡、熊本で奨励品種または準奨励品種等に指定されている。

「モグモグあおば」

福岡県筑後市における出穂期は「ヒノヒカリ」より8日程度遅く、「ニシホマレ」とほぼ同じ“中生の晩”に属する。ただし、登熟期間が長いこと成熟期は極晩生となる。WCS用が開発されたため稈長は1mを超える長稈であるが、茎が太く耐倒伏性は強い。育成地における籾および粗玄米収量は「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、極大粒品種であるので、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

る必要があること、登熟日数が長いため、早刈りせず十分に登熟してから収穫すること、晩植栽培では登熟を全うできず、低収となる可能性が高いこと、である。また、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。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。玄米千粒重は主食用品種の 1.5 倍程度の極大粒であり、外観品質は著しく不良で、食用品種と識別性がある。福岡、佐賀で奨励品種に指定されている。

「ミズホチカラ」

福岡県筑後市における出穂期は「ヒノヒカリ」より8日程度遅く、「ニシホマレ」とほぼ同じ“中生の晩”に属する。ただし、登熟期間が長いため成熟期は極晩生となる。稈長は 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。茎が太く、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 福岡県筑後市における試験では「ニシホマレ」より約 20% 多収である。一部の試験において最大 1000kg/10a の粗玄米収量が得られている。九州における普通期栽培(6月移植)に適するほか、温暖地での早植栽培(5月移植)でも多くの多収事例がある。なお、茎葉収量は高くなく、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、早刈りせず十分に登熟してから収穫すること、とくに晩植栽培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こと、である。また、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、本田初期のヒメト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は“弱”のため常発地での栽培を避ける。上記の「まきみずほ」、「モグモグあおば」と同様、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」と同様のベンゾビスクロン、テフリルトリオン、メソトリオンを含む除草剤に対して薬害を示すため、使用する除草剤には注意を要する。玄米の外観品質は著しく不良で、食用品種と識別できる。

これら3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多収を示し、飼料用米として利用可能である。「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、特に晩植栽培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-普通期)
まきみずほ		8.09	9.26 [*]	17
ホシアオバ		8.09	9.21	18
北陸193号		8.15	10.05	18
モミロマン		8.18	10.05	15
モグモグあおば	5.21 (早植)	8.17	10.10	17
ミズホチカラ		8.19	10.13	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
まきみずほ		8.26	10.18	
ホシアオバ		8.27	10.17	
北陸193号		9.02	10.28	
モミロマン		9.02	10.28	
モグモグあおば	6.19 (普通期)	9.03	10.30	
ミズホチカラ		9.03	11.05	
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	
まきみずほ		9.24		
ホシアオバ		9.27		
モグモグあおば	7.23 (晩植)	9.29		
日本晴(参考)		9.13		
ヒノヒカリ(参考)		9.15		

注)2009-10年の平均値、ただし^{*}は2009年だけの結果。
晩植栽培は飼料用米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、(一社)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、全国へ栽培用種子を供給している(平成 27年供給されている飼料用米品種:「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」、「モグモグあおば」、「ミズホチカラ」)。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」、「北瑞穂」: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

「べこごのみ」、「いわいだわら」、「ふくひびき」、「べこあおば」: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

「夢あおば」、「ゆめさかり」、「北陸 193 号」: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」: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」:農研機構 近畿中国四国農業研究センター 企画管理部

〒721-8514 広島県福山市西深津町 6-12-1 TEL 084-923-5252

「まきみずほ」、「ミズホチカラ」、「モグモグあおば」: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

(1) 飼料用米生産における栽培管理のポイント

- 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。
- 飼料用米品種では、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。粳米の給与、もしくは粳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。
- 低コスト化の視点から、直播栽培や立毛乾燥の導入を検討する。また、異品種混入のリスクを下げるため、機械・施設の清掃を徹底し、落下種子対策も徹底する。

① 飼料用米と食用米の違い

飼料用米生産では、粗玄米または粳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、粒数を確保するなど、その能力を十分に発揮させて、多収を確保することで生産物当たりの低コストを達成することが飼料用米生産の要点である。

なお、地域により食用米を飼料用米として利用する知事特認品種が指定されている。この場合には、耐倒伏性や早晩性等の各品種の特性に応じた管理を行う必要がある。

② 飼料用米生産のコスト低減

「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。

「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。

「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。

「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。

「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ら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

「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。

「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肥量が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

病害虫防除について、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、茎も太いために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

- ▶ インド型等の休眠の深い品種では、休眠打破処理を行う。低温浸種による2次休眠に留意して、温度条件を設定する。
- ▶ 基本的な育苗条件は、食用米の場合と同一であるが、特にインド型品種では、育苗時の低温に注意する必要がある。

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、ルートマッ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、通常が多収品種においても、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原則として使用する。自家採種を行う場合には罹病した圃場を避けるとともに、使用時には比重選や種子消毒を徹底する。また、比重選を行う場合に、極端に浮き粃が多く歩留まりが悪いときには比重を低めて調整する。

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。特に、水温がやや高い場合や水量が少ない場合に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。低温下での出芽能力が食用米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、一晩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20～25℃、夜間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いく。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、十分な苗丈や根張り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。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 食用米との作業競合の回避は、収穫・乾燥・調製時の食用米への混入防止の観点からも重要となる。
- ② 品種の早晚性、直播栽培と移植栽培の組み合わせなどにより、計画的な作付けを行うとともに、飼料用米生産では、立毛乾燥による収穫時期の調整がコストの面からも重要となる。

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、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。

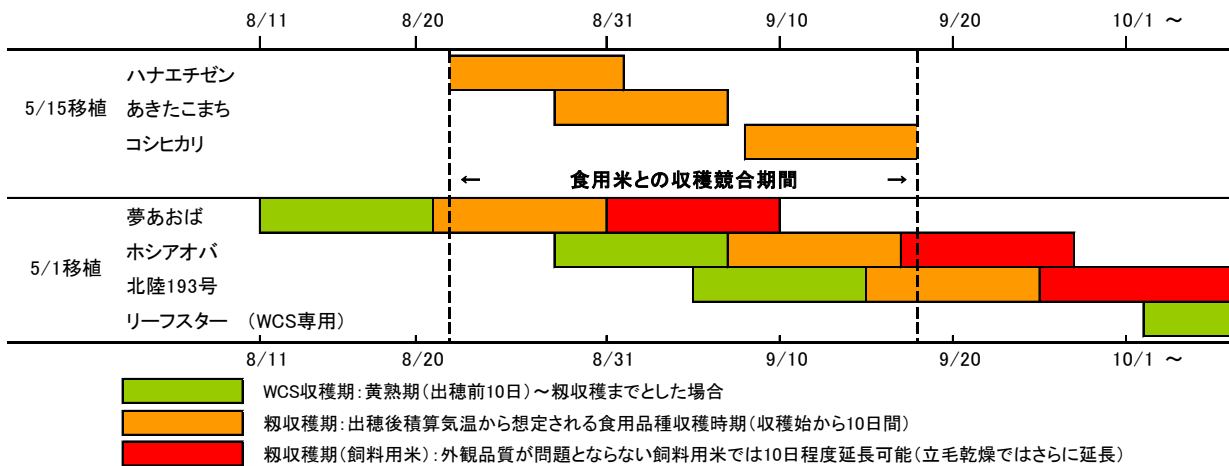


図2-1 早植え飼料用イネ品種と標準植え食用米の収穫競合

(4) 堆肥、液肥の活用

- ▶ 飼料用米でも副産物の稲わらの利用を行う場合には、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。
- ▶ 家畜ふん堆肥の利用に際しては、畜種や副資材の種類、堆積法、熟成期間、連用効果などの特性を十分に評価して施用することが重要となる。
- ▶ 家畜尿由来の尿液肥を化成肥料に代替して施用することで肥料コストを低減できる。このとき、水口流入施肥や曝気処理などの適用が重要となる。

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 3%、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	全窒素 %	全炭素 %	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

成分は乾物換算

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期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、土壌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、土壌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、土壌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、堆肥施用には土壌肥沃度を維持、増進する効果があるが、土壌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多くないと土壌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。

$$\text{【堆肥施用量 (t/10a)】} = \text{【必要窒素量 (kg/10a)】} \times \text{【代替率(\%)}^{\text{注1)}} \div 100 \text{】} \times \text{【100} \div \text{原物の堆肥 N 含有率(\%)】} \times \text{【100} \div \text{肥効率(\%)}^{\text{注2)}} \text{】} \div 1000$$

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)。

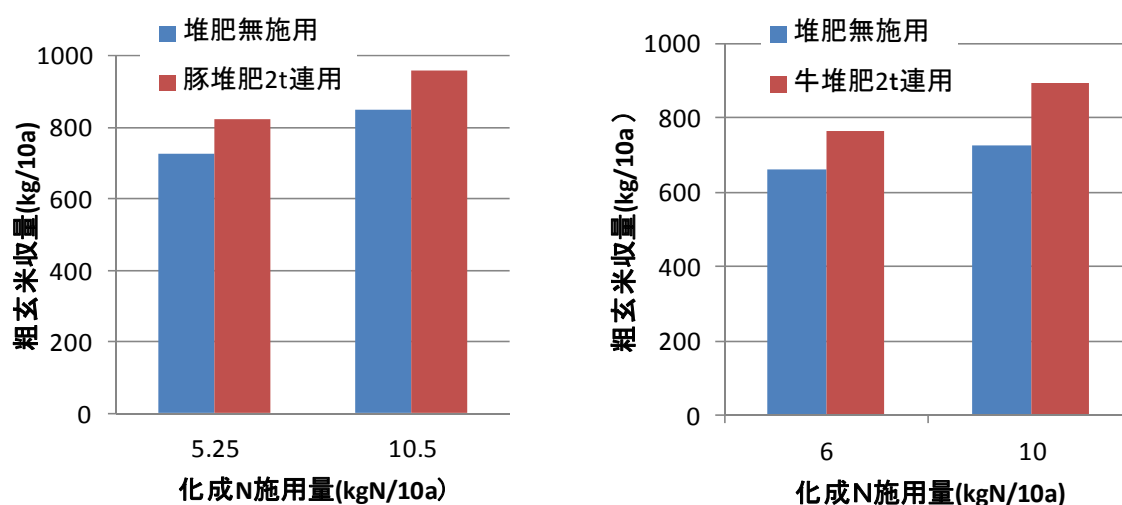


図2-2 堆肥利用と収量との関係

(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。

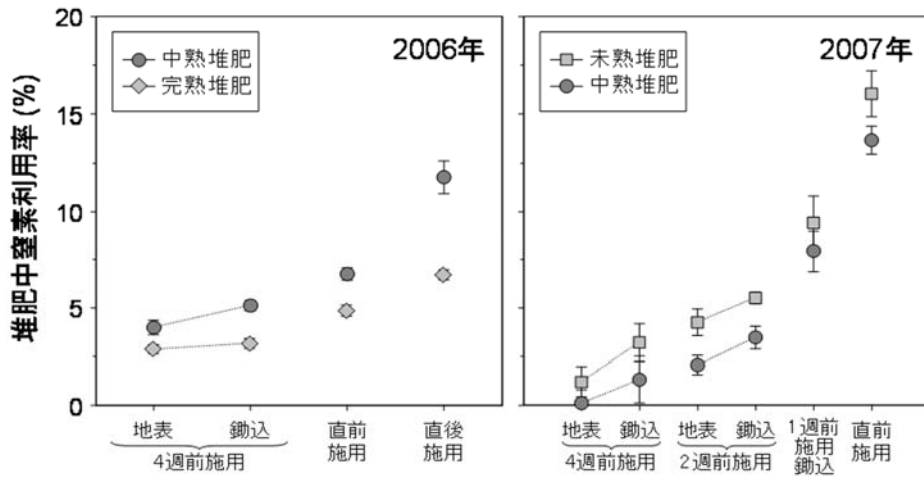


図2-3 飼料用イネの堆肥中窒素利用率

(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。)

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。

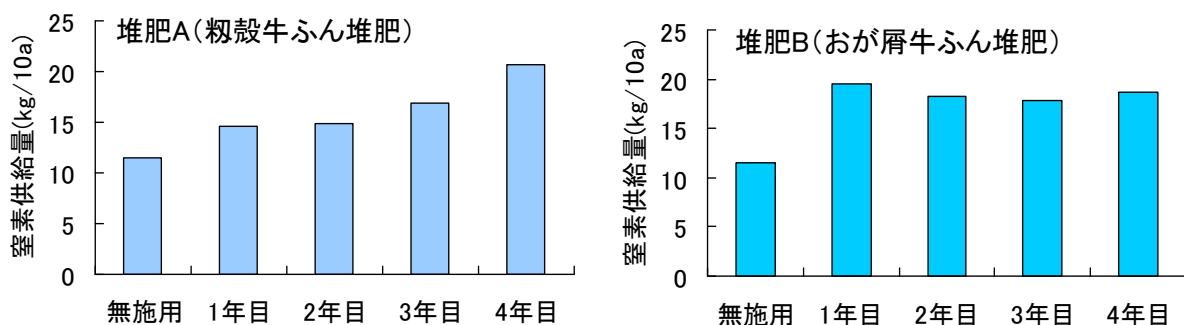


図2-4 飼料用イネの栽培期間中に堆肥と土壌から供給される窒素量の変化

(岡山県農業総合センター農業試験場) 堆肥施用量:4t/10a/年

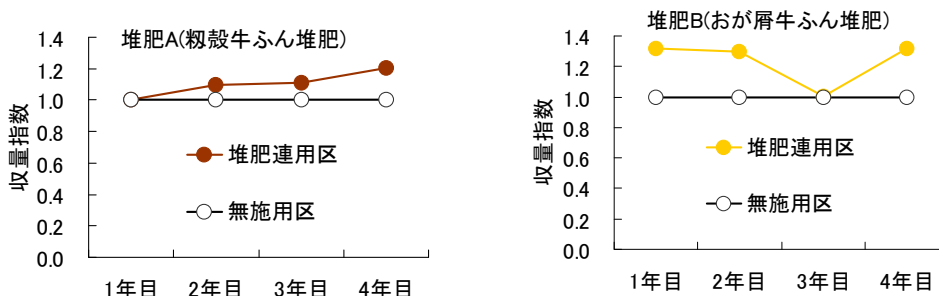


図2-5 堆肥を連用した多収品種「クサホナミ」の稲 WCS 収量指数の変化

飼料用イネ(WCS)の収量は、堆肥 A(籾殻牛ふん堆肥)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)。

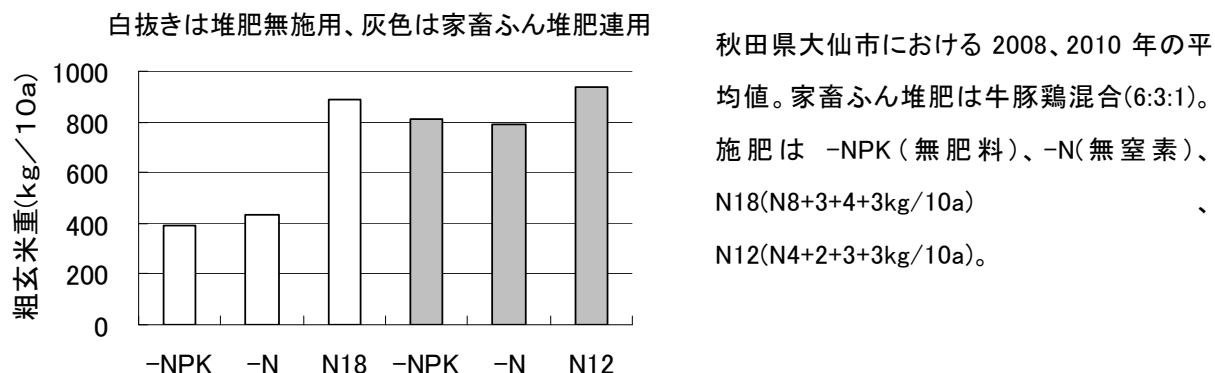


図2-6 家畜ふん堆肥を長期連用した圃場における多収品種「べこあおば」の粗玄米収量

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	2.60	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「アンモニアリサイクラー」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。

(参考資料)

- 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」日本土壌肥料学会誌 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 日本土壌肥料学会誌 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 アンモニアリサイクラーによる高窒素豚ふんペレット堆肥の製造 日本土壌肥料学会誌 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 日本土壌肥料学会誌 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る、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)。

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

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

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)。

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)。

(参考資料)

- 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

(5) 病害虫防除

- 飼料米イネ栽培の病害虫防除では、病害虫抵抗性品種を活用する。
- 抵抗性を持たない品種を栽培する場合には、適期防除を行い、病害虫の蔓延を防ぐ。薬剤防除を行う際は、農薬使用基準を順守する。
- 薬剤に耐性を獲得した病害虫の情報は各都道府県の病害虫防除所に問い合わせ、指導に従う。

飼料用イネ栽培では省力・低コスト栽培が重要となるため、抵抗性品種を用いて薬剤散布回数を減らすことが望ましい。このとき、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、病害虫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。各病害虫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。詳しくは11-(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 種子伝染性病害虫および育苗期病害虫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害虫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。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が、品種や種子の状態や浸漬温度などについて注意が必要となる。耐性菌の情報や温湯浸漬の実施にあたっては、各都道府県の病害虫防除所・普及所などに相談する。

育苗期の病害虫としては、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

【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。病斑上に胞子を形成し、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わらなどである。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

【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

【発生生体と防除】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2-7)。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。

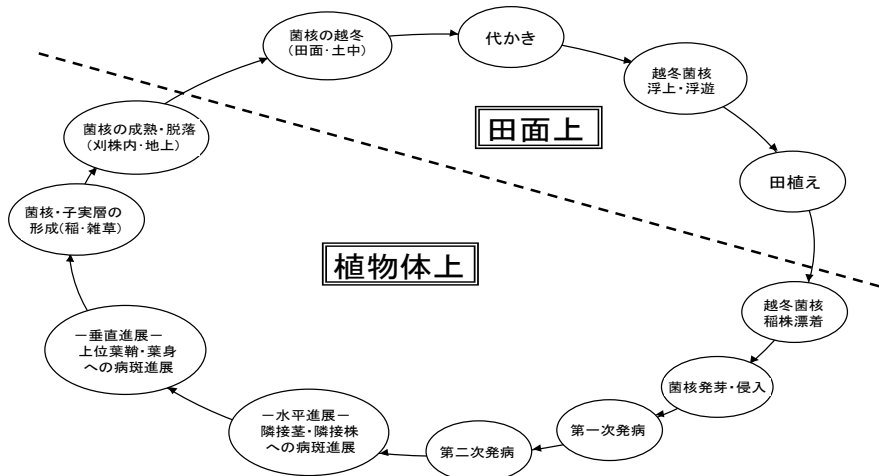


図2-7 イネ紋枯病の伝染環(堀 1991 原図を改変)

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	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	穂ばらみ期・穂揃い期	圃場単位の防除要否判断にも活用できる
	7月20日頃		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	出穂期直前～出穂期	
	7月末～8月初旬		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	出穂期～穂揃い期	
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	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	出穂期～出穂14日後	箱粒剤施用の場合
	出穂14～7日前		発病株率が10%を超え、上位葉への進展が認められる場合	出穂14～7日前	箱粒剤無施用の場合
大分県	乳熟期	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	即時	
	8月中旬(盆前)		病斑確認	盆前	最低1回散布
鹿児島県	8月上旬(幼穂形成初期)	葉鞘部病斑、見取り調査	発病株率20%以上	即時	普通期水稻
	穂揃い期～乳熟期		発病株率40%以上		

(平成26年度調べ)

Copyright© JPP-NET

ウ 稲こうじ病

【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2-8)。

【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

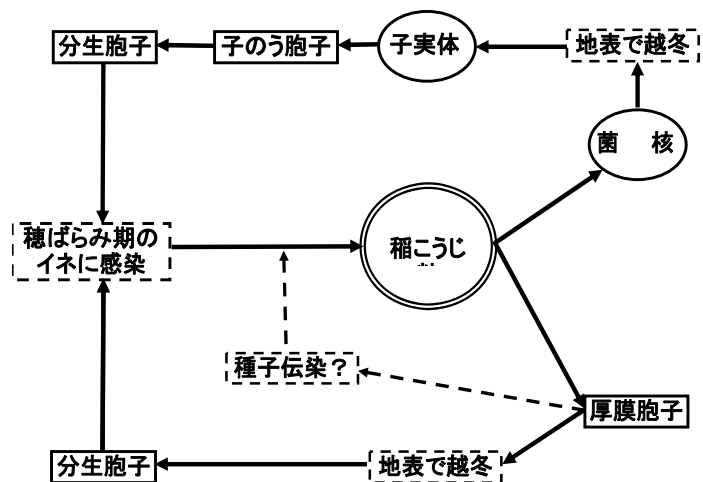


図2-8 稲こうじ病の伝染環(園田 1996 原図を改変)

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

【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。

【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、イネ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)	生育中期・後期
北日本			<u>ヒメトビウンカ</u> <u>イネミズゾウムシ</u> <u>イネドロオウムシ</u> <u>フタオビコヤガ(イネアオムシ)</u> 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	<u>ツマグロヨコバイ</u> <u>ヒメトビウンカ</u> <u>セジロウンカ</u> <u>トビイロウンカ</u> イネカラバエ <u>コブノメイガ</u> <u>フタオビコヤガ(イネアオムシ)</u> ニカメイガ <u>カメムシ類</u> イナゴ類
東日本 中日本 西日本	<u>イネシンガレセンチュウ</u>	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	<u>ツマグロヨコバイ</u> <u>ヒメトビウンカ</u> <u>セジロウンカ**</u> <u>イネミズゾウムシ</u> <u>イネドロオウムシ</u> <u>フタオビコヤガ(イネアオムシ)</u> イネゾウムシ ニカメイガ イネヒメハモグリバエ* <u>スクミリンゴガイ**</u>	<u>ツマグロヨコバイ</u> <u>ヒメトビウンカ</u> <u>セジロウンカ</u> <u>トビイロウンカ</u> <u>イネカラバエ</u> <u>コブノメイガ</u> <u>フタオビコヤガ(イネアオムシ)</u> <u>イネツトムシ(イチモンジセセリ)</u> <u>カメムシ類</u> <u>アザミウマ類</u> <u>イナゴ類*</u>

下線: 多収品種の主要害虫
 *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

【発生生態】吸汁害でイネ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。

【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

【発生生態】吸汁によりイネ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。インディカ型イネ品種は、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。

【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

【発生生態】縞葉枯病や黒条萎縮病を媒介して、イネ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。

【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

【発生生態】茎・稈を食害し、イネ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。

【防除】葉色の濃いイネに多いことから、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）

【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、日中ツトの中において夜はいだして葉を食害し、イネの生育を著しく抑制する。青々としているイネを好むことから、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。

【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

【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。青いイネを好み、多肥のイネに被害が出やすい。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。

【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）

【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・飼料用イネ栽培で大発生し、問題となっている。

【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 スクミリングガイ

【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。

【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、貝の進入出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。越冬場所である稲わらや切わらは除去・焼却し、橋の下や雑草繁茂地などの越冬貝や卵は秋から春に採取・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、イネ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

【発生生態】水稲より雑草・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。

【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(11-(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

【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。

【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。

(参考資料)

- 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

- 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。
- 一部の多収品種では、ベンゾビスクロン、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、極めて高い感受性を示すため、注意が必要となる。
- 多収品種を栽培する際の除草剤の使用にあたっては、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。

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。移植栽培では水稻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、11-(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、11-(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2-9 水稻作の難防除雑草

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氣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、コゴメガヤツリ、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。

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)	アゼナ類 本/m ² (日)	キカシグサ 本/m ² (日)	コナキ 本/m ² (日)	ホソバヒメツガキ 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2-10 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

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2-12 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) 水稻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として、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 水稻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、水稻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葉害が懸念される)： 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)

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)。

(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、水稲の出芽を確認して入水した後に発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稲に登録拡大された発芽後処理剤を使用する。播種後あるいは発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、低温により水稲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、水稲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稲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、播種直後のピラゾ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。

水稲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、土中播種した水稲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、水稲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、播種直後に水稲への安全性が高いピラゾレート粒剤を処理し、その後に使用する除草剤も水稲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 <<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。イボクサ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ピシクロン(8-(1)項を参照)、メソ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2-11)、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っ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。

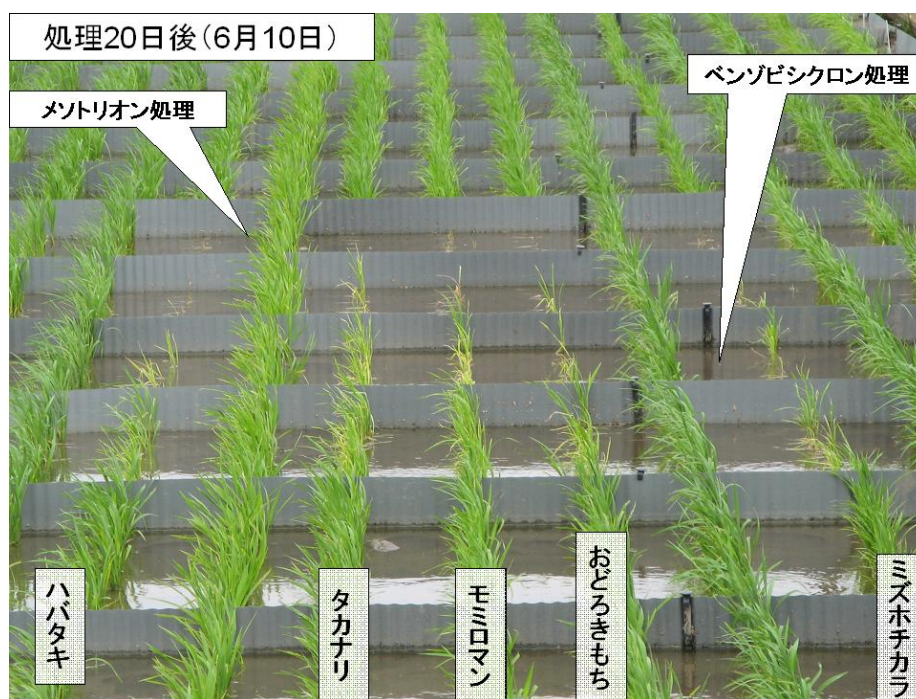


図2-11 多収品種の4-HPPD 阻害型除草剤に対する感受性の差異

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、ミズホチカラは、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。

(参考資料)

- 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・系統の水稻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) 新規需要米には水稻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稻品種の 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) 直播水稻に登録のある剤. 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. 2013. 9. 19 <http://www.japr.or.jp/gijyutu/014.html>

(7) 収穫・乾燥

- 多収で茎が太い特性を有する飼料用米の収穫では、コンバインへの負荷が高まる場合があり、このような場合には、走行速度や刈り取り条数、刈り取り高さ等を調整する。
- 外観品質への考慮が不要な飼料用米では、乾燥費の低減による低コスト化のために、成熟期以降も収穫時期を遅延させる立毛乾燥の適用が可能となる。
- 立毛乾燥を行う際には、耐倒伏性や脱粒性に留意して品種を選定し、出穂後の積算気温 1,400～1,500℃を目安として、籾水分 20%以下を目標とする。

① 収穫・乾燥

ア 飼料用米の収穫作業

飼料用米の基本的な収穫作業条件や作業機械は食用米と同様であるが、食用品種と比べて耐倒伏性や収量性が高い多収品種では、収穫時のコンバインへの負荷が大きくなる場合がある。このような場合には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等により対応する。

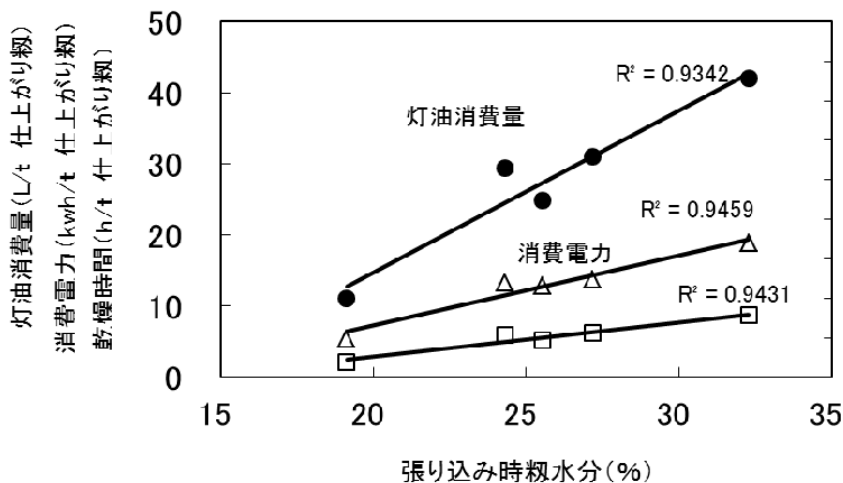


図2-12 張り込み時籾水分と灯油消費量、電力消費、乾燥時間の関係

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

イ 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2-12に乾燥機への張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%のときに24.9L/tなのに対し、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、灯油消費量、電力消費量、乾燥時間が大幅に削減できる。

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、通常的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。

ウ 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、その期間は短いほどよい。このことから、一般的に、品種の早晚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晚性と出穂後日数、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、比較的に出穂の早い「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、品種の早晚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日平均気温で示す必要がある。そこで、図2-13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2-14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に出穂が早い「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。

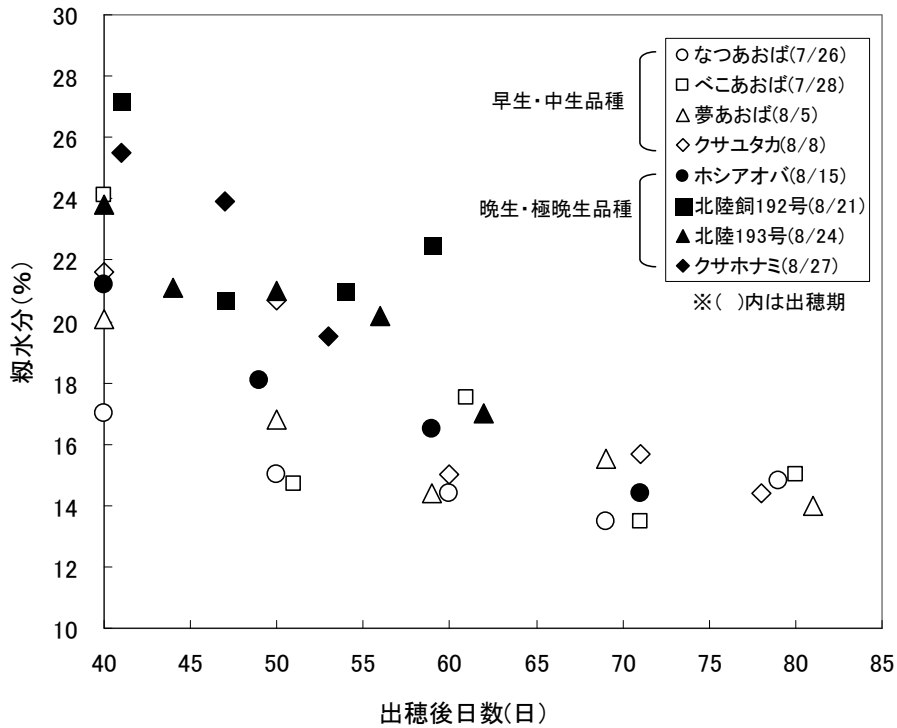


図2-13 品種の早晩性と出穂後日数、澱水分の関係

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」

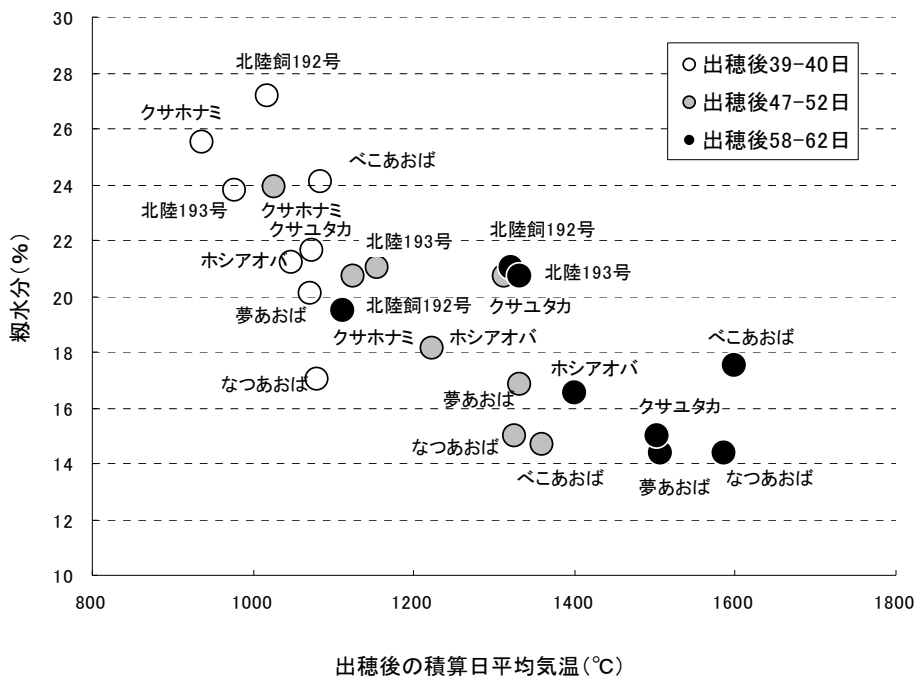


図2-14 出穂後の積算日平均気温と澱水分の関係

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日平均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日平均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。

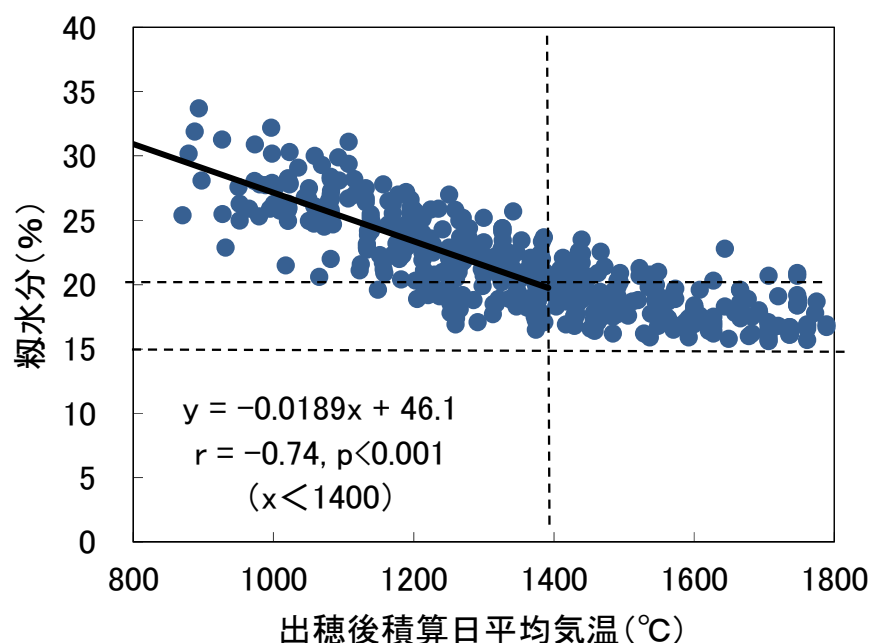


図2-15 立毛乾燥における出穂後積算日平均気温と籾水分の関係

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。

エ 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」など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、早期水稻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)。

②共同乾燥調製施設の効率的な利用

飼料用米についても、主食用米と同様に、長期間の保存のためには、乾燥・調製を行い、然るべき場所で貯蔵・保管をする必要がある。穀類の乾燥・調製・貯蔵等については、個人で行う場合のほか、共同乾燥調製施設を利用した乾燥・調製・貯蔵システムが構築されており、飼料用米については、乾燥・調製コストの低減や主食用米の需要減に伴う共同乾燥調製施設の利用率の低下を防ぐ観点から、既存の共同乾燥調製施設を積極的に利用することが望ましい。

ア 飼料用米の乾燥・調製にあたっての主な課題

飼料用米の乾燥・調製にあたっては、主食用米への混入防止や一層の乾燥調製コストの低減が課題となっている。従来から、主食用米においても複数品種の作付けや減農薬の作付けが行われており、異品種混入防止策は実施されているが、飼料用米は、食糧法上、飼料用米以外への使用の禁止や、「別はい」にして「はい票せん」を掲示するなどの明確な区分管理が義務づけられている用途限定米穀であり、特に異品種混入や横流れの防止策を講じる必要がある。また、乾燥調製コストの低減については、主食用米の需要減に応じた飼料用米の増加であれば、主食用米品種と多収性専用品種の作期分散や調製ラインの徹底清掃等を行い、計画的に処理することによって、既存の共同乾燥調製施設での利用で対応が可能である。なお、水田フル活用ビジョン等に基づき、既存の共同乾燥調製施設の

処理能力を大きく超えるような生産量が見込まれる地域では、新たに飼料用米専用の調製ラインを設けるなど、既存の共同乾燥調製施設の改修等が必要になる。

イ 「飼料用米の乾燥・調製・貯蔵に係る施設面での対応について」の活用

これらの課題に対応するため、穀物の乾燥・調製・貯蔵施設メーカーで構成される「穀物乾燥貯蔵施設協会」の技術委員会において、平成26年5月から9月にかけて、会員各社で保有する知見・情報等を持ち寄って、飼料用米に対応するために共同乾燥調製施設を改修する場合に参考となる「飼料用米の乾燥・調製・貯蔵に係る施設面での対応について」を取りまとめている。

以下の対応方針は、当該報告書の内容を抜粋したものであり、これらの対応策を参考にしつつ、飼料用米の乾燥調製コストの低減に努めることが重要である。

※ 当該報告書にある改修例の中には、農林水産省の補助事業では補助対象外となっている施設整備も含まれる。このため、農林水産省の補助事業を活用して施設整備を行う場合は、事業ごとに要件等を確認しなければならないことに留意する。

「飼料用米の乾燥・調製・貯蔵に係る施設面での対応について」(原文抜粋)

1. 飼料用米の乾燥・調製・貯蔵等を行う施設に求められる事項

(1) 施設の整備コスト、ランニングコストの低減

飼料用米の経済性に鑑み、生産コストの低減が強く求められることから、施設の整備コスト、ランニングコストの低減を図る必要がある。このため、飼料用米に対応した施設の整備に当たっては、①地域の既存の穀類乾燥調製貯蔵施設(以下「カントリーエレベーター」という。)、乾燥調製施設(以下「ライスセンター」という。)の改修又は再編利用を基本とし、②水田フル活用ビジョン等の地域の将来像と整合した必要最低限の規模及び性能のものとする。

(2) 乾燥工程の軽減

ア 飼料用米の原料は、ほ場において立毛乾燥を行って可能な限り水分を下げ、主食用米の乾燥調製の後、収穫して施設へ搬入することにより、施設における乾燥工程の軽減と乾燥コストの低減を検討する。

イ 乾燥時間の短縮による乾燥コストの低減のため、小麦モードを用いる等、既存乾燥機で設定されている範囲の上限温度で乾燥することを検討する。

(3) 調製工程の簡素化

ア 飼料用もみ及び飼料用玄米の農産物検査規格について、

①「整粒」「着色粒」「未熟粒」「形質」の規格項目がないこと

②「被害粒」は発芽粒、病害粒及びくされ粒(又は芽くされ粒)に限定され、胴割粒や虫害粒は被害粒とされないこと

③(a)被害粒が25%超の場合、(b)土砂、石、ガラス片、金属片、プラスチック片が混入した場合、(c)油煙、米穀の臭い以外の臭い及び稲こうじ病菌、イネ墨黒穂病等の損傷を受けていることが確認されたもの等は規格外となることに留意し、これらを踏まえた調製工程の簡素化・最適化を検討する。

イ 飼料用米は、納入先の配合飼料工場又は畜産農家での利用状況に応じて、もみでの供給、玄米での供給、破砕等加工の要否等多様な出荷形態が求められる。それらに対応した出荷設備を検討するとともに、出荷形態により省略可能な工程が生ずる場合にはバイパスラインの設置を検討する。

(4) ばら出荷への対応

飼料用米の流通コストを低減する観点から、配合飼料工場等納入先の荷受け状況に応じて、純ばら出荷又はフレコンによるばら出荷に対応した出荷計量設備及び貯蔵設備の設置を検討する。

(5) コンタミ防止対策

飼料用米の導入に伴うコンタミ防止対策は、基本的に主食用米における異品種混入防止対策で十分であり、既存施設で既に主食用向けに措置済みと思われる。なお、飼料用米の導入に当たって対策が不十分と考えられる場合には、必要な範囲で次のような対策を講ずる。

- ① エアーガン接続口の増設、クリーナーの増設等による使用機器の清掃性の向上。
- ② 昇降機、搬送機、乾燥機、貯蔵乾燥ビン等の残粒軽減機能の追加、残粒除去装置の増設。
- ③ 主食用米と飼料用米が施設内に混在する場合は、インターロックの導入。
- ④ 飼料用米専用の乾燥機、貯蔵乾燥ビン、FRP製貯蔵タンク等の増設による専用ライン化。

(6) その他

ア 飼料用米の原料が、収穫時期が遅いこと等から、主食用米の原料より夾雑物が多い等条件が悪い場合には、石抜機、風選別機、マグネットセパレーター等による対応を検討する。

イ 飼料用米の乾燥調製時に、主食用米に比べて作業環境が劣化すると思われる場合には、集塵設備による対応を検討する。

ウ 既存施設の改修による対応例

既存施設の改修による対応例を以下に示す。なお、例として図示されている調製設備等はイメージであり、実際の整備に当たっては、荷受原料の品位、既存施設の現状及び納入先のニーズ等に応じて、選択整備されるものであることに留意する。

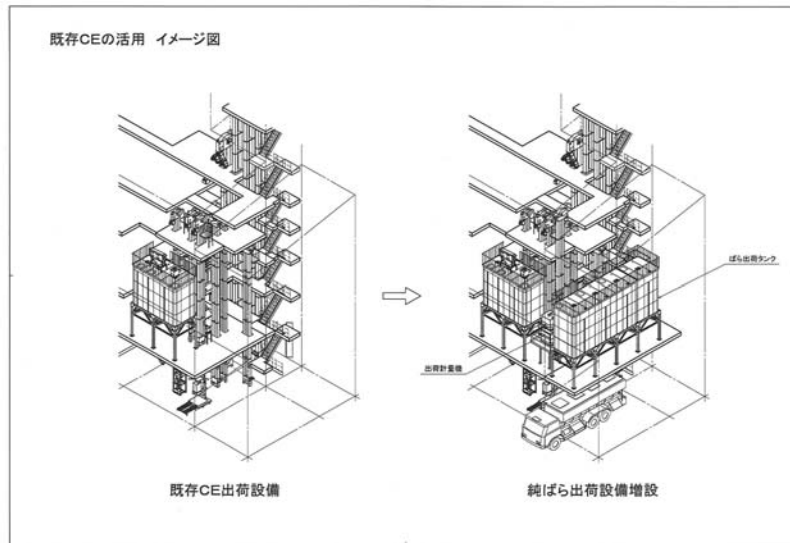
(ア) 飼料用米の純ばら出荷設備の整備

<対応例-①(別添図1)>

既存のカントリーエレベーターに不足している可能性が高いのは、出荷トラックにばら状態で直接出荷するための純ばら出荷設備である。純ばら出荷に対応するため、①サイロ等から(納入先のニーズによってはもみ摺りし) 予め貯留しておくタンク(10tタンク×必要数)と出荷計量機を設置し、②純ばら出荷用トラック(10t車)が直接入庫し積載できる設備を設置する。また、既存のトラックスケールを活用できれば、出荷計量機を省略し、より効率的な出荷が可能となる。

<対応例-②>

既存のライスセンターの活用を図る場合は、敷地や建屋の状況からみて可能であれば、乾燥機の後に貯蔵設備を設置した上で(放冷タンクで対応できれば必要はない)、対応例-①同様の出荷設備を検討することとなる。

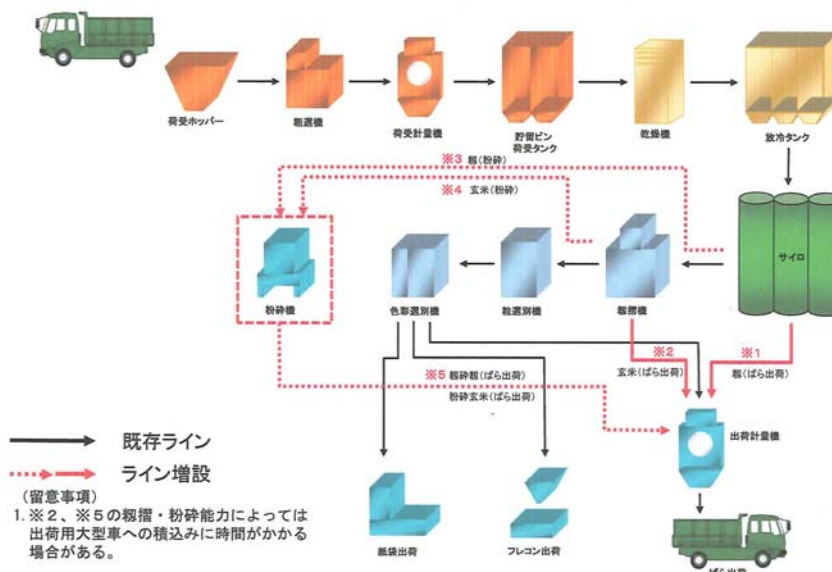


別添図1 既存カントリーエレベーター(CE)の活用例

(イ) 調製工程の簡素化に伴うバイパスラインの設置

<対応例-③(別添図2)>

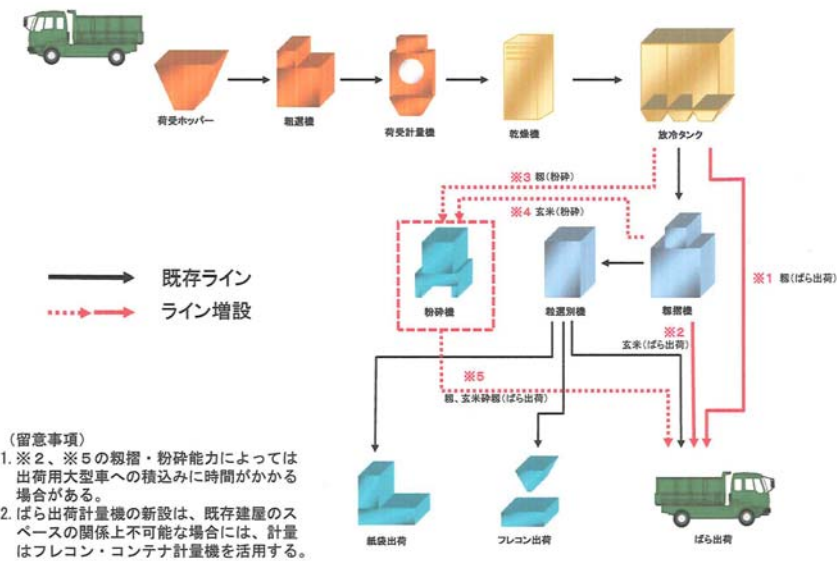
カントリーエレベーターでもみ出荷を行う場合は、貯蔵サイロから出荷計量機への搬送設備を設置する。玄米出荷を行う場合には、もみ摺機からばら出荷設備への搬送設備を設置する。また、粉砕して出荷する場合には、粉砕機を設置するとともに、粉砕もみ出荷なら、貯蔵サイロからもみ粉砕機への搬送設備ともみ粉砕機からばら出荷設備への搬送設備を設置、また、粉砕玄米出荷なら、もみ摺機から粉砕機への搬送設備と粉砕機からばら出荷設備への搬送設備を設置する。



別添図2 カントリーエレベーターの飼料用米ラインへの改造例

<対応例-④(別添図3)>

ライスセンターでもみ出荷を行う場合は、乾燥機後の放冷タンクからばら出荷設備への搬送設備を設置する。玄米出荷を行う場合には、もみ摺機からばら出荷設備への搬送設備を設置する。また、粉碎して出荷する場合には、粉碎机を設置するとともに、粉碎もみ出荷なら、放冷タンクから粉碎机への搬送設備と粉碎机からばら出荷設備への搬送設備を設置、また、粉碎玄米出なら、もみ摺機から粉碎机への搬送設備と粉碎机からばら出荷設備への搬送設備を設置する。なお、この対応は、敷地、建屋、放冷タンクの状況が許す場合のものである。



別添図3 ライスセンターの飼料用米ラインへの改造例

<対応例-⑤>

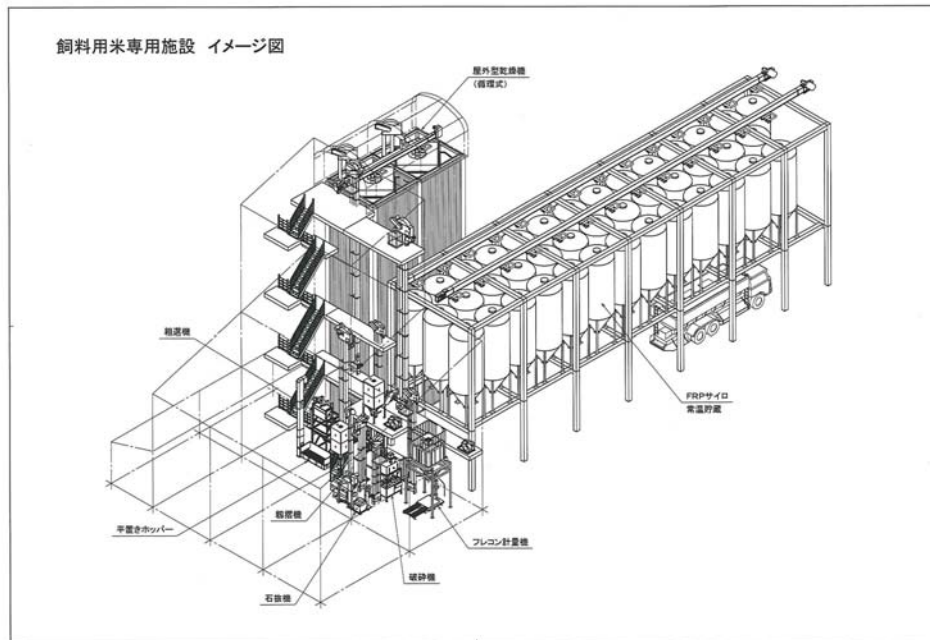
既存の貯留ビン付カントリーエレベーター(連続流下式)の設備を活用する場合には、既存の荷受設備を共用し、既存の貯留ビン乾燥と貯留で使用する。また、もみ出荷を行うための出荷計量機への搬送設備を設置する。さらに、飼料用米・主食用米で共用する部分の清掃性を向上させるため必要部分の改造も行う。

(ウ)飼料用米専用施設の整備による対応例

<対応例-⑥(別添図4)>

施設の再編等により飼料用米専用施設を整備する場合の低コスト施設の例を示す。貯蔵期間を最長でも5か月程度想定している等、飼料用米の専用施設としての例である。この施設の低コスト化のポイントは、次のとおりである。なお、この施設の設置の前提条件は、総処理量:1,000t、荷受水分:20%、仕上げ水分:14.5%、荷受日数:10日、荷受品種:1日1品種、等である。

- ピットの造成を省いた平置きホッパーを採用。
- 屋外型の乾燥機(50t×2基)を導入し、搬送部の屋外化と併せ、建物部を極力縮小。
- 貯蔵サイロをFRPサイロ(25t×40基)にし、常温貯蔵。
- 貯蔵サイロの下部から出荷トラックの荷台に直接排出する、軽便な出荷設備。



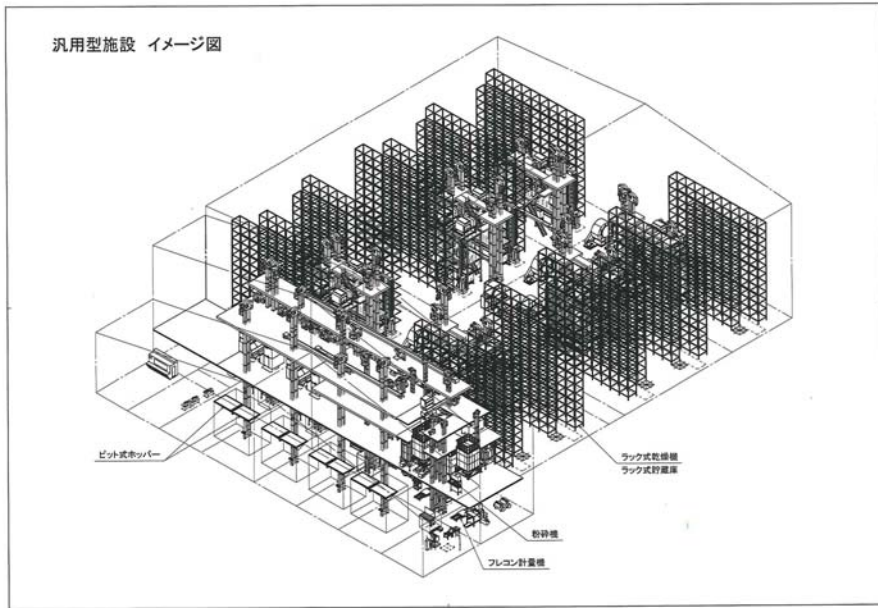
別添図4 飼料用米専用施設の整備例

(エ) 汎用型施設の整備による対応例

<対応例-⑦(別添図5)>

施設の再編等により、飼料用米、主食用米(多様な品種・栽培法等を含む)、米粉用米、加工用米、麦、大豆、雑穀等に自在に対応する汎用型施設を整備する場合の例を示す。この施設は、ラック式乾燥機(自動反転装置付きで容量1tの自動式ラックによる静置式乾燥)とラック式貯蔵設備(スタッカー・クレーンによる1tラックの自動搬入・移動・搬出)から成るもので、次の特徴がある。

- 荷受けから出荷まで1t単位で管理出来るので、零細～大規模農家による荷受け単位の大小や品種、栽培法、用途等、多様な米に自在に対応し、かつ、1t単位でトレーサビリティを確保出来る。
- 飼料用米の生産の増減等(主食用・加工用・米粉用・飼料用のシェアの変化)に自在に対応出来る。対応のための施設の増改築が不要であり、施設の全体の稼働率は維持される。
- 稲の作付全体が縮小しても、他方で拡大する麦、大豆、雑穀等での利用が可能である。

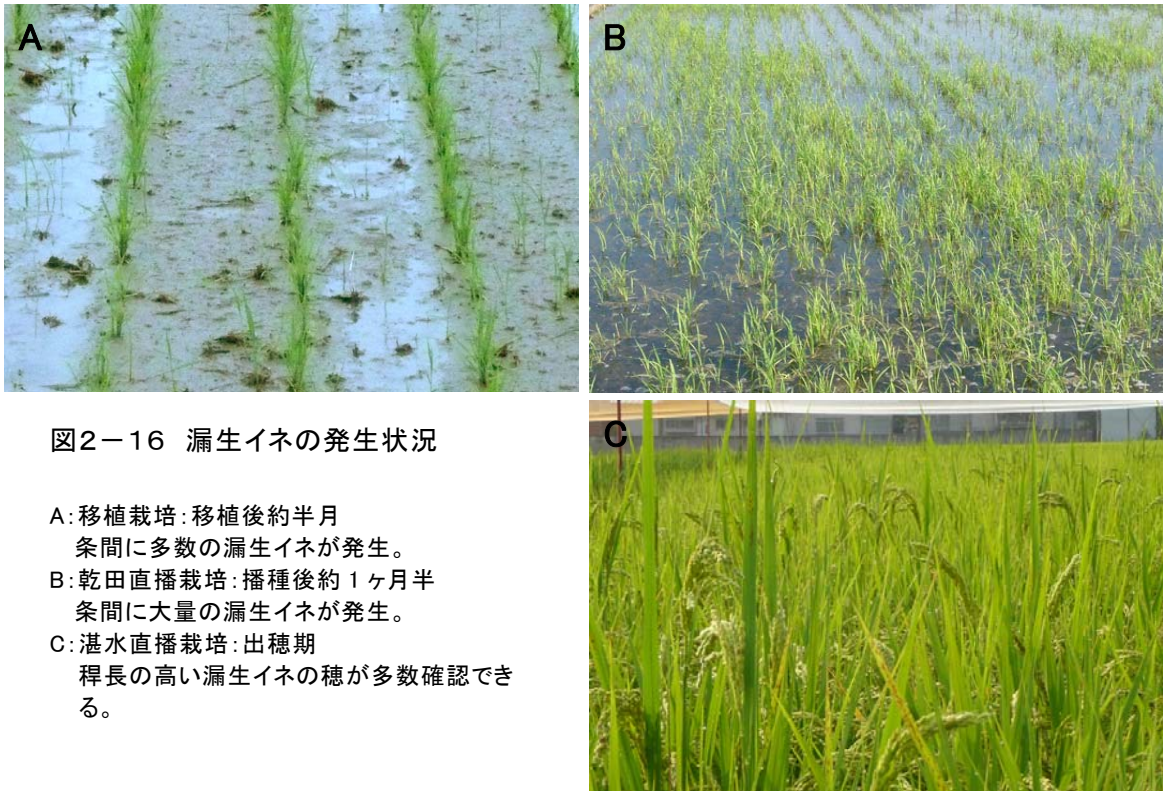


別添図5 汎用型施設の整備例

(8) 落下種子対策

- 種子の越冬能力は種子休眠の浅い品種で低い傾向にあるため、漏生イネの発生を抑制するためには、穂発芽性が「易」や「やや易」の多収品種を選択することが重要となる。
- 落下種子対策としての耕起法は地域により異なり、暖地・温暖地では収穫後は速やかに耕起して落下種子を土中に埋没させ、寒地・寒冷地では収穫後翌春まで耕起を行わないことが望ましい。
- 食用品種を移植栽培する場合、代かき後または移植直後にプレチラクロールを含む初期除草剤を散布することで漏生イネの発生を抑制できる。

収穫時に圃場内に落下した籾（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2-16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。



① 転作、品種選定(多収品種作付け前)

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の栽培は避け、大豆など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。

漏生イネの発生程度は、圃場に残留する種子数と種子の越冬能力に大きく依存する。脱粒しにくい品種は圃場に残留する種子数も少ないことから、栽培する多収品種の選択において脱粒性は考慮す

べき重要な特性である。次に、温暖地・寒冷地のいずれにおいても、種子の越冬能力は種子休眠の浅い品種で低い傾向にある（図2-17）。休眠性と穂発芽性は概ね一致するので、漏生イネの発生を抑制する上では、穂発芽性が「易」や「やや易」の多収品種を選択する。

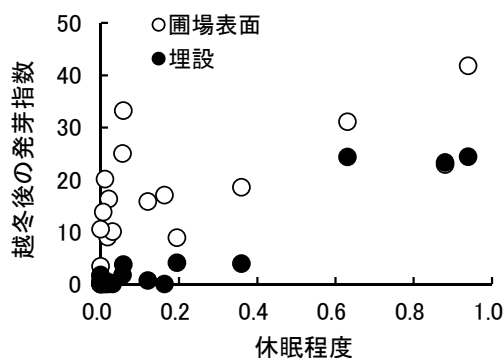


図2-17 休眠程度と越冬後の発芽指数との関係（大平・佐々木 2011 を改変）

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

② 栽培管理(多収品種栽培期間)

漏生イネの発生抑制には、多収品種のコンバイン収穫時の落下種子数を極力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、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。

③ 圃場管理(多収品種収穫後)

ア 暖地・温暖地

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）。なお、休眠の浅い品種は上記のような対策が有効であるが、休眠の深い品種は秋季に種子を土中に埋没させても発芽能力を保ったまま越冬することが多いので留意する（図2-17）。

暖地・温暖地では、春季の有効積算温度が 480℃・日（下限温度：平均気温 10.0℃）程度に達する時期に漏生イネの出芽率が頭打ちになる（図2-20）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。

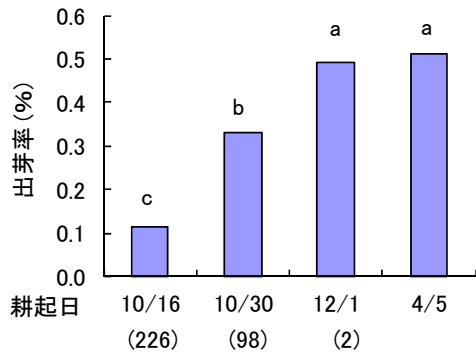


図2-18 耕起時期が漏生イネの出芽に及ぼす影響 (大平・佐々木 2010)

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°C)を示す。ロータリー耕とし、耕起深度は約15cm。Tukey HSD検定により、同一のアルファベット間には5%水準で有意差がないことを示す(n=4)。

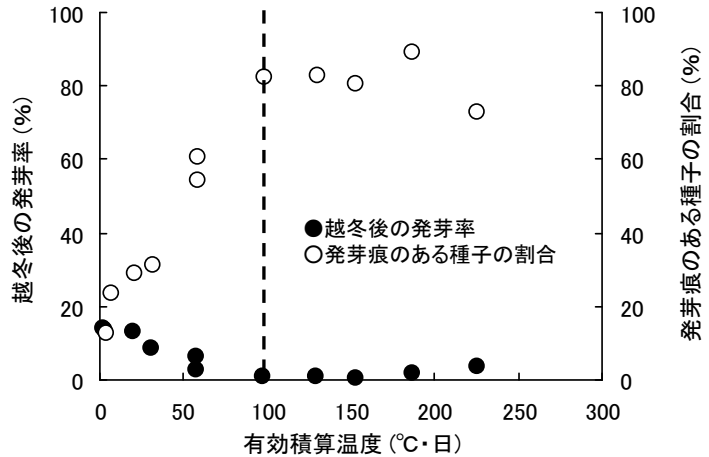


図2-19 種子を土中に埋設してからの年内の有効積算温度と越冬後の発芽率および発芽痕のある種子の割合との関係 (大平・佐々木 2010)

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

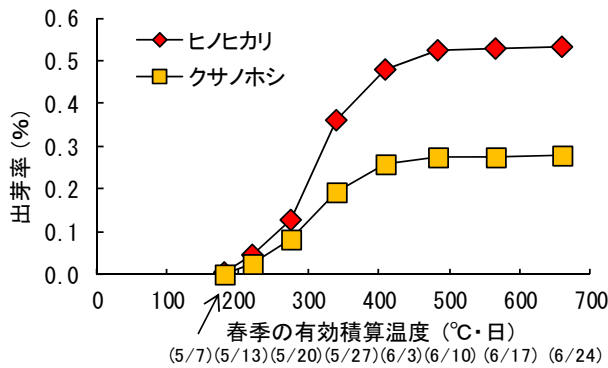


図2-20 春季における漏生イネの出芽率の推移

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。

イ 寒地・寒冷地

寒地・寒冷地では、落下種子対策が暖地・温暖地と異なる点がある。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°Cとした有効積算温度100°C・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。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り、収穫後の耕起はむしろ後作の漏生イネを増加させることになる(図2-21)。

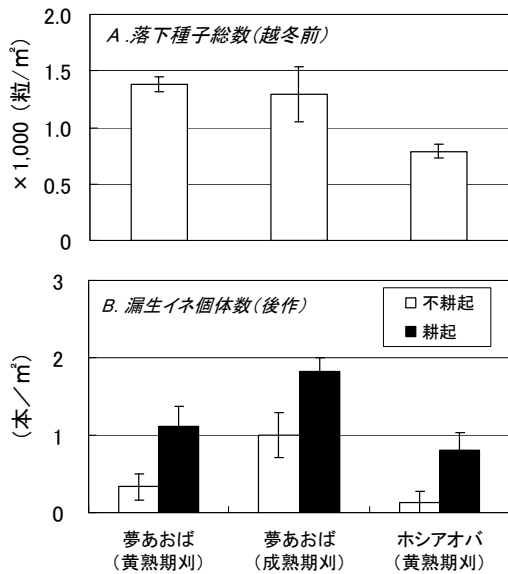


図2-21 後作の漏生イネ発生に及ぼす収穫後の耕起と多収品種の収穫熟期の影響 (大川・辻本 2009)

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
 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 ピリミバックメチル・プロモプチド・ペンシルフロントメチル
 ・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2-22)。

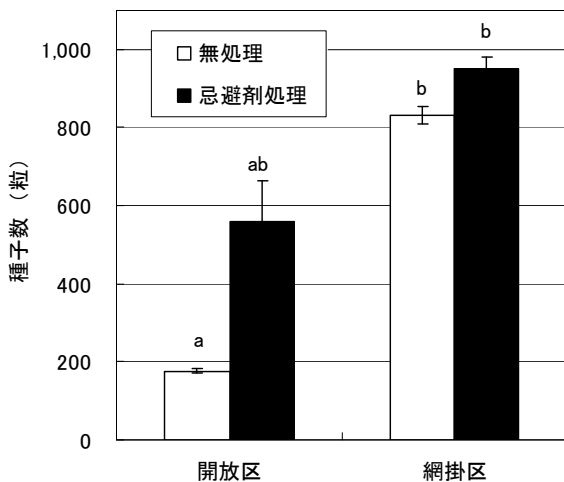


図2-22 冬季の鳥類の摂食による地表落下種子の減耗 (大川・辻本 2008)

開放区: 稲株・わら残渣・落下種子を除去した 2m × 2m
 網掛区: 開放区に 1.5m 高まで防鳥ネットで囲い設置 (両区とも不耕起)
 2007. 10/22: 区内地表面 (20cm × 20cm) にホシアオバの乾粃 1,000 粒を設置、忌避剤: チウラム水和剤
 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*)

④ 除草剤(食用品種作付け時)

多収品種を栽培した翌年に食用品種の栽培が避けられない場合には、直播栽培は避けて移植栽培とする。移植栽培の場合、代かきは丁寧に行って土壌を還元化させ、漏生イネ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。また、以下に記載する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。

プレチラクロールを含む初期除草剤を代かき後または移植直後に散布すると漏生イネの発生を抑制することができる (図2-23)。ただし、プレチラクロールの散布に当たり、現在普及している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2-24)。また、散布後の豪雨等によりプレチラクロールが流亡した場合や、漏水田では漏生イネの発生抑制効

果が劣る。このため、漏水対策を施し、天候に注意して規定量を速やかに散布することが重要である。

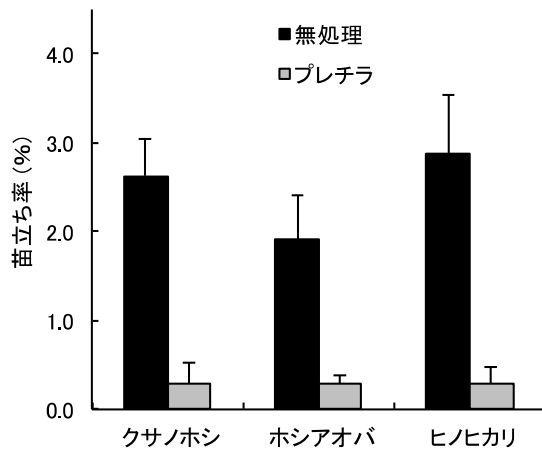


図2-23 移植後の除草剤散布が散播種子の苗立ちに及ぼす影響

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 日にフジミノリを機械移植した。苗立ち率は 6 月 22 日に調査した。無処理：除草剤散布無し、プレチラ処理：移植直後のプレチラクロール乳剤散布、いずれの品種も処理間に5%水準で有意差あり (n=3)。

プレチラクロール処理時の漏生イネの生育ステージ	プレチラクロール処理18日後の漏生イネの生育状況
出芽始め	
出芽揃い～不完全葉抽出時	

図2-24 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

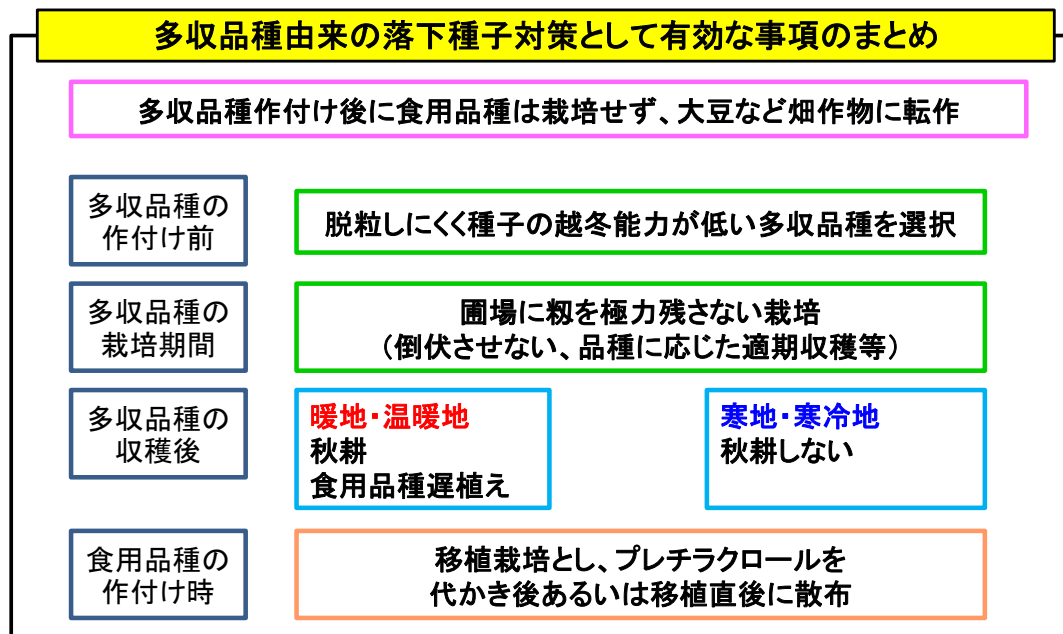


図2-25 多収品種由来の落下種子対策のまとめ

(参考資料)

- 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

(9) 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」の多収栽培条件(目標収量 800kg/10a)

想定地域: 北海道の水田作地帯(いもち病の被害を受けた圃場は避ける)
 作期: 5月下旬移植(栽植密度 18~21 株/m²、初期生育の良好な地域では疎植可)
 目標出穂期: 8月1日~5日
 窒素施肥の目安: 8~10kg/10a(高地力圃場や堆肥施用時は減肥)

<多収のための留意点>

- ・いもち病に弱いため、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、障害型耐冷性、耐倒伏性が十分でないため、地力が高い圃場では減肥栽培を行うなどの注意が必要である。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。
- ・生育が遅れる直播栽培は避け、移植栽培とする(秋の気温低下が早い地域では、成苗が望ましい)。
- ・食用品種の標準施肥量から窒素で 2~3kg/10a 程度までの増肥が可能である(過度の増肥はいもち病、障害型冷害、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2-26)、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しない。一方、冷害危険期には深水管理を行う。良好な登熟を得るため、登熟期の灌漑はなるべく遅くまで行うことが望ましい。

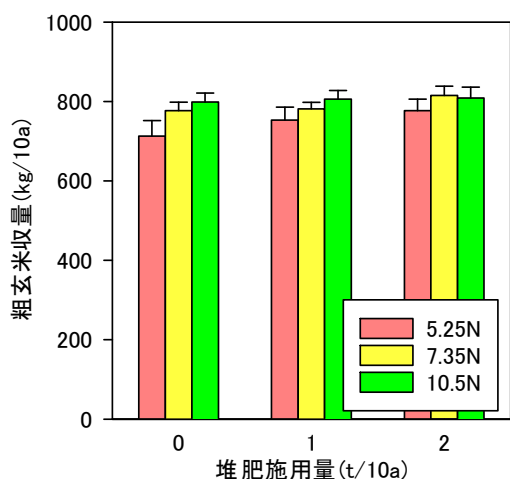


図 2-26 豚糞堆肥を施用した「きたあおば」の粗玄米収量

2011~2012 年の平均値 試験地: 札幌市
 堆肥中の窒素=0.67%(3か年の平均値)

表 2-14 目標粗玄米収量と生育指標

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

冷害年であった2009年を除いた、2008~2011年の北農研内試験結果より

北海道地域における飼料用米(「きたあおば」)栽培のポイント — 移植栽培 —

	水管理	生育	作業体系
4月			塩水選 種子消毒 播種
5月		荒起こし	
		基肥散布 代かき 移植	
6月	浅水で 分けつ 確保	慣行 除草剤 施用	
			プロベナゾール 施用
7月	冷害 危険期 深水に	幼形期	
		減分期	生育に応じて追肥
8月	登熟期 なるべく 遅くまで 灌漑	出穂期	慣行 いもち病 防除
9月			
10月		成熟期	収穫
			乾燥 ・ 調製

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、復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

生育初期の分けつ数増加を促進するため、分け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、収穫までにコンパ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の施用を必ず行う。

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。

(イ)「たちじょうぶ」の多収栽培条件(目標収量 800kg/10a)

想定地域: 北海道の水田作地帯のうち、出穂後 1050～1100℃の積算気温が得られる地域
(留萌南部、空知、石狩、後志、渡島、檜山地域)
作期: 5月下旬移植(栽植密度 18～21 株/m²、初期生育の良好な地域では疎植可)
目標出穂期: 8月5日～10日
窒素施肥の目安: 10～12kg/10a(出穂後の気温が不足する地域や、堆肥施用時は減肥)

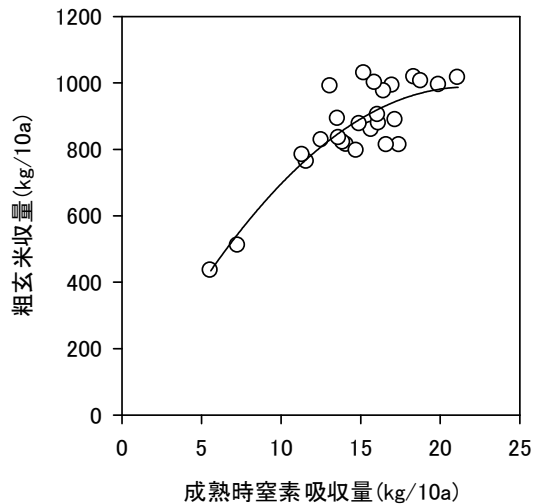


図 2-27 窒素吸収量と収量の関係
(2010～2012年の北農研内試験結果より)

表 2-15 目標粗玄米収量と生育指標

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	44000粒/m ²
登熟歩合	80%
千粒重	22.5g

2010～2012年の北農研内試験結果より

<多収のための留意点>

- ・出穂日は「ななつぼし」や「きらら 397」より約 7 日遅く、成熟期は“極晩”であるため、穀実の利用を目的とする場合には、直播栽培は適さない。
- ・出穂後、成熟までに必要な積算気温は標肥(7kgN/10a)で 1050℃、多肥(10kgN/10a)で 1082℃、極多肥(14kgN/10a)で 1110℃であり(札幌市、2007年～2009年の平均値)、これらの温度を確保できる地域が栽培適地である。十分な登熟期間を確保できるよう、成苗ポットによる栽培が望ましい。また、積算気温が確保できない可能性がある地域では、増肥は行わない、復元田のような地力が高い圃場での栽培を避けるなどの注意が必要である。
- ・粒数を確保しつつ高い登熟歩合を得る必要があるため、過繁茂にならないよう、密植は避ける。
- ・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。
- ・耐倒伏性の強い品種ではあるが、成熟時窒素吸収量 15kg/10a 以上では倒伏の危険性があるため、家畜ふん堆肥施用時は極端な増肥を避け、食用品種の標準程度の施肥量にとどめる。
- ・初期生育の良好な地域では、疎植栽培においても、標植に迫る収量を得ることができる。初期生育(分けつ)を確保するために、側条施肥の割合を増やす、浅水管理を行うなどの注意が必要である。

表 2-16 「たちじょうぶ」と「きたあおば」の生育、収量

	たちじょうぶ	きたあおば
地上部乾物重(kg/10a)	1595	1521
粗玄米収量(kg/10a)	845	885
収穫指数(%)	45.2	49.8
穂数(本/m ²)	396	415
一穂粒数(粒/穂)	119	131
総粒数(千粒/m ²)	46.9	54.9
登熟歩合(%)	80.0	71.3
千粒重(g)	22.3	22.0
窒素吸収量(kg/10a)	12.0	12.2

2010～2012年の北農研内試験結果
 基肥窒素量10.5kg/10a、無追肥
 千粒重は、粒厚1.8mm以上の精玄米を用いて測定

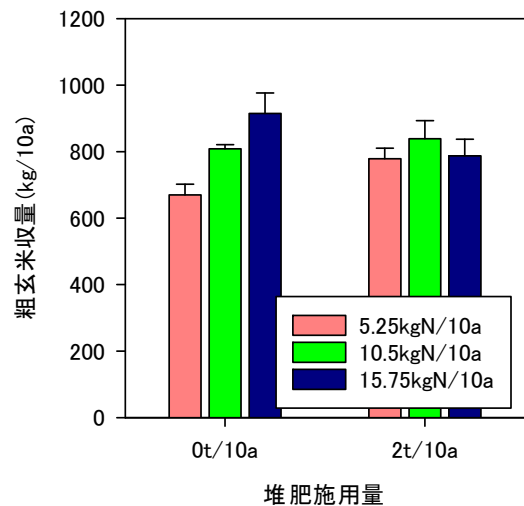


図 2-28 豚糞堆肥を施用した「たちじょうぶ」の粗玄米収量

2011～2013年の平均値 試験地:札幌市
 堆肥中の窒素=0.67%(3か年の平均値)

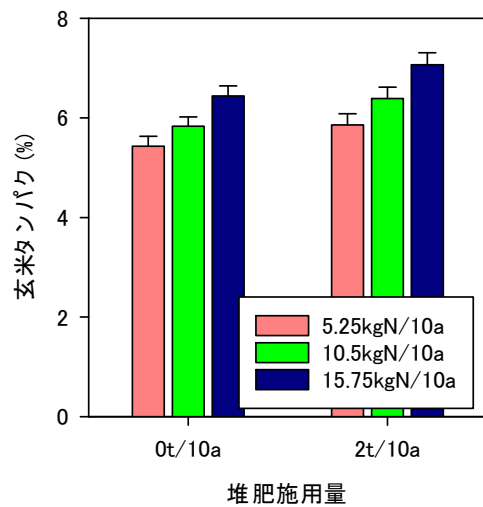


図 2-29 豚糞堆肥を施用した「たちじょうぶ」の玄米タンパク含有率

2011～2013年の平均値 試験地:札幌市
 堆肥中の窒素=0.67%(3か年の平均値)

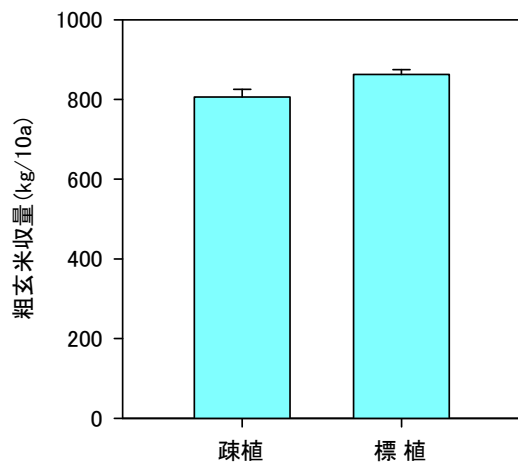


図 2-30 標植および疎植栽培した「たちじょうぶ」の粗玄米収量

2011～2013年の平均値 試験地:美唄市
 標植は 23.2 株/m²、疎植は 13.0 株/m²かつ
 かき取り量を標植の5～6割としたもの

北海道地域における飼料用米(「たちじょうぶ」)栽培のポイント — 移植栽培 —

	水管理	生育	作業体系
4月			塩水選 種子消毒 播種
5月		荒起こし 基肥散布 代かき 移植	
6月	浅水で 分けつ 確保	慣行 除草剤 施用	
7月	冷害 危険期 深みに	幼形期 生育に応じて追肥 減分期	慣行 いもち病 防除
8月	登熟期 なるべく 遅くまで 灌漑	出穂期	
9月			
10月		成熟期	収穫 乾燥・ 調製

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(出穂は「きらら397」や「ななつぼし」より7日程度遅く、登熟期間に必要な積算気温は約1050～1100℃)。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、幼穂形成期に追肥を行う(窒素で3kg/10a程度)。堆肥施用時は食用米品種の標準施肥量程度にとどめる。

4. 栽植密度

過繁茂の危険性があるため、密植は避ける。初期生育の良好な地域では、疎植栽培で育苗にかかる労力、コストの削減も可能(側条施肥や浅水管理による分けつ促進を合わせて行う)。

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)「べこあおば」の多収栽培条件(目標収量 800kg/10a)

想定地域:東北地域(中北部～南部)
 作期:5月上中旬移植(栽植密度 60～70 株/坪)
 目標出穂期:8月5～15日
 窒素施肥の目安:合計 12～14kg/10a(基肥 4～6kg/10a、穂肥、実肥各 1回(各 4kg/10a))

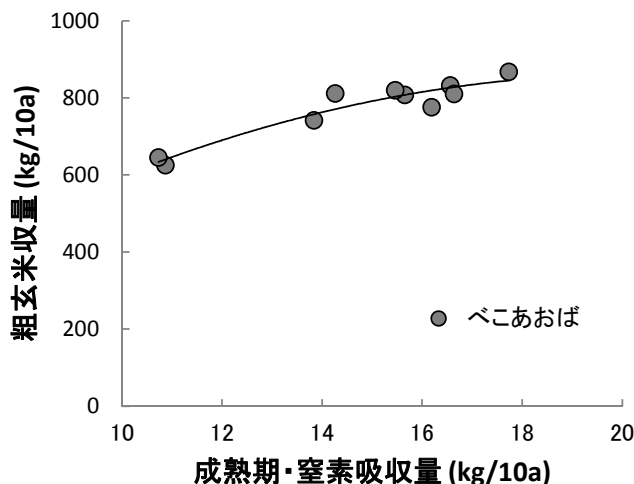


表2-17 窒素施用量の目安
(地力中程度、窒素成分 kg/10a)

基肥	穂肥 出穂25～ 20日前	実肥 出穂～ 穂揃い期	合計
4～6	4	4	12～14

完熟堆肥1～2t/10aを施用
 基肥施用量は地力に応じて加減

図2-31 窒素吸収量と収量との関係

注)東北農研(大仙)2010～11年データによる。

表2-18 800kg/10a 収量達成のための構成要素および窒素吸収

品種	粗 玄米重 (kg/10a)	穂数 (no./m ²)	1穂 籾数 (no.)	総 籾数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	玄米 千粒重 (g)	窒素吸収量	
							出穂期 (kg/10a)	成熟期 (kg/10a)
べこあおば	800	320	100	32.0	78.0	33.0	12	15

粗玄米重及び千粒重は水分15%換算

<多収のための留意点>

- ・育苗:大粒品種のため、育苗箱への播種量を食用品種より重量で3割程度多めにし、十分な植え付け本数が確保できるようにする。
- ・作期:食用米への混入防止のため、当該地域の食用品種と同等かやや遅い作期設定により、食用品種収穫後の飼料用米収穫・調製作業が可能である。立毛乾燥の導入によっても収穫スケジュールの調整が可能である。
- ・水管理:当該地域の食用品種と同様の水管理を行う。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。落水は出穂 4 週間後頃が望ましいが、排水しにくい圃場では早めに落水する。
- ・肥培管理:完熟堆肥を1～2t/10a 程度(牛糞堆肥の場合)を目安に連年施用することが望ましい。

(イ) 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2-19、図2-32)。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2-19 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)

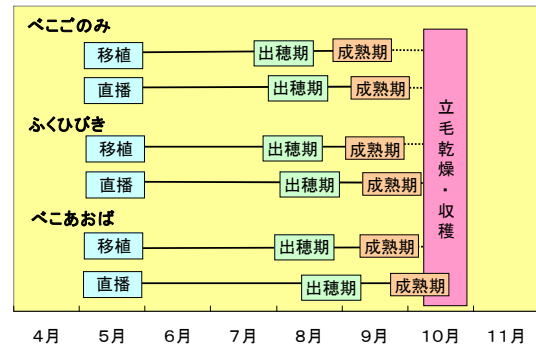


図2-32 東北中北部における多収品種の作期

(ウ) 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。

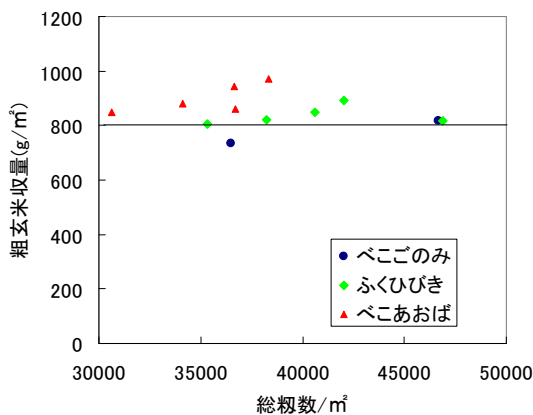


図2-33 移植栽培における多収品種の総粒数と粗玄米収量の関係(東北農研)

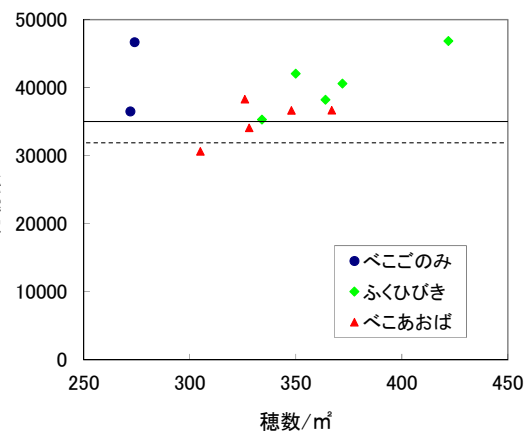


図2-34 移植栽培における多収品種の穂数と総粒数の関係(東北農研)

(エ) 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/㎡以上、「べこあおば」で 32,000 粒/㎡以上が目標であり(図2-33)、そのための目標穂数は「べこごのみ」で 250 本/㎡以上、「ふくひびき」、「べこあおば」で 320 本/㎡以上である(図2-34)。

(オ) 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 倍程度を施用する。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 を越える過度の多肥は避ける。

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、種子の発芽能力について事前にチェックする。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2-32)。立毛乾燥を行う場合、熟期が遅い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。食用品種の直播栽培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

「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。

(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)。

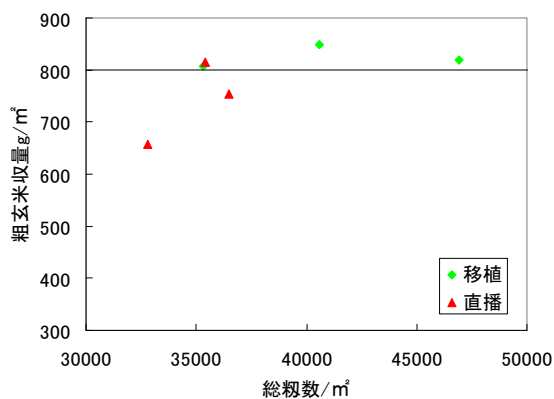


図2-35 多収品種の移植栽培と直播栽培における総籾数と粗玄米収量の関係
(東北農研、品種:ふくひびき)

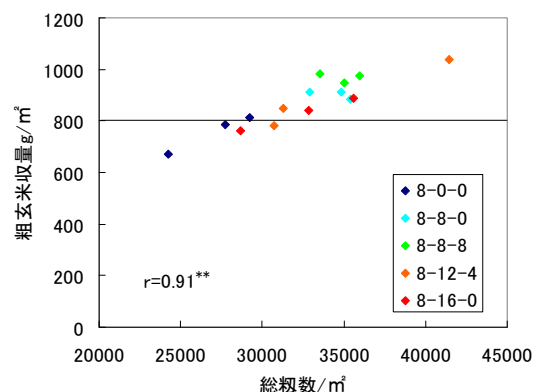


図2-36 異なる施肥条件で直播栽培した多収品種の総籾数と粗玄米収量の関係
(東北農研、品種:べこあおば)

図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。

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	間断かん漉		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
11月		落下種子対策	乾燥・調製

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)「北陸193号」の多収栽培条件(目標収量 800kg/10a)

想定地域:北陸地域平野部
 作期:5月上中旬移植(栽植密度 50~60 株/坪)
 目標出穂期:8月10~15日
 窒素施肥の目安:合計 14kg/10a(基肥 6kg/10a、穂肥 2回(4kg/10a×2))

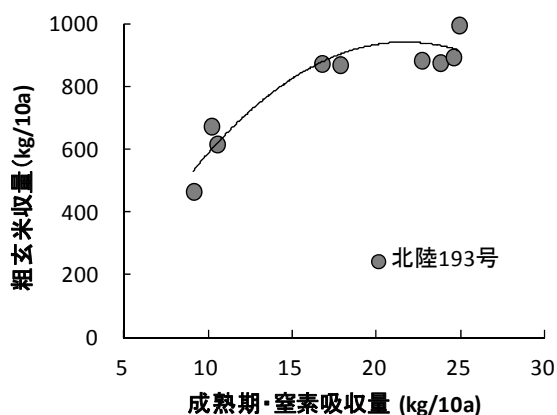


図2-37 窒素吸収量と収量との関係

注)作物研究所 2009~10年データを基に回帰。

表2-20 窒素施用量の目安
(地力中程度、窒素成分 kg/10a)

基肥	穂肥①	穂肥②	合計
出穂30日前		出穂15日前	
6	4	4	14

低地力圃場では移植後1ヶ月頃につなぎ肥を施用
 高地力圃場では15%程度減肥可能。

表2-21 800kg/10a 収量達成のための構成要素および窒素吸収

品種	粗 玄米重 (kg/10a)	穂数 (no./m ²)	1穂 籾数 (no.)	総 籾数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	玄米 千粒重 (g)	窒素吸収量	
							出穂期 (kg/10a)	成熟期 (kg/10a)
北陸193号	800	250	150	40.0	87.0	23.0	12	15

粗玄米重及び千粒重は水分15%換算。

<多収のための留意点>

- ・育苗:インド型品種のため育苗時の低温に留意し、夜温が 10℃以下になることが予想される場合は、苗に保温シートを掛けるなどに対応する。
- ・作期:インド型多収品種のため、登熟気温が高い方が安定多収を狙える。出穂後 40 日間の平均気温の目安を 23℃とすると、当該地域の平年気温での出穂晩限は 8 月 20 日頃となる。
- ・水管理:当該地域の同時期移植のコシヒカリと比較して 10 日程度出穂が遅い。多収の達成には出穂後 25 日程度は入水できるような条件が必要となる。
- ・肥培管理:地力は中程度以上の圃場を選択する。穂肥の 1 回目が遅いと籾数不足になるため、早めに施用(出穂 1ヶ月前)。

(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、10 月下旬以降に天候不順の日が増えるため、立毛乾燥も考慮しつつ、これ以前に収穫が行える品種を選定することが重要となる。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け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。

(ウ) 肥培管理

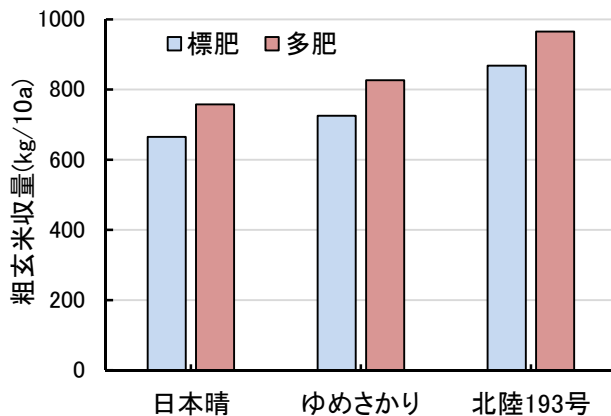


図2-38 収量性の品種間差 (北陸研究センター)

(標肥: 8kg-N/10a、多肥: 16kg-N/10a)

飼料用米向けの多収品種は、同様の施肥条件であっても食用品種と比較して多収が得られるため(図2-38)、多収品種の利用は生産物当たりのコスト低減に有効となる。多収を目標とする飼料用米生産では、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ことができる。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けつが少ない穂重型～極穂重型のものが多

いが、これらの品種では分けつ期に窒素を追肥することで分け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。ただし、極端な多肥は、いもち病発生の危険性を高めるので、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、分け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。

(エ) 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の中干しの重要性が高まる。また、多収品種は籾数が多いため、主食用一般品種と比べて登熟に要する期間も長くなる。このため、登熟後期の落水時期を相対的に遅くすることが、多収品種の収量性の安定化のために重要となる。

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 病害虫防除
7月		幼穂期 減分期	追肥 病害虫防除
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食用品種の施肥量の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穂肥は、幼穂分化期までに1回目、減数分裂期頃2回目を施用する。
- ③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. 病害虫防除

- 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。

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、播種作業が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。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籾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籾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。種籾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、露出籾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少なくするように努める。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	間断かん漉	中干	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籾の表面散布では播種量を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

- 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穂肥は、幼穂分化期までに1回目、減数分裂期頃2回目を施用する。

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、籾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)項を参照

④関東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)「モミロマン」の多収栽培条件(目標収量 800kg/10a)

想定地域: 関東地域平野部
 作期: 5月上旬移植(栽植密度 50~60 株/坪)
 目標出穂期: 8月12~17日
 窒素施肥の目安: 合計 16kg/10a(基肥+分けつ追肥 8kg/10a、穂肥 2回(4kg/10a×2))

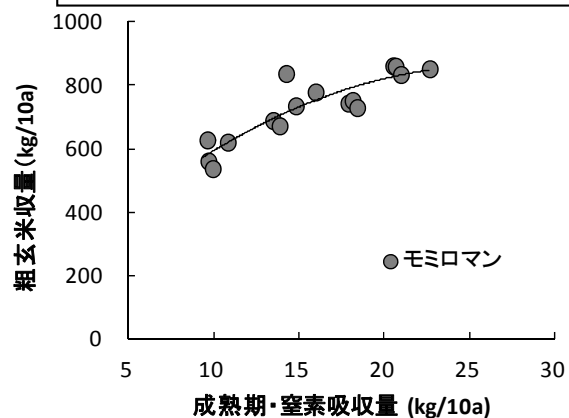


表2-22 窒素施用量の目安
(地力中程度、窒素成分 kg/10a)

基肥	分けつ 追肥	穂肥① 出穂25日前	穂肥② 出穂15日前	合計
6	2	4	4	16

高地力圃場では15%程度減肥可能.

図2-39 窒素吸収量と収量との関係

注) 作物研究所 2008~10年データを基に回帰。

表2-23 800kg/10a 収量達成のための構成要素および窒素吸収

品種	粗 玄米重 (kg/10a)	穂数 (no./m ²)	1穂 籾数 (no.)	総 籾数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	玄米 千粒重 (g)	窒素吸収量	
							出穂期 (kg/10a)	成熟期 (kg/10a)
モミロマン	800	240	180	50.0	70.0	23.0	14	17

粗玄米重及び千粒重は水分15%換算.

<多収のための留意点>

- 育苗: 一般品種と同条件の育苗が可能。
- 作期: 800kg/10a 超の多収を狙うには5月植え(早植え)が適する。麦後の6月後半移植の場合には、施肥量や目標収量を見直す必要がある。出穂後 40 日間の平均気温の目安を 22℃とすると、当該地域の平年気温での出穂晩限は 8月25日頃となる。
- 水管理: 当該地域の同時期移植のコシヒカリと比較して 14 日程度出穂が遅い。多収の達成には出穂後 25 日程度は入水できるような条件が必要となる。
- 肥培管理: 他の多収品種と比較して葉色が薄いので穂肥判定の際に留意する。地力は中程度以上の圃場を選択する。

(イ) 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 22℃を下回る暦日から、出穂晩限の目安は、関東では8月末、東海では9月上旬となる。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。インド型品種では耐冷性が弱いため、早植えする場合には育苗期の低温に留意する。

(ウ) 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、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)。食用イネの施肥量に対して、1.6 倍以上に増加させる必要がある。

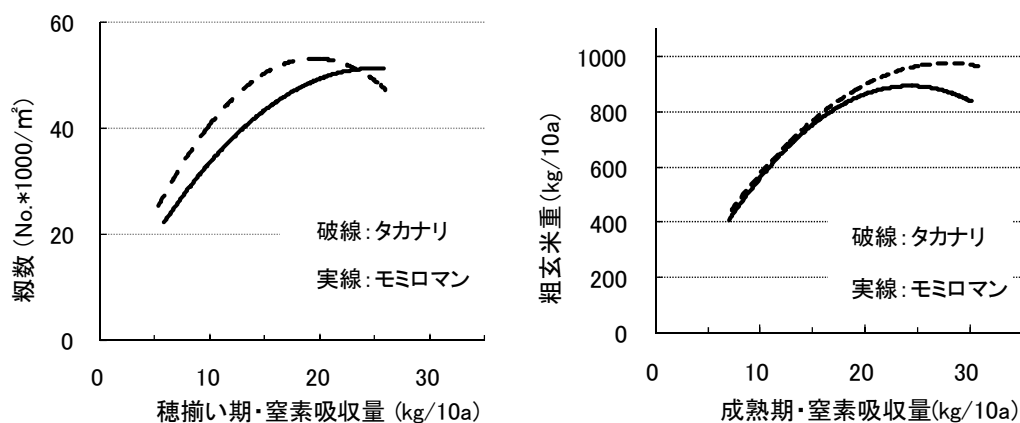


図2-40 窒素吸収量と収量との関係

注) 作物研究所 2006～08 年データを基に回帰。

(エ) 生育目標

「タカナリ」、「モミロマン」で 800kg/10a を目指す場合の収量構成要素の品種間差は表2-24の通りである。いずれも穂重型品種で穂数が少ない(目標穂数が 300/m² 本以下)となるため、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2-24 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	50.0	70.0	23.0	17

作物研究所2006～08年データをもとに作成。

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食用品種への施肥量の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穂肥は、幼穂分化期までに1回目、減数分裂期頃2回目を施用する。
- ③堆肥等の有機物施肥量、質に応じて化学肥料施肥量を調整する。

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:ベンゾピシクロン)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。

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) 糶米のまま、もしくは糶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、残留糶を取り除く。
- 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、東海では9月上旬)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/㎡)、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2-25)、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2-25 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/㎡)	倒伏 程度 (0-9)
		直播日 (月・日)	(月・日)	(月・日)	玄米重 (kg/10a)			
モミロマン	移植	5.18	8.16	10.10	867	(100)	281	2
	直播	5.12	8.25	10.23	674	78	323	4

作物研究所・低コスト稲育種研究チーム、稲メーカー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)。

関東・東海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			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	間断かん漉		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 催芽粒に乾粒重の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 穂肥は、幼穂分化期までに1回目、減数分裂期頃2回目を施用する。
- 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壤処理剤を散布。
- ② 品種により4-HPPD阻害型除草剤(ベンゾビスクロン、メソリオロン、テフリルトリオン等)の被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、糞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中国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)「タカナリ」の多収栽培条件(目標収量 800kg/10a)

想定地域: 中国地域平野部～標高 300m 地帯
 作期: 5 月中下旬移植(栽植密度 50～60 株/坪)
 目標出穂期: 8 月 1 日～20 日
 窒素施肥の目安: 合計 12～14kg/10a(基肥(+中間追肥)6kg/10a、穂肥 2 回(3～4kg/10a×2))

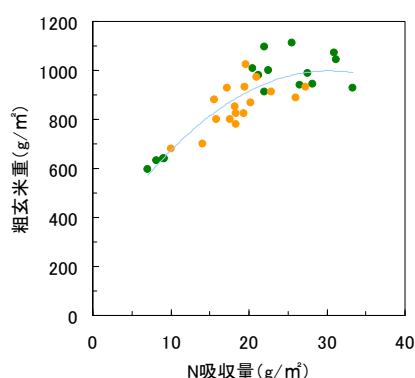


図2-41 窒素吸収量と収量との関係

注) 広島県三原市における現地試験(2009 年)データを基に回帰。

表2-26 窒素施用量の目安

(地力中程度、窒素成分 kg/10a)

基肥	穂肥①	穂肥②	合計
	出穂30日前 出穂15日前		
6	3～4	3～4	12～14

表2-27 800kg/10a 収量達成のための構成要素および窒素吸収

品種	粗 玄米重 (kg/10a)	穂数 (no./m ²)	1穂 籾数 (no.)	総 籾数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	玄米 千粒重 (g)	窒素吸収量	
							出穂期 (kg/10a)	成熟期 (kg/10a)
タカナリ	800	280	160	45	85	21.0	12	15

粗玄米重及び千粒重は水分15%換算。

<多収のための留意点>

- ・作期: 「タカナリ」は高温条件でも登熟が良く、登熟期の日射量が多い方が安定多収を狙えるため、8 月上中旬出穂がよい。それ以上遅れると特に高標高地では秋冷による登熟遅延が生じやすい。
- ・育苗: インド型品種のため育苗時の低温に留意し、夜温が 10℃以下になることが予想される場合は、苗に保温シートを掛けるなどで対応する。
- ・肥培管理: 穂肥の 1 回目が遅いと籾数不足になるため、早めに施用(出穂 1 ヶ月前)。緩効性肥料を用いると省力化が期待できるが、その場合はこの時期の溶出量が多くなるように設計する。
- ・収穫: 籾数が多いため、登熟日数は一般食用品種より 5 日～1 週間程度長く見込んでおく。それ以上経過すると脱粒が増加しやすいので注意する。

(イ) 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。

(ウ) 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。

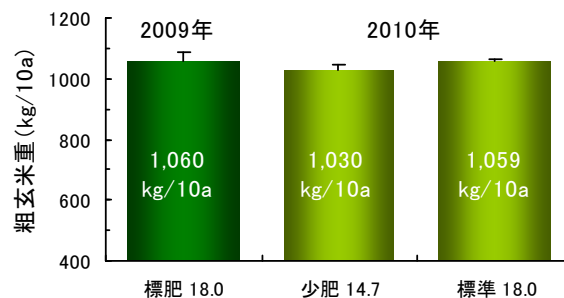


図2-42 肥効の異なる数種類の窒素肥料を全量基肥として栽培した事例(佐々木ら 未発表)。品種はタカナリ。横軸の数値は施肥窒素量(kg/10a)。

(エ) 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、収量確保に有効である。

(オ) 栽植密度

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。

(カ) 除草体系

食用品種に準ずる。ただし、除草剤成分ベンゾピシ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。

(キ) 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。

(ク) 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ります。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。

近畿・中国・四国地域における飼料用米栽培のポイント — 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			種子消毒・浸種 播種
5月		育苗期	施肥・耕起・代かき
		活着期	移植 施肥 除草剤散布
6月		分けつ期 最高分けつ期	害虫防除
7月		中干し	害虫防除
		間断かん漉	追肥
8月		幼穂期	追肥
		減分期	病虫害防除
		出穂期	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を削減できるだけでなく、水稻への持続的な窒素供給が可能となる。

4. 移植

- ①多収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りますので、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多収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、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「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ります。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に埋設させると、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。

近畿・中国・四国地域における飼料用米栽培のポイント — 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			種子消毒・浸種 播種
5月		育苗期 活着期	施肥・耕起・代かき 移植 施肥 除草剤散布
6月		分けつ期 最高分けつ期	害虫防除
7月	中干し 間断かん漑	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	間断かん漑 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、水稻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-HPDD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、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「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に埋設させると、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。

(参考資料)

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均平機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、種籾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となる。(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) 出芽期は種籾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、圃場の数カ所所で種籾を掘り出して、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。ノビエの葉齢増加速度は、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。

近畿・中国・四国地域における飼料用米栽培のポイント — 乾田直播栽培 —

	水管理	生育	作業体系
3月			品種選定 種子消毒
4月			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(畦畔漏水、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、施用量を調整し、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レーザー均平機による均平を推奨する。レーザー均平機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レーザー均平機により均平を行う場合には事前にプラウ耕により草と株を反転埋没させ、表層が良く乾いた状態で実施する。ロータリ耕は避ける。
- ④レーザー均平機による均平・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が困難となることから、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、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壌水分が比較的高い時にトラクタで畦畔をしっかりと踏み固め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、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。

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。

14. 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。

近畿・中国・四国地域における飼料用米栽培のポイント — 乾田直播栽培 —

	水管理	生育	作業体系
3月			品種選定 種子消毒
4月			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	病虫害防除 追肥
8月		幼穂期 減分期 出穂期	病虫害防除
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隣接圃場が水稲早期栽培(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(畦畔漏水、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。肥効の上昇にとまない、施用量を調整し、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行う。
- ②レーザー均平機による均平を推奨する。レーザー均平機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レーザー均平機により均平を行う場合には事前にプラウ耕により草と株を反転埋没させ、表層が良く乾いた状態で実施する。ロータリ耕は避ける。
- ④レーザー均平機による均平・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の散布が困難となることから、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、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壌水分が比較的高い時にトラクタで畦際をしっかりと踏み固めて入念に実施する。

11. 病虫害防除

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、「直播水稲」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。

14. 落下種子対策

代かきしないため偏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.

ア 移植栽培

(ア) 「ミズホチカラ」の多収栽培条件(目標収量 800kg/10a)

想定地域:九州普通期栽培地帯平野部
 作期:6月中旬移植(栽植密度 60~70 株/坪)
 目標出穂期:8月下旬から9月上旬
 窒素施肥の目安:合計 12~14kg/10a(基肥 6~8kg/10a、穂肥 2回(3kg/10a×2))

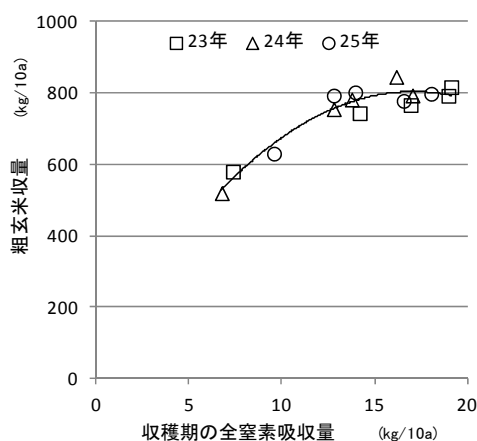


表2-28 窒素施用量の目安
(地力中程度、窒素成分 kg/10a)

基肥	穂肥①	穂肥②	合計
出穂25日前		出穂15日前	
6~8	3	3	12~14

注) 地力の高い圃場では、倒伏の恐れがあるため減肥する。

図2-43 窒素吸収量と収量との関係

表2-29 800kg/10a 収量達成のための収量構成要

品種名	粗玄米重 (kg/10a)	穂数 (no./m ²)	1穂 粒数 (no.)	総 粒数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	玄米 千粒重 (g)
ミズホチカラ	800	335	145	48.0	70.0	23.5

<多収のための留意点>

- ・育苗:「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。
- ・作期:穂数が少ない品種のため、移植が遅れる収量減となりやすい。食用品種より早く移植し、食用品種より遅く収穫する作期が望ましい。
- ・水管理:当該地域の同時期移植のヒノヒカリと比較して出穂期で6日程度、収穫期で17日程度遅い。多収の達成には遅い時期まで入水できるような条件の水系が必要となる。
- ・肥培管理:地力は中程度以上の圃場を選択する。地力の低い圃場で栽培する場合は、減収することが考えられるため、生育状況を見ながら増肥を検討する。
- ・防除:トビイロウンカに被害を受けやすいので、適期防除につとめるとともに、箱施薬剤による防除体系を考える。

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ら、生育状況に応じて適切な肥培管理を行うこととする。

(イ) 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～中旬で出来るだけ早めに行う。穂重型の多収品種の栽植密度は、穂数不足による収量減になる場合があるので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1.3～1.6倍の籾数(40000～48000粒/m²)を確保する。「ミズホチカラ」における施肥事例:10aあたり窒素成分の目安として、基肥6.5kg+穂肥3.5kgの合計10kg/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) **病虫害防除**: 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、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。特にトビイロウンカには注意が必要であり、適期防除につとめるとともに、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たから収穫する。気象条件にもよるが、立毛乾燥により籾水分を20%以下まで低下させることができる。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。

(ウ) 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(ベンゾピシクロン、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 施肥・耕起・代かき
6月		活着期	移植 除草剤散布
7月	間断かん漉 中干	分けつ期 最高分けつ期	
8月		幼穂期 減分期 出穂期	病害虫防除 追肥 病害虫防除
9月			
10月	間断かん漉 落水	成熟期	立毛乾燥・収穫
11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1.6～2倍程度を目安とする。
- ②追肥は、出穂前25日ごろとし、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-HPPD阻害型除草剤（ベンゾピシクロン、メトリアン、テフリルトリアン等）では、「ミズホチカラ」や「モミロマン」などの品種を白化・枯死させる葉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. 病害虫防除

- 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、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。

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、籾水分を下げた後から収穫する。
- 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		育苗期	種子消毒・浸種 播種
4月		活着期	施肥・耕起・代かき 移植 除草剤散布
5月	間断かん漑	分けつ期 最高分けつ期	
	中干		
6月		幼穂期 減分期	追肥 病害虫防除
7月	間断かん漑 落水	出穂期	
8月		成熟期	立毛乾燥・収穫
9月		落下種子対策	乾燥・調製

1. 品種

収量性が高く、耐倒伏性が強い「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出穂前25日ごろ追肥する。

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(ベンゾピシクロン、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葉害(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. 病害虫防除

- 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。

(10) 低コスト栽培法

- 飼料用米の直播栽培は、食用米に準じて行う。低コスト化には乾田直播や鉄コーティング直播の導入が有効であるが、飼料用米品種の特性を理解したうえで品種選択を行う必要がある。
- 移植栽培におけるコスト低減のためには、乳苗移植による育苗期間の短縮や労力軽減、疎植栽培による苗箱数の削減などが有効となる。
- 飼料用米の生産物当たりの生産費の低減には、多収品種の利用が不可欠である。また、肥料費の節減や立毛乾燥の導入による乾燥費の節減と低コスト栽培技術を組み合わせることが重要となる。

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大規模農家向けの乾田直播の播種体系が構築できる(図2-44)。



播種床造成

ハローパッカ



播種

グレーンドリル



鎮圧

カルチパッカ

図2-44 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(人が片足のかかる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2-45)。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、土壤水分にもよるが、10%程度の碎土率向上効果があり、種子と土壤の密着性を高め、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2-30)。

表2-30 播種後のカルチパッカ鎮圧効果

カルチパッカ鎮圧 播種前	カルチパッカ鎮圧 播種後	播種量 kg/10a	苗立ち数 本/m ²	苗立ち率 %	縦浸透量 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) 播種床の碎土率72%(2cm以下)、土壤含水比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)

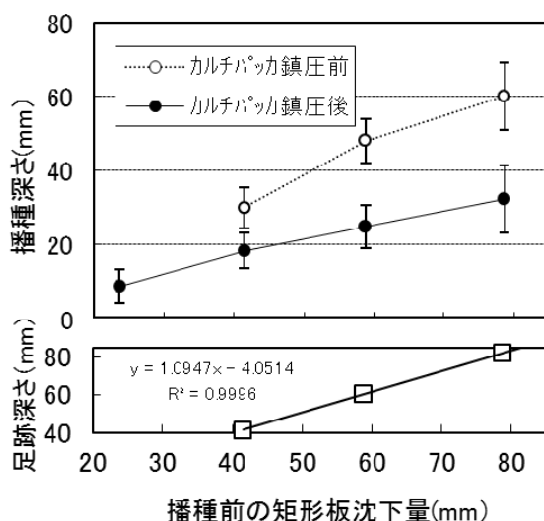


図2-45 播種床の矩形板沈下量と播種深さ

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 —東北地域—

	水管理	生育	作業体系
3月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">整地・均平</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">堆肥散布</div>
4月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">種子予措</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">播種床準備</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">施肥・播種・鎮圧</div>
5月		落下種子対策	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">除草剤散布</div>
6月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">除草剤散布</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">病虫害防除</div>
7月		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">幼穂期</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">減分期</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">出穂期</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">追肥</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">追肥</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">病虫害防除</div>
8月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">間断かん漑</div>
9月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">落水</div>
10月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">立毛乾燥・収穫</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">乾燥・調製</div>
11月		落下種子対策	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">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、チウラムを塗抹する。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、播種床を硬く造成する。
- 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、扱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。

13. 落下種子対策

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。一方で、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)。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。

ii)鉄コーティングに必要な資材や機械等は市販されている。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)鉄粉に焼石膏を 10%混ぜる。別途、仕上げの焼石膏(鉄粉の重さの 5%量)またはシリカゲル(種子重の 1%量)を準備する(図2-46)。シリカゲルは鉄コーティング種子製造時の固結を防止する。

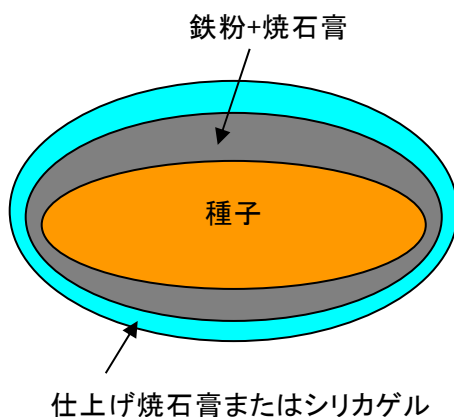


図2-46 鉄コーティング種子の模式図
鉄粉と焼石膏の混合物を水スプレーして種子の周りに付着させる。表層に焼石膏またはシリカゲルの層を作る。1~2日後には鉄粉が錆びて、強固なコーティング層が出来上がる。

(ウ)鉄コーティング作業

手作業では、1ha 分(乾籾 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(乾籾 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(13~20℃で 2~6 日間)した種子を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またはシリカゲルを造粒した種子の表面にふりかける。

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。

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。

(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では2週間である。

i)水田の準備 均平化された、日減水深が10~30 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強度を調節する。場合によっては額縁代かきや無代かきとする。

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、浅水入れ、土引きによる均平化、最後に浅水代かきとなる。代かき作業を通じて均平化すると、練りすぎやすい。移植水田に比べて田面は固めに仕上げる。

速効性窒素の割合を抑え、直播イネの生育期間に合わせた直播専用肥料の使用が望ましい。普及指導機関等に相談して肥料を選定する。

ii)雑草管理 荒代かきを実施しないときは、雑草を耕起または除草剤グリホサートカリウム塩液剤等の散布で抑えた後に、浅水代かきする。播種時に初期剤、芽干し後本葉1葉期に一発処理剤を散布する。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2-47)。表面播種とする。

a.湛水播種(散播) 湛水条件下で播種し初期剤を散布する(図2-47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、直ちに補水する(図2-47中)。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。鉄コーティング直播専用の点播機が市販されている。

c.落水播種(散播・条播・点播) 初期剤としてピラゾキシフェン・ベンゾビスクロン剤を使用する時は代かき後播種7日前に散布する(図2-47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補水する。

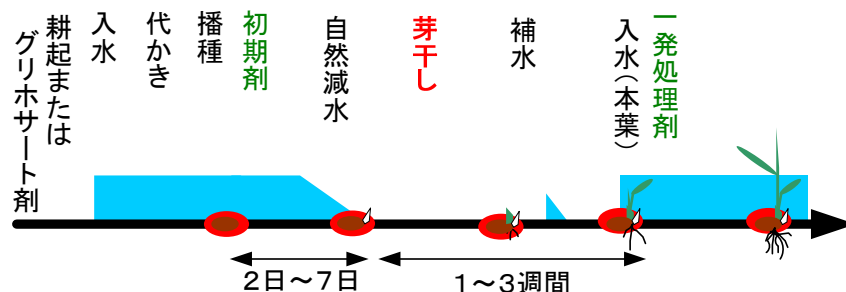
iv) 芽干しは、活着(浮き苗発生の回避)、還元障害の抑制、病虫害の軽減、モノアラガイ類、スクミリンゴガイ、カブトエビ、ユスリカ等の水生生物によるかく乱の抑制、水鳥の飛来回避などに効果があり、苗立ちを安定化させる。芽干しは種子が芽を切る播種後2日(温暖時)から7日(低温時、出芽の遅い種子)ごろに開始する。ヒタヒタ状態は不適であり、完全に水を落とし、田面にひびが入り始める程度を芽干しの目安とする。芽干しの期間は日減水深や還元などの土壌条件、病虫害の発生状況、水生生物や水鳥の活動の程度など、様々な条件によって決まるが、通常1週間程度、スクミリンゴガイなどの生息地では3~4週間ほどかかる。

芽干し期間が長く、土壌が乾きすぎるときは補水する。雑草害があるときはシハロホップブチル・ベンタゾン液剤を散布し、芽干しが完了した後に湛水して一発処理剤を散布する。

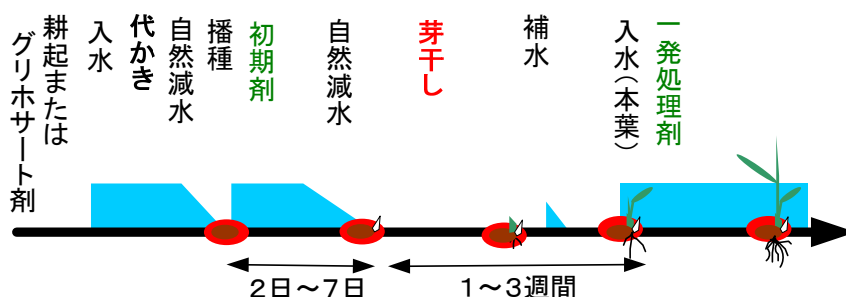
v) 食用品種の散播では90~100 個体/m²のときに最高収量が得られる。多収品種では目標苗立ち数が多くなると思われるが、現在検討中である。鉄コーティング種子の苗立ち率は通常50±20%である

ので、播種量は 200 粒/m²(乾粒換算で 5kg/10a)となる。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)が、最高収量を得るための条間と株間についてはさらに検討が必要である。直播では初期の分けつが旺盛である。目標茎数の 80%を達した段階で中干しを始める。

湛水播種(散播)



湛水播種(条播・点播)



落水播種(散播・条播・点播)

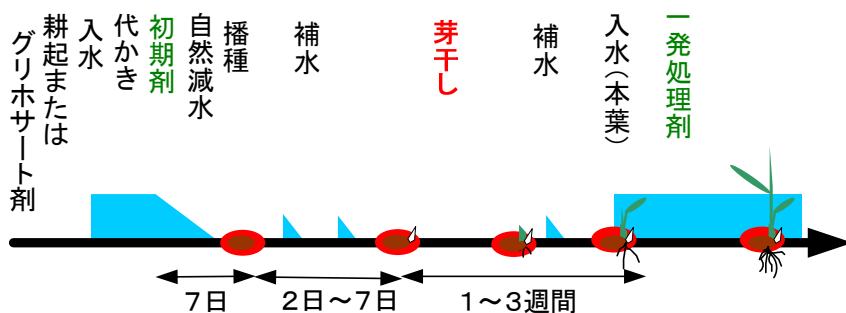


図 2-47 播種、水管理、除草剤散布の関係

(オ) 病虫害防除

直播における病虫害被害は湛水条件下で、特に温暖地、周りに耕作放棄地や山林があるときに発生しやすい。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)の被害に起因する発芽途中の種子の死滅である。芽干しにより被害を軽減できるが、地形や気象条件などにより実施が難しいときもある。このような時は農薬を普及機関に相談の上で散布する。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。

(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に起因する滞水部の発生が、芽干しを難しくして苗立ち不良を引き起こしやすい。滞水部が発生すると排水のための労力が必要であり、直播の省力性が大きく損なわれる。また、同一の水田内に乾いた部分と湛水部を発生させ、雑草管理を難しくする。

ii)雑草害 移植栽培において一発処理剤を使用する時期に、直播では初期剤を散布するため、代かき時に抑えなかった雑草が生長しやすい。荒代かきが省略されることも多くなってきており、入水前の耕起や除草剤の使用により、代かき前の雑草とその芽生えを十分に抑えておく必要がある。

iii)早播き 移植における苗の生育期間を考えて、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、イネ種子は表面播種されており、直接低温にさらされて初期生育が遅れ、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。

(キ)導入のメリット

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、資材費と種子代の合計は10aあたり約千円のコスト減になる(表2-31)。また、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、大規模化を図れること、また、表面播種であるためさまざまな方法で播種できるメリットがある。

表2-31 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

本技術に関する詳細なマニュアルは(独)農研機構のホームページに掲載され、また全国農業同組合連合会や機械メーカーなどから冊子入手できる。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る。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おり、実施許諾契約については普及・実用化促進係(029-838-8641)まで、お問い合わせいただきたい。

ウ 東北南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する。

(イ)栽培方法

●「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、耐冷性が弱いため標高 400m 以下とする。

表2-32 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/㎡)	出穂期 (月日)	穂数 (本/㎡)	1穂籾数 (粒)	籾数 (100粒/㎡)	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)

- 種子は塩水選を実施し、10a 当り乾籾5kg 程度を準備する。
- 堆肥は完熟したものを 10a 当り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。
- 基肥窒素量は 10a 当り 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 当り窒素量で2kg を各々幼穂形成期と減数分裂(又は穂揃)期に追肥する。堆肥を 2t 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2-33 鉄コーティング直播で堆肥を連用した場合の収量 (2011～2013年 福島県)

試験区	苗立数 (本/㎡)	粗玄米重 (kg/10a)	穂数 (本/㎡)	1穂籾数 (粒)	㎡当たり籾数 (100粒/㎡)
化成肥料	96	818	396	93.8	369
堆肥	106	766	354	95.4	335

注)化成肥料区は、基肥は窒素8、リン酸、カリは10kg/10a。

堆肥区は、籾殻牛ふん堆肥を秋冬期に5t/10a連年施用し、基肥は窒素2又は4kg/10a。

穂肥は両区とも窒素で幼穂形成期2、減数分裂期2kg/10a。

- 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5月中旬頃まで播種が可能である。
- 播種後の除草は、1回目はピラゾレート粒剤を散布し、2回目はイネ 1.0～1.5 葉期以降に初中期剤を散布する。
- 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)。
- 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、2-(6)項を参照して、農薬残留の低減措置を図る。
- 10月中旬頃まで立毛乾燥が可能であるため、乾燥に要する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
6月	間断かん漉	鳥害対策 (カモ、カラス、スズメなど)	除草剤散布 病害虫防除
7月	中干	幼穂形成期 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。
- ③ 20℃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、磷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

- ① 5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布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、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。雑草防除にあたっては、「直播水稲」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 東北南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

- 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。
- 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。
- 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。
- 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」)。
- 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2-34 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

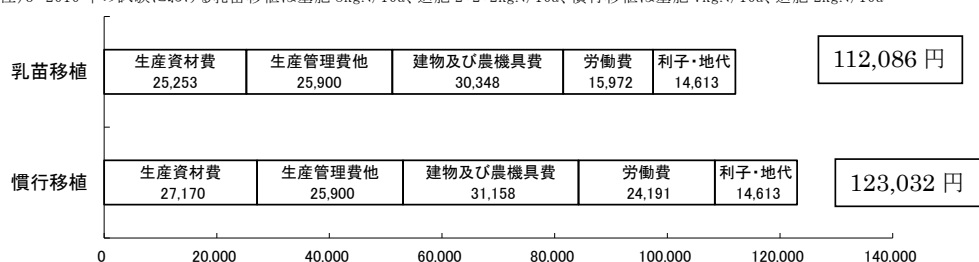


図2-48 生産費の比較 (単位: 円/10a、食用米15ha+飼料用米5ha経営での試算)

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		間断かん漉 中干	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

「べこあおぼ」

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℃をこえない程度の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/㎡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。

9. 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2-35)、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 2-35 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	籾数	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)



70 株/坪(21 株/m²)



37 株/坪(11 株/m²)

活着後



7月上旬



図 2-49 「べこあおば」の慣行栽培(左:70 株/坪)と疎植栽培(右:37 株/坪)

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「べこあおば」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2-33、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。

表 2-36 「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。

更なる低コスト化のため、育苗箱 1 箱あたりの播種量を 220~250g まで増やした密播苗を用いて疎植栽培を行うことにより、慣行栽培の 1/3 程度まで育苗箱数を削減することが可能である(佐藤 2009、齋藤 2012)。密播苗は播種量 130~180g の通常苗に比較してやや生育、充実度が劣るが、移植後の生育差は少ない。密播疎植栽培の収量は、慣行栽培と同等もしくは 10%程度の減収となる。密播苗は徒長による苗質低下が早く、適期に移植を行う必要がある。密播苗の低コスト育苗技術として無加温・露地プール育苗法が新潟県で開発されているので参考にされたい(佐藤 2009)。

(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育苗箱数が 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 のコスト減となる。疎植と密播苗を組み合わせることで、さらなる育苗コストの低減が可能である。

(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2-36)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。

(参考資料)

- 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) 佐藤徹 (2009) 密播育苗と疎植栽培を組み合わせた省力技術 農業技術大系 作物 2-2 追録 31、技+488 の 112-118
- 4) 齋藤博行 (2012) はえぬきの密播疎植栽培について 日本作物学会紀事 81(別 2)、4-5
- 5) 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
- 6) 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

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^{注1)}に迫ることを目標とした現地実証試験の事例から、低コスト技術導入の経済効果を紹介する。目標達成の方法として、現地実証試験(表2-37)は、①収量目標を立てて飼料用米の多収化に適する品種の使用②適切に収量を維持した上で肥料費を低減、③立毛乾燥により乾燥調製費を抑制、④直播あるいは疎植栽培による種苗費減少または労働時間減少、としている。試験は、福島県 A 市、山形県 B 町、岐阜県 C 市において実施された。

表 2-37 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	A市(中通)	B市(村山)	C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適切な品種による多収化 ②施肥法の改良 ③立毛乾燥		
現地実証試験 個別内容	湛水直播による 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 育苗期間短縮と疎植 による生産費低下
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
従量生産費 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」の粗玄米収量は、最も多い年で、福島県の事例では 779kg/10a、山形県の事例では 850kg/10a である。「北陸 193 号」は事例において最高 880kg/10a である。いずれも高収量が得られている(表2-38)。この結果

から、順当な気象条件であれば 800kg/10a 程度の収量を達成するのは十分可能である。

(イ)施肥と収量

肥料の成分やコストの内訳は、表2-39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」の乳苗疎植において高収量を得た(表2-38)、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が、結果的には収量を高位安定に維持できている。

多収となる品種は、施肥窒素の利用効率が高い性質を有する(吉永(平成 25 年))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 2-38 現地実証試験結果

	福島(A市)	山形(B町)	岐阜(C市)
実証経営の規模	10ha	16ha	37ha
試験期間(平成)	22-25	23-25	22-25
品種	ふくひびき	ふくひびき	北陸193号
栽培法	湛水直播	湛水直播	乳苗疎植
従量生産費(円/kg)	107	97	100
粗玄米収量(kg/10a)	736	783	793
生産費(副産物価額差引:円/10a)	78,220	75,787	78,183
うち 種苗費(円/10a)	2,599	2,250	1,544
肥料費(〃)	6,195	3,111	9,940
賃借料および料金(〃)	17,557	21,950	19,895
農機具費(修繕込, 〃)	26,718	21,908	23,804
労働費(〃)	13,851	11,140	19,834
副産物価額(〃)	10,000	2,519	9,500

注:全刈収量(水分15%換算)にて表示。生産費の内訳においては、コスト低減に関連する費目を記載している。労働単価は1377円/時間。

表 2-39 現地実証試験における肥料費(24年度)

	投入肥料の種類	量(kg/10a)	価格(円/kg)	円/10a	N, K投入量
福島(A市)	化成肥料(NPK14%)	56	84.0	4,704	N, P, K:7.8kg/10a, N:2.7kg.
	硫安	13	56.2	725	
	合計			5,429	N:10.5kg, K:7.8kg/10a
山形(B町)	化成肥料(NPK14%)	20	79.0	1,580	N=2.8kg, 800kg/10a 牛糞堆肥 N≒8~10kgと推定
	堆肥散布量込み	800	-	0	
	合計			1,580	N:10~13kg/10a K:ND
岐阜(C市)	牛糞堆肥	680	10.2	6,917	N:P:K=6.8:10.2:12.2kg N:P:K=5.0:2.9:2.9 N:P:K=9.2:0:0
	化成肥料(基肥)	36	90.0	3,240	
	尿素46%(追肥)	20	71.6	1,432	
	合計			11,589	

注:図のKの量はK₂Oの量を表している。堆肥の価格設定は個別の事情が影響する。肥料費には散布作業の労働費、機械レンタル費用を含まない。福島の事例では22-24年度大豆後圃場を使用して、窒素を補給。25年度から稲後になり豚糞堆肥を肥料に加える。山形の事例では堆肥価格は無料だが、機械賃借料に按分した3000円/10aは賃借料および料金に計上している。25年度から追肥を加えている。岐阜は基肥の化成肥料が価格改定されている。このため、表2-35と36の肥料費は3つの事例とも異なっている。

(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ている。

表 2-40 水分、収量、乾燥調製費の関係

	費用最小となる 籾水分の条件	達成状況	乾燥調製		粗玄米収 量	乾燥調製費 (円/10a)	
			単価(円/kg)	量			
福島(A市)	17%以下	22年	17.0%	○	¥12.9	779	¥10,036
		23年	17.9%	×	¥25.3	778	¥19,709
		24年	19.8%	×	¥25.3	703	¥17,809
		25年	20.0%	×	¥26.7	685	¥18,267
山形(B町)	水分関係 なし	23年	16.8%	-	¥21.0	850	¥17,850
		24年	18.1%	-	¥17.0	740	¥12,580
		25年	26.5%	-	¥17.0	760	¥12,920
岐阜(C市)	18%未満	22年	16.8%	○	¥14.7	880	¥12,936
		23年	21.0%	×	¥22.5	630	¥14,175
		24年	17.9%	○	¥14.7	806	¥11,848
		25年	22.0%	×	¥22.5	856	¥19,260

注:乾燥調製費は「賃借料および料金」に含まれる。玄米収量は水分を15%と換算。

各現地試験における乾燥調

製費は1~2万円/10aである(表2-40)。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%未満では約13円/kgの費用となり、17%以上では25円/kg以上になる。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。ただし、達成される年が少ない。24・25 年度に事例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ため、十分な配慮が必要である。

山形の事例では、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、生産費に影響しない。

岐阜の事例では、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。実証試験の半数は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%で出荷される場合、平均で毎年5,000円/10a以上乾燥調製費が増額されることになる。立毛乾燥の取組みにより、面積あたりの生産費全体を6%低下させていると評価できる。

(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。今回の事例においては、山形では倒伏を生じなかった。福島においては4年間で2回倒伏した。直播の導入によって、前の試験では購入苗を使用した福島において9,000円/10a、山形においては2,000円/10a 近く種苗費が低下した(表2-38)。また、山形の事例では種子予措、育苗、移植に関する労働時間が計6.0時間/10aかかっていたのが、直播の種子予措、播種作業の労働時間は計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、4年間で800kg/10aの高収量を維持し、試験開始前から種苗費、肥料費を計4,000円/10a低下させることができた。

ウ 小括

従量生産費を100円ないし90円/kg台に低下させるためには、①多収品種の利用により700kg台後半から850kg/10a程度の収量を確保、②田畑輪換や堆肥の活用などによる肥料費の節減、③倒伏の回避と立毛乾燥による乾燥調製費の節減、④直播や疎植により種苗費や労働費を節減すること、を達成することが肝要となる。

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ず、稲後の場合豚糞堆肥を使用した。

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。

(参考資料)

- 1) 吉永悟志(平成25年)加工用・飼料用水稲の収量ポテンシャルと養分生理 日本土壤肥料学雑誌 84(5), pp. 399-404.

3 飼料用米の加工・調製と化学成分

(1)加工法

- 牛や豚では、飼料用米の消化性を最大化するためには、加工が必要である。
- 飼料用米の加工法には破砕処理や蒸気圧ぺん処理等がある。
- 飼料用米破砕機として、破砕構造が異なるいくつかの破砕機が実用化されている。また、米麦協同乾燥施設等に導入されている籾殻処理装置も、飼料用米の破砕機として活用できる。

籾米は堅い籾殻で覆われており、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消化性が低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籾米のままでも給与が可能である。一方、牛や豚では籾米・玄米とも給与可能であるが、消化性を最大化するためには、蒸気圧ぺんや破砕のような加工処理が必要である。

飼料用米の破砕処理および貯蔵方法としては、成熟期に収穫した籾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%以下の籾米を破砕、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取り回しが容易な破砕機を活用する方法と米麦共同乾燥施設等に導入されている籾殻処理装置を活用する方法がある。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 V溝型飼料用米破砕機(DHC-4000M)

本機は(独)農研機構と株式会社デリカによって開発された破砕機で(図3-1)、V溝型ツインローラによるせん断力で飼料用米を破砕する構造の破砕機である。本機はローラーの間隙を調整することで破砕粒度を替えることができる。動力はエンジン仕様とモータ仕様(3相200V)の2タイプがあるが、倉庫内で破砕処理を行う場合が多く、モータ仕様が多く普及している。

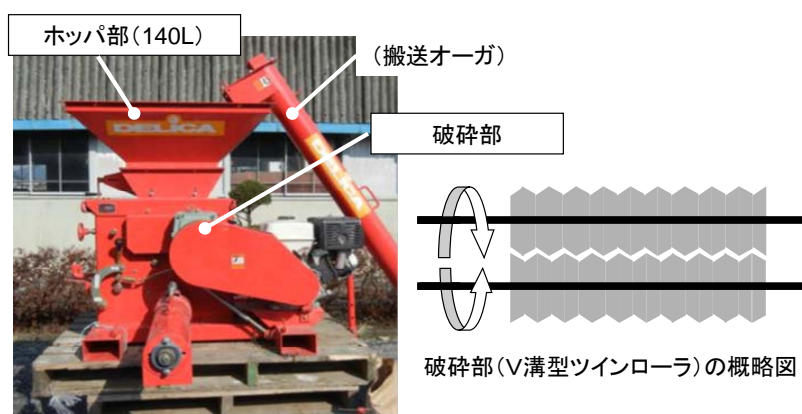


図3-1 飼料用米破砕機(DHC-4000M)と破砕部の概略図

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 インペラ式粃摺り機をベースとした飼料用米破碎機(SH-2)と飼料用米脱皮破碎機(SDH-35)

インペラ式粃摺り機をベースとした2種類の破碎機のうち、一つは、インペラ式粃摺り機の脱皮部(脱皮ファン)を改良し、2連の破碎ファンで飼料用米を破碎する構造の機械である(図3-2左:SH-2)。もう一つは、最初に脱皮ファンで粃殻をはずし、その後に連結した破碎ファンで飼料用米を破碎する構造の機械である(図3-2右:SDH-35)。SH-2は破碎された玄米部分に粃殻も含まれるが、SDH-35は粃米を搬入すると、玄米が破碎され、粃殻は分離されて排出される。



図3-2 飼料用米破碎機(SH-2:左)と飼料用米脱皮機(SDH-35:右)の本体と破碎部

写真提供:株式会社大竹製作所

ウ ライスカウンター

本機は岐阜県の酪農家(臼井氏)が開発した機械である。本機の破碎機構は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碎することができる(図3-3)。破碎機本体は非常にコンパクトであり、粃殻も細かく破碎できるが、処理能力はあまり高くない。

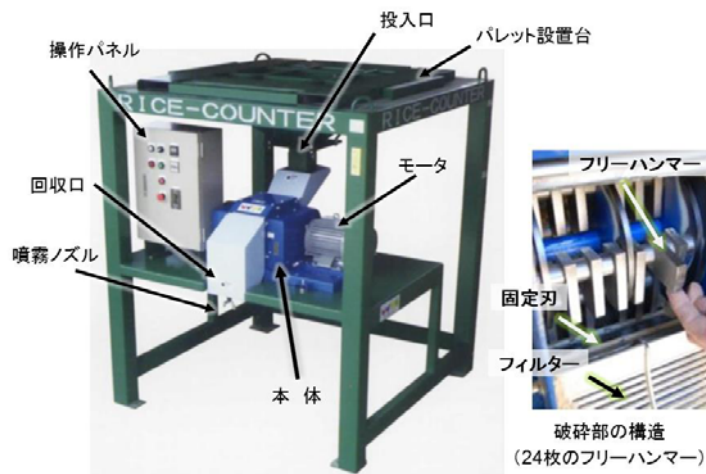


図3-3 ライスカウンターの概要(RCⅢ)と破碎部

写真提供:ウスイプロジェクト、(株)農文協 松久氏

エ その他の破砕機

その他、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糶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。

現在、実用化されている主な飼料用米破砕機の主要緒元を表3-1に示す。

		飼料用米破砕機 DHC-4000M	飼料用米破砕機 SH-2	飼料用米脱皮破砕機 SDH-35	ライスカウンター RC-Ⅲ
機 体 寸 法	全 長(mm)	1,710	2,100	2,830	1,480
	全 幅(mm)	1,320	860	850	1,480
	全 高(mm)	1,140	1,410	1,720	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
破砕機構		V溝型ツインローラ	2連の破砕ファン	脱皮ファン+破砕ファン	フリーハンマー
処理能力(kg/h)		約1,200 ¹⁾	約1,000 ¹⁾	約800 ¹⁾	300~600 ²⁾
2mmメッシュ通過割合(%)		65	63	82	未測定
価 格 ³⁾		189万円	65.1万円	98.7万円	209万円

1)は含水率20%程度の生糶を破砕した時の安定作業時の実測値、2)はカタログ値。

3)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既存の施設型糶殻処理機の活用

糶殻処理装置は糶殻を圧縮・破砕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。糶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砕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(糶殻膨軟処理装置)である(図3-4)。本機は特に改良することなく、1軸のスクリー刃によって、糶殻や飼料用米を圧縮・破砕することができ、糶殻処理用として全国で約700台が導入されている。

ダブルプレス(糶殻膨潤処理装置)も飼料用米の破砕用に活用できる(図3-5)。本機は糶殻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、刃の摩耗も少ないのが特徴である。飼料用米の破砕に用いる場合、プレスパンダよりも破砕程度や処理能力が低い場合、破砕スクリー駆動モータを大きくするなどの改良を行えば、破砕精度の向上や、時間当たり処理能力の向上(約3t/h)を図ることができる。

なお、糶殻処理装置を活用する場合、玄米の破砕はできない。また、投入する生糶の水分含量が低い場合(22%未満程度)には、破砕機本体で一次加水する等の工夫が必要である。

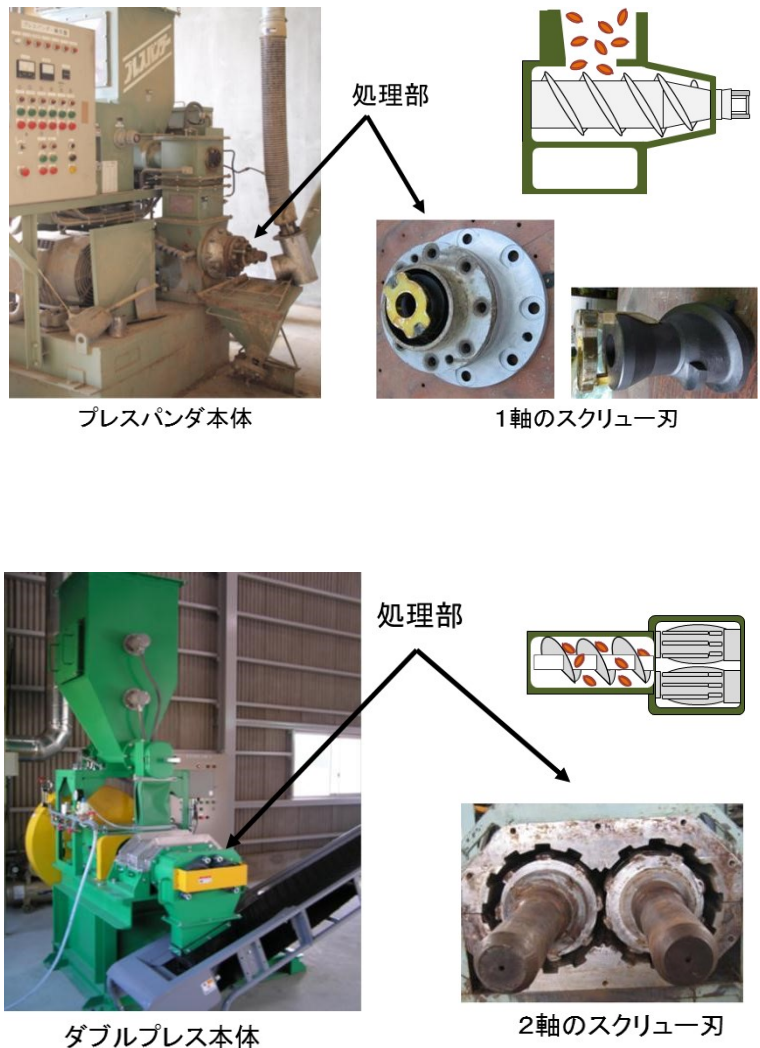


図3-5 ダブルプレス(粃殻膨潤処理装置)本体と2軸スクリーウ刃の処理部の構造

粃殻処理装置は、玄米や水分含量 22%以下まで乾燥した粃米は破碎できないことから、これらの装置は、粃米サイレージ調製の前処理に利用される((2) 粃米のサイレージ調製技術の項を参照)。

粃殻処理装置を基本機械とした粃米サイレージ調製を行うための作業フローは図3-6のようになる。原料粃米は、直接、破碎機のホッパへ投入することもできるが、連続して粃米の破碎処理を行うためには、バケットエレベータ等のホッパ部で原料粃米を一時貯留し、適時、破碎機へ投入することが望ましい。破碎した粃米はベルトコンベアで貯蔵容器(ポリエチレン製内袋を入れたフレコンバッグ)まで搬送し詰め込むが、このとき、乳酸菌製剤を溶かした水を用いて水分含量が 30%程度になるように加水する。フレコンバッグが満量になったら、掃除機等で吸引脱気し、内袋をしっかりと密封する。フレコンバッグは移動式フレコン支持枠等を用いて、次のフレコンと入れ替え作業を容易にしておくと、破碎機を止めずに連続的に作業を行うことができる。

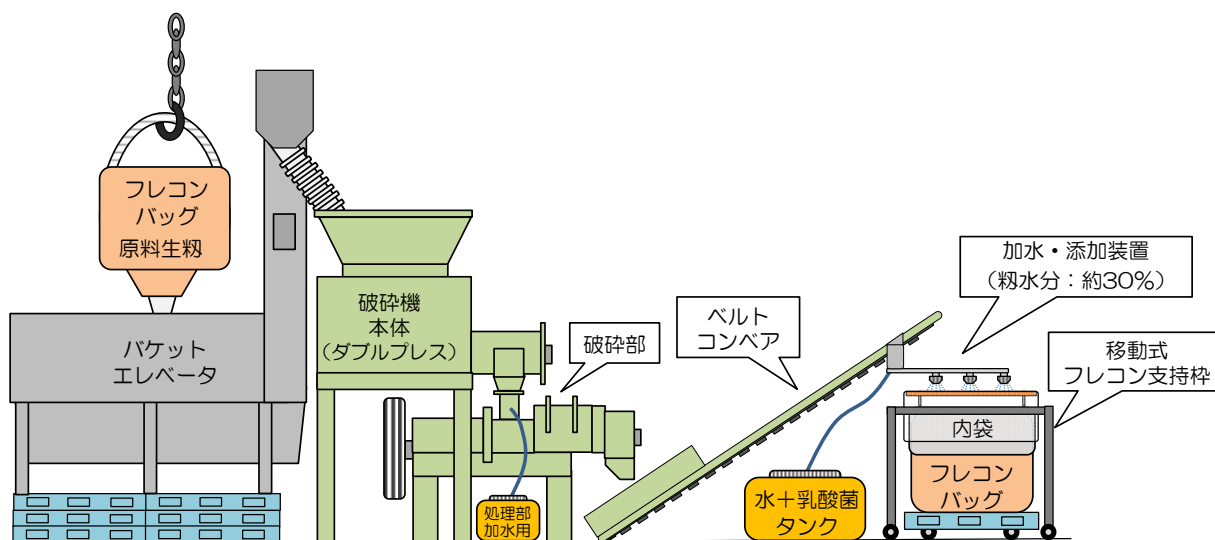


図3-6 粃殻処理装置を活用した飼料用米の破碎と粃米サイレージ調製の作業フロー図

注)原料粃米の水分含量が低い場合には、破碎部で一時加水する必要がある。

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も行なうことができる。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処理装置もある。その他、飼料工場の粉碎機とペレット成形機を用いて、飼料用米をペレット化することもできる。ペレット化した飼料用米は圧ぺんトウモロコシ等と混合して、フレックペレット飼料として利用する研究が進められている。

(2) 粃米サイレージの調製技術

➤ 高品質サイレージを調製するためには破碎、水分調整(目標水分含量:約 30%)、乳酸菌添加、完全密封が重要である。

①粃米サイレージとは

粃米サイレージは粃を収穫した後にサイレージに調製したものである。これまでは糊熟期～黄熟期の水分含量が比較的高い時期に収穫した軟らかい粃米をサイレージに調製することが多かった(いわゆる「ソフトグレインサイレージ(SGS)」)。しかし、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、これが主流になりつつあることから、本項では主に成熟期の粃米(水分含量約 25%)をサイレージ調製する方法について記載する。

②農薬の使用について

前述のように、粃米サイレージは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11-(2)項を参照する。

③成熟期収穫粳米のサイレージ調製方法

ア 破碎処理

(ア)加水処理によるサイロ内の水分のばらつき

成熟期に収穫した粳米は水分含量が25%前後まで低下しているため、サイレージ発酵を進めるためには水分が30%程度になるまで加水する必要がある。このとき、破碎処理を行わないと、加水しても粳米はほとんど吸水しないことから、加えた水がサイロ底部に溜まり、サイロ内の水分にばらつきが生じて、均一なサイレージ発酵にならず品質の低下を招く。そのため、サイレージ調製時には破碎処理が必須といえる。

(イ)破碎処理による消化性の向上効果

未破碎の粳では糞中への未消化子実排泄率が高く消化性が悪いいため、給与の面においても破碎処理が必須であり、破碎処理を行うことによって、飼料価値を高めることができる。

イ 成熟期収穫の粳米サイレージの各調製処理における発酵品質

成熟期に収穫した粳米(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3-7に示す。

成熟期に収穫した粳米は水分含量25%以下となるが、この水分域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。また、水だけを加えて良質サイレージの目安となるpH4.1以下にするには、水分含量50%程度までの加水が必要である。一方、水に乳酸菌を溶いて加水すると、乳酸発酵が大きく進み水分含量28%程度でpHは4.1以下となる。

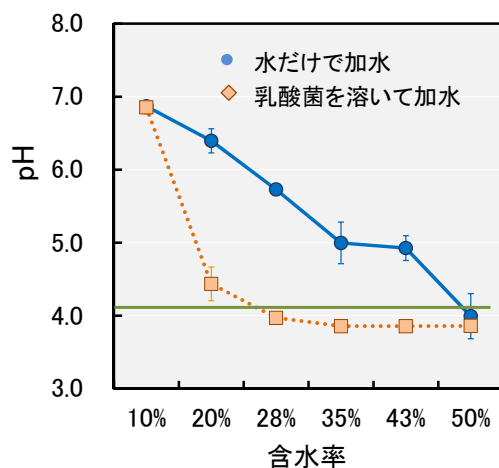


図3-7 粳米サイレージ調製方法と発酵品質

注)良質サイレージのpHの目安は4.1以下。

加水量を多くして水分含量が高くとすると、重量が増えるためハンドリング性が悪くなるとともに、栄養分を含む廃汁が漏出し栄養分の損失にもなる。乳酸菌の添加は加水量を大きく抑えることができる。加水量の目安は調整後の含水率で30%である。

以上、水分調整(調整後の含水率30%)、破碎処理、乳酸菌添加の3つを組み合わせることが粳米サイレージ調製において最適な処理である。

④ 粃殻処理装置を活用した実用規模粃米サイレージ調製の取り組み

山形県内では既存施設に導入されている粃殻膨軟化処理装置(3-1)を活用した粃米サイレージ調製の取組が行われている(写真3-1)。既存の施設型装置を活用した粃米サイレージ調製の成功のポイントは、生産する側(耕種農家)と利用する側(畜産農家)の事前のマッチング、飼料用米収穫や破砕機の競合を回避するための日程調整など、地域全体を通じた連携と調整を図ることである。また、粃米サイレージが定着化するためには、サイレージ品質の安定化と調製コストの低減が不可欠である。特にコスト削減にあたっては、施設の状況に応じた原料粃の荷受け-投入-破砕-加水(乳酸菌添加)-サイロ詰め-搬出までのレイアウトを検討し、作業動線等を工夫して、効率的な作業を行うことである。

粃殻膨軟化処理装置を活用した粃米サイレージ調製の取組については、以下のマニュアルを参照のこと。

「既存施設を活用した粃米サイレージ調製技術マニュアル」

http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/project/jiky_pro/044768.html



写真3-1 膨軟化粃米サイレージ

(3) 化学成分組成

- ▶ 粃米の CP 含量は約 7%、デンプン含量は約 66%であり、CP 含量はトウモロコシや小麦より低く、デンプン含量は同等である。
- ▶ 玄米の CP 含量は約 7%、デンプン含量は約 79%であり、デンプン含量はトウモロコシや小麦よりやや高い。

飼料用米の化学成分組成を表3-2に示した。なお、消化性や TDN 含量は家畜の種類により値が異なるため、ここでは一般的な成分組成を示すに留め、詳細は各家畜への給与の項で述べる。

粃米の粗タンパク質(CP)含量は約 7%、デンプン含量は約 66%である。これら成分を他の穀類と比較すると、CP 含量はトウモロコシや小麦より低く、デンプン含量は同等である。

玄米は、粃殻が外れているため、粃米と比較して繊維成分(粗繊維、ADFom および NDFom)含量が顕著に低く、その他の成分含量は相対的に高い。また、主要成分である可溶無窒素物(NFE)およびデンプン含量は、それぞれ約 88%および 79%とトウモロコシより高く、デンプン質飼料としてトウモロコシの代替利用が可能と考えられる。

飼料用粃米を加工した際の化学成分組成を表3-3に示した。各処理を施しても CP やデンプン含量は変動しないことが伺える。一方、繊維含量は蒸気圧ペン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3-2 飼料用米の化学成分組成

種類	データの 収集元	化学成分組成(乾物中%)							
		有機物	粗タンパク質	粗脂肪	NFE ¹⁾	粗繊維	ADFom ¹⁾	NDFom ¹⁾	デンプン
飼料用粳米 ²⁾	全国	95.9	6.8	2.0	78.3	9.4	12.6	18.5	66.3
飼料用玄米 ³⁾	全国	98.6	7.4	2.4	87.6	1.2	1.5	4.0	78.7
トウモロコシ ⁴⁾	米国	98.6	8.7	4.0	84.4	1.5	2.9	13.2	70.5
エンバク ⁴⁾	北海道	96.8	11.5	3.5	69.3	12.5	16.0	31.8	40.8
小麦 ⁴⁾	北海道	98.1	12.0	1.5	82.5	2.1	3.5	13.3	65.7
粳米	成分表 ⁵⁾	93.7	7.5	2.5	73.7	10.0	— ⁶⁾	—	—
玄米	成分表	98.4	8.8	3.2	85.6	0.8	—	—	—
トウモロコシ	成分表	98.6	8.8	4.4	83.4	2.0	3.6	12.5	—
エンバク	成分表	97.0	11.0	5.6	68.8	11.6	15.1	33.0	—
小麦	成分表	98.1	13.7	2.0	79.7	2.7	3.8	11.5	—

1) NFE: 可溶無窒素物、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) 飼料用粳米は多収性品種13品種「いわいだわら」「タカナリ」「ふくひびき」「べこあおば」「べこごのみ」「北陸193号」「ホシアオバ」「まきみずほ」「ミスホチカラ」「モグモグあおば」「もちだわら」「モミロマン」「夢あおば」、のべ27点を分析した平均値.

3) 飼料用玄米は多収性品種12品種「いわいだわら」「クサノホシ」「タカナリ」「はえぬき」「ふくひびき」「べこあおば」「べこごのみ」「ホシアオバ」「北陸193号」「もちだわら」「モミロマン」「夢あおば」、のべ23点を分析した平均値.

4) 上段のトウモロコシ、エンバク、小麦の成分値は、宮地らの論文(宮地ら(2010)日草誌56(1):13-19)より抜粋.

5) 成分表の値は、日本標準飼料成分表2009年度版より抜粋.

6) 「—」はデータ無し.

表3-3 飼料用粳米の加工処理別化学成分組成

品 種	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
ホシアオバ	無処理	95.3	7.1	1.9	8.2	11.4	18.3	63.6
	蒸気圧ぺん	95.7	7.1	2.0	6.4	9.6	16.8	66.7
	破碎(5mm)	95.6	7.1	1.9	7.6	11.1	18.3	66.0
	発芽処理	97.0	6.1	2.5	8.8	12.4	18.1	65.6

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)

(参考資料)

- 1) (独)農研機構編(2010)日本標準飼料成分表(2009年版)
- 2) 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
- 3) 井上秀彦ら(2012)完熟期収穫の飼料用米の調製処理がサイレージ発酵特性におよぼす影響. 日草誌, 58(3), 53-165.
- 4) 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.
- 5) 山形県農業総合研究センター畜産試験場、他(2012)既存施設を活用した粳米サイレージ調製技術マニュアル. http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/nilgs/044857.html

4 乳牛への飼料用米給与

(1) 乳牛における栄養価

- 飼料用米を加工(蒸気圧ぺん処理、破砕処理など)せずに成雌牛や育成牛に給与すると、糞への未消化子実の排せつにより TDN 含量が低下する。
- 成雌牛では飼料用米を 2mm 以下の粒度になるように破砕することで、デンプン消化率や TDN 含量を高めることができる。
- 粗タンパク質含量等、その他の栄養素についても乳牛の栄養要求量を充足できるよう、飼料全体の成分組成を適正に調整する。

飼料用米は、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。粳米は外層をケイ素やリグニンを多く含む粳殻、また玄米は果皮で覆われているため、そのまま粳米や玄米を乳牛に給与した場合には第一胃内でのデンプンなどの分解率が低い。そのため、蒸気圧ぺんや破砕などの加工処理をすることで、第一胃内での分解率が高まり、未消化子実の排せつ割合が低下する。

図4-1および4-2に飼料用米(品種「北陸193号」)の玄米および粳米を飼料用米破砕機(株式会社デリカ)で破砕した際の、糞中への未消化の飼料用米排せつ割合と TDN 含量を示すが、破砕処理をすることで未消化子実の排せつが極めて少なくなり(図4-1)、TDN 含量が大幅に向上する(図4-2)。

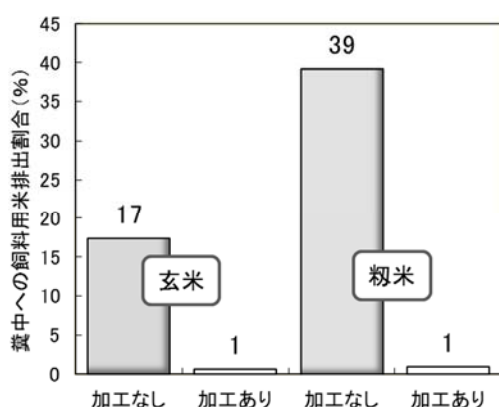


図4-1 飼料用米の加工の有無と糞中への飼料用米排せつ割合の関係
(品種「北陸193号」、乾乳牛での試験結果)

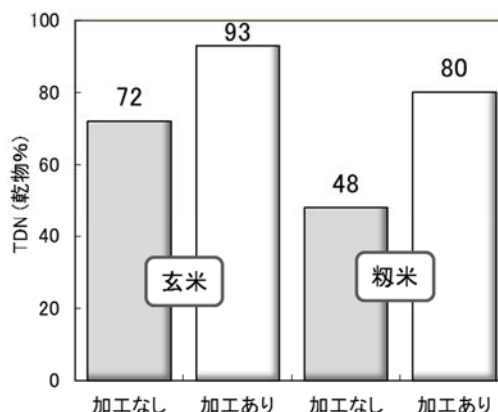


図4-2 飼料用米の加工の有無と TDN 含量の関係
(品種「北陸193号」、乾乳牛の試験結果)

飼料用米の破砕粒度と TDN 含量との関係を図4-3に示した。玄米および粳米ともに、2mm 以下の粒の割合が増加するに伴い TDN 含量は増加することから、2mm 以下の粒の割合が多くなるよう破砕粒度を調節することが重要である。なお、無処理の玄米と粳米の粒度はともに 2mm 以上であることから、飼料用米を対象とした破砕機械を用いて粒度を調節することで乳牛での利用性が向上する。

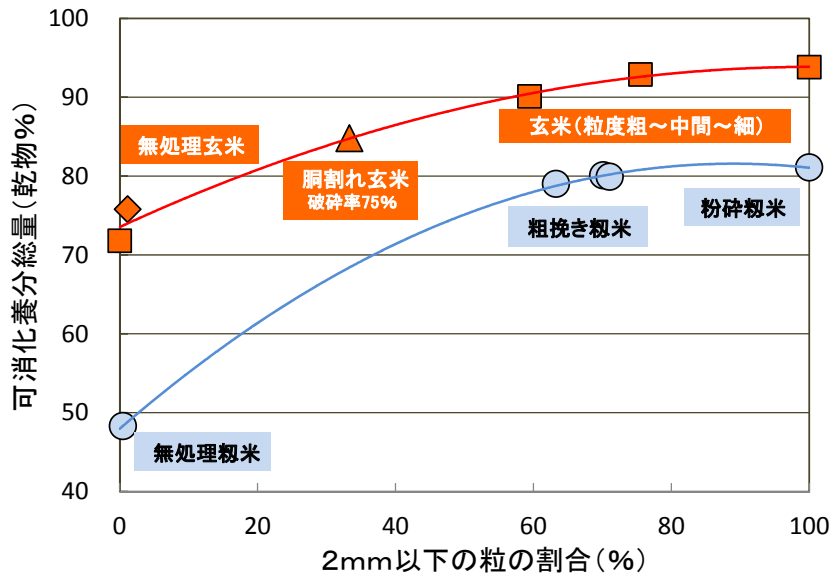


図4-3 飼料用米の2mm以下の粒の割合と可消化養分総量 (TDN) 含量の関係 (乾乳牛の試験結果 (浅井ら 2011))

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 破碎(ハンマミルによる)、2mm 破碎(カッティングミルによる)、蒸気圧ぺん(90℃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碎機の破碎ローラ隙間を1mm程度にして破碎したものである。



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)

写真4-1に示した飼料用米それぞれの消化率および栄養価を非妊娠乾乳牛で調査した。供試品種は、粳米が「ホシアオバ」、玄米が「北陸 193 号」で、表4-1に示すように飼料中に乾物比で 40%混合した TMR を調製し、非妊娠乾乳牛の維持に要する TDN 要求量の 135%相当量を給与した。

表4-1 給与飼料の構成および飼料成分値(乾乳牛向け)

	給与割合 (乾物%)	水分含量 (%)	----- (乾物中%) -----				TDN*
			CP	NDF	NFC	デンプン	
飼料用粳米(ホシアオバ)	40.0	14.8	7.1	16.7	68.9	68.5	76.8
イタリア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 (%)	----- (乾物中%) -----			
			CP	NDF	NFC	TDN*
飼料用玄米(北陸193号)	40.0	13.9	7.9	5.3	84.0	94.3
イタリア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、玄米およびイタリア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)

結果を表4-2に示す。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%の未消化子実が排せつされた。また、未処理の飼料用米の乾物中の可消化エネルギー(DE)および TDN 含量は、順に粳米で 2.7Mcal/kg、63%、玄米で 2.8Mcal/kg、70%となり、加工処理したものと比較して大幅に低い。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)に記載されている「モミ米」や「玄米」の値と近似し、処理方法による違いも小さい。そのため、仮にモミ米や玄米を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(2009)の TDN 含量を用いると栄養価が過大に評価される可能性がある。

表4-2 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(乾乳牛)

	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)のイタリア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)

飼料より摂取されたデンプンなどの炭水化物やタンパク質は第一胃内微生物により分解・発酵し、生成した揮発性脂肪酸やアンモニアなどの発酵産物を第一胃内微生物が用いて微生物タンパク質が合成される。微生物タンパク質は牛のタンパク質源として利用され生産性を左右するため、第一胃内微生物の合成量が高まるような飼料設計が重要と考えられている。飼料の種類や加工形態により第一胃内での炭水化物やタンパク質の分解・発酵パターンが異なるため、飼料用米を牛に給与する場合、飼料成分のほか、第一胃内での分解パラメータ(発酵パターン)を把握し、それに基づく飼料設計を行なうことが飼料用米の効率的給与を図るうえで重要である。飼料摂取量に伴う消化管内の通過速度を考慮した分解率が有効分解率(ED)であるが、中でも粗タンパク質の有効分解率を ECPd とよぶ。日本飼養標準・乳牛 2006 年版では、乳牛へのタンパク質給与をより精密に行うため代謝タンパク質システムの考えが導入され、有効分解性タンパク質の乳牛での要求量と飼料からの供給量が記載されている。乳牛での有効分解性タンパク質の要求量と給与の考え方は日本飼養標準・乳牛 2006 年版の p80 に記載されているのでここでは説明を割愛するが、日本飼養標準を用いて飼料設計するには日本飼養標準 P81～82 に掲載されている分解パラメータの値を計算ソフトに入力し利用することになる。その表には飼料の有効分解性タンパク質含量が記載されているが、飼料用米については玄米のみの値であるため、表4-3の粗タンパク質の ED を用いることで、加工形態を反映した飼料用米からの分解性タンパク質供給量を求めることが可能となる。なお、表4-3でのaは第一胃内で速やかに溶解する画分、bは第一胃内で緩やかに分解する画分、cはb画分の分解速度である。

表4-3 穀類の加工処理別第一胃内分解パラメータ
(第一胃内有効分解率は乳量 30kg/日の場合)

	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。

図4-4は炭水化物源として圧ぺん飼料用玄米あるいは圧ぺんトウモロコシを飼料中に約 30%配合し、タンパク質源として豆腐粕(低分解性タンパク)あるいは大豆粕(中分解性タンパク)と組み合わせた発酵 TMR を泌乳前期の乳牛 9 頭に給与した場合、尿中へ排泄される窒素割合を示したものである。圧ぺん飼料用玄米をいずれのタンパク質源と組み合わせても尿中への窒素排泄量は有意に少なく、窒

素の利用効率が向上することが示された。これは第一胃内での飼料用玄米の炭水化物(デンプン)の分解パターンが豆腐粕や大豆粕のタンパク質の分解パターンと一致し、第一胃微生物の合成量を高めその結果尿中に排泄される窒素量が低減したと考えられる。飼料用米の第一胃内分解性は加工形態によっても異なることから、日本飼養標準などを参考に分解特性を踏まえた飼料設計を行なうことが生産性の向上を考える上でも重要である。

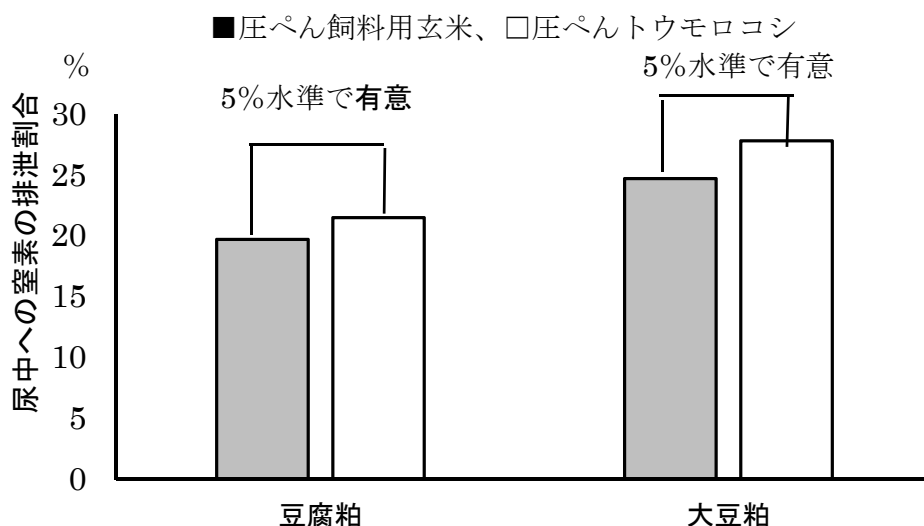


図4-4 タンパク質飼料の違いが尿中への窒素排泄割合に及ぼす影響
(Miyaji ら 2012、2013 より作成)

以上、加工処理をした飼料用玄米は、トウモロコシとほぼ同等のTDN含量を持つことから、トウモロコシと同様の使い方ができる。しかし、飼料用玄米の粗タンパク質含量は圧ぺんトウモロコシより低い傾向にあり、品種や栽培条件で違いが認められる。そのため、乳牛の飼料設計での飼料用玄米の粗タンパク質含量は日本標準飼料成分を参考にするが、可能であれば粗タンパク質含量を測定し、乳牛の栄養要求量を充足できるよう、飼料全体の成分組成を適正に調整することが望ましい。

(参考資料)

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) (独)農研機構編(2010)日本標準飼料成分表(2009年版). 中央畜産会, 東京.
- 4) (独)農研機構編(2007)日本飼養標準・乳牛(2006年版). 中央畜産会, 東京.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 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.

- 8) Miyaji ㄹ(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. Anim. Sci. J. 83: 585-593.
- 9) Miyaji ㄹ(2013) Milk production, nutrient digestibility and nitrogen balance in lactatin cows fed total mixed ration silages containing steam-flaked brown rice as substitute for steam-flaked corn, and wet food by-products. Anim. Sci. J. 84: 483-488.
- 10) 関誠ㄹ(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)泌乳牛への給与

- ▶ 泌乳前期あるいは泌乳中後期での飼料用米給与では、濃厚飼料中の圧ぺんトウモロコシや圧ぺん大麦を、破碎した粳米や玄米に代替し、飼料乾物中に 25%まで混合してもアシドーシスの危険性は小さく、産乳性に差異はない。
- ▶ 飼料用米を飼料に混合・利用する場合には、家畜の採食量や乳量の変化、家畜の健康状態を観察した上で、必要に応じて飼料設計を見直すことが重要である。

玄米の化学成分や栄養価はトウモロコシ穀実とほぼ同等であるため、乳牛用飼料としての玄米はトウモロコシ穀実の代替としての利用が主体になる。一般に、第一胃内でのデンプンの分解速度が速い飼料を牛が多量に摂取した場合に、採食量や乳生産性が悪影響を受け、アシドーシス(10-(1)Q&A のQ33 を参照)などの危険性が増す。玄米の第一胃内分解速度はトウモロコシ穀実よりも速いため、乳牛に玄米をトウモロコシの代替給与する際には飼料への混合比率に留意する必要がある。

このようなリスクを回避しつつ高い生産性を維持できる飼料用米給与量の上限値を明らかにするため、研究機関においていくつかの飼養試験が行なわれている。泌乳前期牛に関して、Miyaji らは蒸気圧ぺん玄米あるいは蒸気圧ぺんトウモロコシを乾物比で 0、20 および 40%配合した飼料を給与した結果、蒸気圧ぺん玄米 40%配合区で乳生産性が低下することを報告している(図4-5)。さらに、Miyaji らは蒸気圧ぺん玄米を乾物比で 31%配合した飼料を給与した場合に繊維の消化率が低下する場合があることを認めており、泌乳前期での玄米の配合割合の上限値は乾物比で 30%と考えられる。一方、泌乳中後期牛に関して、山本らは引き割り玄米の配合割合を乾物比で 25、30 および 35%とした飼料を給与し、いずれの配合割合でも乾物摂取量、乳生産性などに影響がないことを認めている(図4-6)。しかし、これらの報告は飼料用米を短期間給与した研究所内での飼養試験の結果であり、実際の生産現場では飼養形態や給与飼料の構成などが異なるため、これら試験結果を一般的に利用可能と思われる飼料用米の配合水準と見なすことには未だ検討の余地がある。

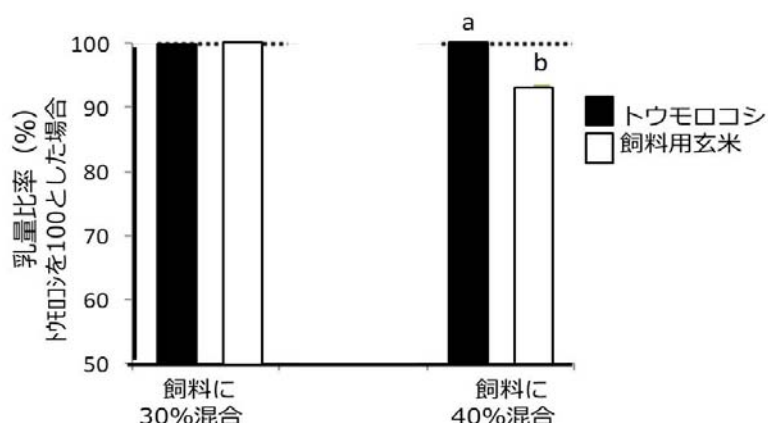


図4-5 蒸気圧ぺんトウモロコシから蒸気圧ぺん玄米への代替給与が乳生産量に及ぼす影響(a, b: 異文字間に有意差あり)

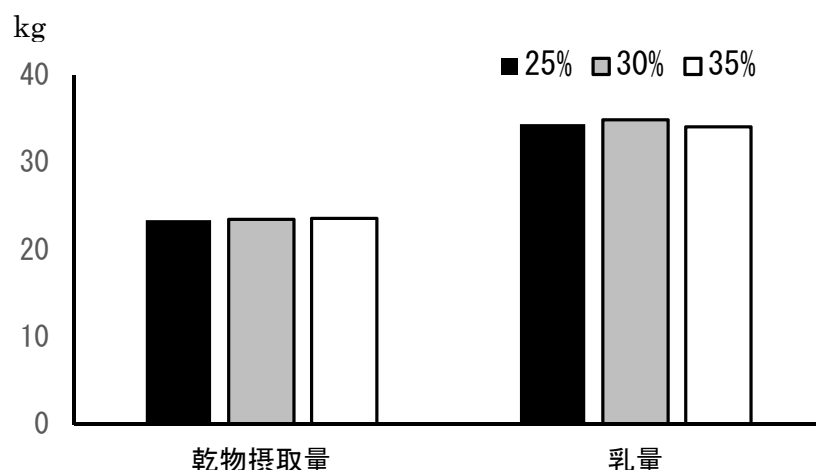


図4-6 挽き割り飼料用玄米の配合割合が乾物摂取量および乳量に及ぼす影響
(山本ら 2012 より作成)

一方、これまでの試験結果から作成された飼料用米給与メニュー例(4-(5)参照)を参考に、泌乳全期間を通じて飼料用米を乾物比で25%配合したTMRによる現地実証が新潟県で行われている。この取り組みでは、2012年から飼料用米の通年利用を始めており、これまで生産性に影響なく飼料用米を通年給与できることが示されている。そのため、現時点における「泌乳牛に対し一般的に利用可能な飼料用米の配合水準」としては、飼料乾物中に25%までの配合量が推奨される。

なお、飼料用米の給与では、採食量や乳量の変化、反芻時間、糞や尿の状態など牛の健康状態を観察し、給与量の調整を行うことが飼養管理の基本である。

(参考資料)

- 1) Miyaji ら(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. Anim. Sci. J. 83: 585-593.
- 2) Miyaji ら(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. Anim. Sci. J. 84: 483-488.
- 3) Miyaji ら(2014) Effect of substituting brown rice for corn on lactation and digestion in dairy cows fed diets with a high proportion of grain. J. Dairy Sci. 97: 952-960.
- 4) 関誠(2014) 飼料用米を最大限活用した乳牛飼養技術—魚沼市自給飼料生産組合—. 平成26年度飼料用イネ・TMRセンターに関する情報交換会資料. pp. 95-96.
<http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/kenkyukai/shiryoinetmr/055176.html>
- 5) 山本泰也・石崎雄介・川村淳也(2012) 山本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(別) 58: 67.

(3) 育成牛への給与

- ▶ 哺育期(生後 6 週齢程度までの早期離乳)では、哺乳量を 10%程度に制限し、圧ぺんトウモロコシの代替として粉碎粃米や圧ぺん粃米を 40%程度含む人工乳を生後 4 日齢から給与できるが、粉碎粃米よりも嗜好性が良い蒸気圧ぺん粃米の給与が望ましい。また、消化不良による下痢に注意し、糞の状態を観察しながら、増飼量は日量 100g 以下にする必要がある。
- ▶ 離乳後では、飼料用米を 40%程度配合した人工乳(離乳～13 週齢)および育成用配合飼料(14～21 週齢)を給与してもトウモロコシと同等の発育が得られる。
- ▶ 育成期(約 29～38 週齢)では、飼料用玄米を約 40%程度配合した育成用配合飼料を給与し、トウモロコシと同等の発育が得られるが、過肥とならないよう配合飼料の給与量に注意する。
- ▶ 子牛への飼料用米の給与では、全粒では利用性が低いことから加工処理が必要である。

①哺育期(出生後から離乳まで)

この時期の子牛は消化機能に加えて免疫機能についても初乳由来の受動免疫から能動免疫に変わる時期となる。このため、哺乳期の子牛では下痢等の疾病の発生率が高く、近年では下痢により胸腺の発達が阻害され免疫機能が低下する可能性も指摘されている。このため、出生後の子牛に飼料用米(粃米)を給与する場合は、消化不良による下痢に注意し、糞の状態を観察しながら給与する必要がある。千葉、石川、茨城、神奈川、富山県の 5 県の共同試験では、出生後の子牛に 6 週齢程度での早期離乳を目標とし、哺乳量を生時体重の 10%程度に制限して、離乳まで乾草を給与せずに、圧ぺんトウモロコシの代替として粉碎粃米や圧ぺん粃米を 40%含む人工乳を生後 4 日齢から給与した。表 4-4 に示したとおり離乳までは粉碎粃米区で乾物摂取量が少なく増体もやや劣ったが、離乳後については、乾物摂取量も同等となり、発育が進むにつれて形状の違いによる影響はなくなった。また、粃米の給与による目立った下痢の発生はなかった。給与飼料の配合割合は表 4-5 に、発育状況は表 4-6 に示す。

なお、この試験では人工乳の給与量を 100g から開始したが、この時期の子牛は第一胃の絨毛の発達が不十分なので飼料の急増は避けるべきで、増飼量は日量 100g 以下にする必要がある。

表 4-4 人工乳およびチモシー乾草の乾物摂取量の推移

(g/日)

区名	飼料\週齢	4~7日 齢	1週齢	2週齢	3週齢	4週齢	5週齢	6週齢	7週齢	8週齢	9週齢	10週齢	11週齢	12週齢
トウモ ロコシ 区	人工乳	38	133	249	375	496	656	945	1,270	1,475	1,619	1,649	1,732	1,912
	うちトウモロコシ	16	53	100	150	198	262	345	474	588	646	658	691	764
	チモシー乾草	-	-	-	-	-	-	128	334	514	636	675	864	1,073
粉碎 粃米 区	人工乳	34	112	237	335	368	412	722	1,081	1,346	1,500	1,721	1,856	1,979
	うち粉碎粃米	12	38	81	117	130	149	274	410	508	565	688	741	790
	チモシー乾草	-	-	-	-	-	-	145	347	552	659	794	920	1,137
圧ぺ ん粃 米区	人工乳	20	86	211	346	479	609	885	1,179	1,337	1,595	1,736	1,905	2,088
	うち圧ぺん粃米	7	32	78	132	178	224	320	428	484	571	698	763	837
	チモシー乾草	-	-	-	-	-	-	154	320	422	487	586	709	868

表4-5 給与飼料の配合割合(原物%)と成分(乾物%)

飼料名\区分	トウモロコシ区	粳米	
		粉碎区	圧ペン区
基礎ペレット	55	55	55
蒸気圧ペントウモロコシ	40	—	—
各区飼料用米	—	40	40
大豆粕	5	5	5
TDN	86.4	80.1	80.1
CP	21.6	21.0	21.0

成分は計算値(乾物中)

表4-6 発育状況

	トウモロコシ区	粉碎粳米区	圧ペン粳米区
開始時体重(kg)	41.7	40.6	42.5
離乳時体重(kg)	67.0	62.4	67.8
離乳日齢(日)	45.5	46.0	45.2
終了時体重(13週齢)	107.5	103.6	107.2
	トウモロコシ区	粉碎粳米区	圧ペン粳米区
哺乳期DG(kg)(1~6週齢)	0.60	0.51	0.61
離乳期DG(kg)(7~13週齢)	0.89	0.92	0.86
全期間DG(kg)	0.74	0.72	0.74

②離乳後(離乳時から21週齢まで)

日本飼養標準・乳牛2006年版では、固形飼料を日量1,000g完食または500g以上を3日間食べた時点で離乳が可能とされるが、前述の5県による共同試験の結果(表4-6)から、トウモロコシの代替に粳米を給与しても同様な離乳が可能だった。

この時期の子牛は食欲が急激に高まるが、同時に近年の研究からアシドーシスの危険性も高まることが報告されている。このため、飼料用米を給与するときは、飼料用米の消化性が圧ペントウモロコシに比べて速いとされることから、良質の粗飼料を給与する等アシドーシス防止への配慮が必要である。

前述の5県の共同試験では離乳と同時に切断したチモシー乾草を300g程度給与するとともに人工乳を朝夕の2回に分けて給与した。離乳後7週齢頃からは粗飼料の摂取量も順調に高まり、下痢の発生も減ることから、飼料用米を安定的に給与することが可能となる。8週齢から21週齢までの子牛を対象に、13週齢までは粉碎玄米や圧ペン玄米を40%含む人工乳を給与し、14週からは同様に粉碎玄米や圧ペン玄米を42%含む育成用配合飼料をした結果、飼料用玄米の給与によりトウモロコシと同等の発育結果が得られた。一方、飼料摂取量は表4-7のとおりで、粉碎玄米区で11~12週齢の配合乾物摂取量が少なく、13週齢までのチモシー乾草の摂取量が他の区に比べてやや多かった。なお、試験期間中の下痢の発生は各区平均1日以下で、玄米の給与による消化不良等はみられなかった。

表4-7 配合飼料およびチモシー乾草の乾物摂取量の推移

(g/日)

区名	飼料\週齢	8週~9週齢	10週齢	11週齢	12週齢	13週齢	14,15週齢	16,17週齢	18,19週齢	20,21週齢
トウモロコシ区	配合飼料	1,468	1,734	1,934	2,032	1,970	1,104	1,205	1,273	1,333
	うちトウモロコシ	561	683	772	810	814	465	508	539	563
	チモシー乾草	519	656	759	910	1,009	1,959	2,183	2,339	2,501
粉碎玄米区	配合飼料	1,460	1,693	1,707	1,890	2,076	1,135	1,173	1,260	1,310
	うち粉碎玄米	571	676	675	755	826	461	490	535	569
	チモシー乾草	637	822	1,017	1,128	1,138	1,983	2,246	2,473	2,615
圧ペン玄米区	配合飼料	1,453	1,694	1,885	1,964	2,047	1,181	1,170	1,217	1,279
	うち圧ペン玄米	578	677	754	781	813	491	501	517	552
	チモシー乾草	501	639	736	901	1,003	1,728	2,122	2,290	2,530

③育成期(約 29 週齢～38 週齢)

この時期の育成子牛は粗飼料の摂取量も高まり第一胃内発酵も安定することから、タンパク質含量等の栄養成分に注意することでトウモロコシの代わりに飼料用米を給与することが可能である。

前述の 5 県に愛知県を加えた 6 県の共同試験では、体重 200kg 程度の育成牛に全粒玄米や粉碎玄米を 42% 含む育成配合飼料を給与し、チモシー乾草を飽食させた。その結果、全粒玄米の消化性が低く、子牛の糞中に未消化の玄米が多く観察され、発育が低下したが、粉碎玄米ではトウモロコシと同等の発育を示した。

一方この時期の育成牛は、一般的な留意事項として、日増体量が 1kg を超えると初産乳量を低下させるとの報告がある。発育が進むにつれて粗飼料摂取量が高まるので、肥満にならないように濃厚飼料の給与量を調整することが必要である。

(参考資料)

- 1) 笠井ら(2012)玄米の加工形状の違いが乳用育成牛、離乳後子牛の発育に及ぼす影響. 千葉県試験研究成果発表会資料. pp. 36-44.
- 2) 石井ら(2012)乳用育成牛における初産分娩月齢の早期化に関する栄養学的研究. 茨城県畜産センター研究報告 45: 1-25.

(4)飼料用米の給与にあたり留意すべき事項

- ▶ 飼料用米は加工処理することで乳牛での利用性が向上する。一方、飼料用米の主成分であるデンプンの第一胃内分解速度は速いことから、多給によりアシドーシスの危険性が高まる可能性がある。そのため、飼料用米の飼料への配合割合は、一般に利用できると思われる範囲内とし、トウモロコシから飼料用米への切り替えを行なう場合には急激な飼料の変更をせずに、牛を観察しながら給与量を段階的変更する必要がある。
- ▶ 飼料用米に適正なタンパク質飼料を組み合わせることで、尿中窒素排泄割合の低減など窒素の利用効率が期待できる。そのため、給与飼料の成分組成を調整するとともに、第一胃内での炭水化物やタンパク質の分解パラメータに基づく飼料設計を行なうことが望ましい。

飼料用米の主成分はデンプンであり、第一胃内でのデンプンの分解速度は穀類の中でも速く大麦とほぼ同程度であり、加工形態によっても分解速度は大きく異なる。一般にデンプン質飼料の多給はルーメンアシドーシスの原因となるため、一般的に利用可能な飼料用米の配合可能割合(飼料中乾物比で 25%)に基づき飼料給与を行なうことが、生産性や牛の健康への影響を小さくする上で重要である。また、一般的に利用可能と思われる飼料用米の配合水準であっても、トウモロコシから飼料用米に切り替える場合は牛の様子を観察しながら段階的に配合割合を変える必要がある。

乳牛へのタンパク質給与では、第一胃内での微生物タンパク質合成量を組み入れた代謝タンパク質への移行が進んでいる。第一胃内微生物の合成量を高めるためには、エネルギーやタンパク質(窒素)の

分解パターンを同調させる必要がある。飼料用米のデンプンの第一胃内での分解速度が速いため、タンパク質飼料においても分解速度が速いものを用いる必要があるが、加工形態や給与量によってもエネルギーやタンパク質の供給パターンが異なるため、飼料設計ソフトを用いてより精密な飼料設計を行なう必要がある。なお、日本飼養標準や日本標準飼料成分表には飼料用米の分解パラメータに関する記述がないため、本マニュアルのデータを用いて、飼料に含ませる有効分解性タンパク質の適正含量となるように飼料設計を行なう。

(5) 乳牛への給与メニュー例

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。

ア 泌乳前期

(ア) 粳米 25% 配合(イネ WCS との併給)

分娩後 10 週程度までは、イネ WCS の乾物中の混合割合は 25% 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砕機(ローラクリアランス1mm)で破砕した粳米(品種「モミロマン」)を 25% 混合した TMR を、細断型ロールベアを用いて発酵 TMR に調製し(自給飼料 TMR 区)、分娩 2 週間前から分娩後 10 週まで給与した。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、圧ぺんとウモロコシと圧ぺん大麦を合計で粳米と同じ割合で混合した(表4-8)。

分娩前後の給与飼料の構成を図4-7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4-7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

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
イタライグラスサイレージ	10.0	10.0
圧ぺんとウモロコシ	15.0	—
圧ぺん大麦	10.0	—
飼料用粳米(破砕)	—	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、ピートパルプ、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

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。

	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4-7 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4-8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。

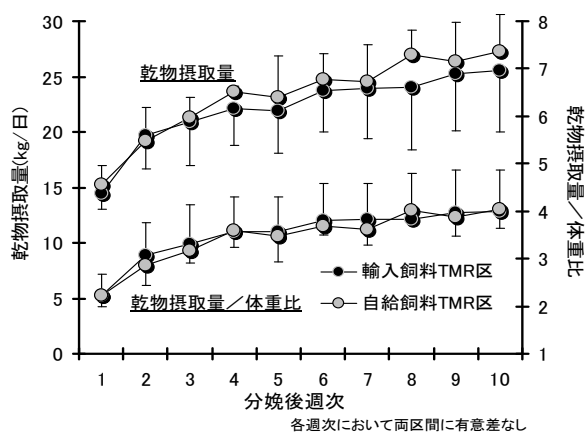


図4-8 乾物摂取量の推移

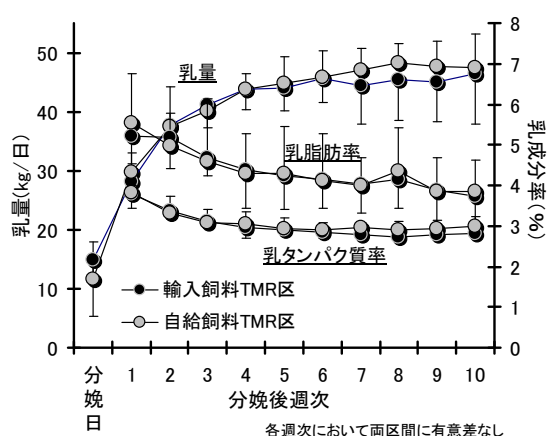


図4-9 乳生産の推移

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4-9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。また、両 TMR 区において、分娩後10週間の飼料摂取量や乳生産に差はなく、第一胃内溶液性状や血液性状も正常値の範囲内にあった。なお、粳米はトウモロコシや大麦よりも TDN 含量が低いことから、重量ベースで粳米をトウモロコシや大麦と代替した場合、自給飼料 TMR 区の TDN 含量は低く設定される。そのため、粳米を利用する場合は家畜の反応(採食性や乳生産)を観察した上で、必要に応じて給与飼料を見直し、栄養価の補正等や新たに飼料設計を行うことが重要である。

(参考資料)

- 1) 山本泰也ら(2011)トウモロコシと大麦を飼料用粳米に代替した発酵 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) 粳米 25% 配合 (イネ WCS との併給)

イネ WCS は多くの NFC を含み、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 のデンプン源に粳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砕 (5mm メッシュを通過) または蒸気圧ペン処理した「ホシアオバ」の粳米を各々 25% 混合する発酵 TMR を給与した (表 4-9)。

試験の結果 (表 4-10)、粳米を給与した場合の乾物摂取量は 23.6~23.9kg/日 で、破砕または蒸気圧ペン処理した粳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た。泌乳成績では、粳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であった。また、第一胃内溶液性状や血中尿素窒素 (BUN) に試験区による違いはなく、トウモロコシや大麦の代替として破砕または蒸気圧ペン処理粳米を給与しても第一胃内発酵やタンパク質の利用性に影響は認められなかった。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指標である酢酸とプロピオン酸比は、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、ルーメンアシドーシスの危険性は低いと考えられた。

表 4-9 TMR の構成および飼料成分値

	対照区	破砕区および 蒸気圧ペン区
乾物混合割合 (%)		
イネ WCS	25.0	25.0
イネ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	—
粳米	—	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 4-10 飼養成績

	対照区	破砕区	蒸気 圧ペン区
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

(イ) ソフトグレインサイレージおよび蒸気圧ペン粳米を配合飼料の一部と代替

泌乳中期牛に対し、黄熟期収穫の粳米 (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、蒸気圧ぺん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(圧ぺん区)を設け給与試験を行った。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4-11)。

試験の結果(表4-12)、乳量は各処理区とも同等の値であった。SGS30%区ではMUNやBUNが高い値であったが、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、給餌方法の違い(SGS15%および30%区は発酵TMR、圧ぺん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った。第一胃内容液性状も正常値の範囲内で、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%(飼料乾物当たり16.4%)をSGSに置き換えて給与可能であることが示された。

表4-11 TMRの構成と成分組成

飼料名	SGS15%区	SGS30%区	圧ぺん区	対照区
給餌方法	発酵TMR	発酵TMR	分離給与	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
粃米サイレージ	8.4	16.4	-	-
蒸気圧ぺん粃米	-	-	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

表4-12 泌乳牛の飼養試験成績

項目	SGS15%区	SGS30%区	圧ぺん区	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
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。

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、トウモロコシ穀実に近い値であるため、トウモロコシとの代替利用が容易である。しかし、粳米と同様に破碎や蒸気圧ぺんなどの加工をしなければ牛の消化性は低い。

ここでは、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玄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

(ア)玄米 25%配合(イネ WCS との併給)

試験区として、(5)－①－ア(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机で破碎処理して用いた。TMR は表4-13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、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。概ね分娩後 10 日以降に発酵 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。

表4-13 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	—
飼料用玄米(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

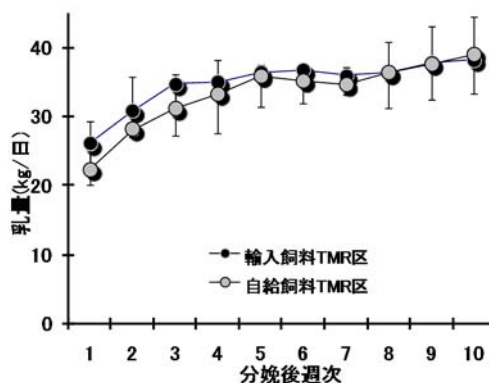


図4-10 分産後の乳量の推移

試験の結果(図4-10、表4-14)、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。

表4-14 分娩後 10 週間の飼養成績

	輸入飼料	自給飼料
	TMR区	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

(参考資料)

- 1) 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) 玄米 25% 配合(イネ WCS との併給)

(5) - 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4-15)。

表4-15 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4-16 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4-16)、玄米を給与した場合の乾物摂取量は24.3~26.1kg/日で、トウモロコシおよび大麦を破砕または蒸気圧ぺん処理した玄米で全量代替しても同等の成績が得られた。また、泌乳成績にも飼料用米給与による違いはなく、第一胃内容液性状もいずれも正常値の範囲内であった。以上のことから、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。

③玄米を配合飼料の一部として給与

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(蒸気圧ぺんトウモロコシ+蒸気圧ぺん大麦)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、穀類に蒸気圧ぺんトウモロコシと蒸気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4-17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4-17 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 蒸気圧ぺん処理した玄米

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にわずかに低下する傾向にあったが統計的な差ではなかった。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く、第一胃内容液性状や血液性状は正常値の範囲内であった。このような飼料構成で穀類の全量を飼料用米で代替した場合は、乳生産性に大きな影響を及ぼすことはないと判断できる。

5 肉用牛への給与

☞ 肉用牛では濃厚飼料および粗飼料とも乾いている飼料を給与することが一般的であることや、生産者の利用しやすさも考慮し、本文および図表の数値は、特に記述がない限り原物当たりの量や割合で示す。

(1) 肉用牛における栄養価

- 玄米・粳米とも無処理では肉用牛での消化性が低く、破碎や蒸気圧ペン等の加工処理が必要である。
- 玄米および黄熟期以降の粳米はカロテノイド含量が低く、肥育牛のビタミン A コントロールが可能である。むしろ飼料用米給与による血中ビタミン A の急速な低下に注意が必要である。
- 玄米・粳米ともトウモロコシの代替飼料源としての能力を十分有している。ただし玄米による置き換えでは NDF の補充、粳米による置き換えではエネルギーの補充が必要になる。

① 玄米と粳米の栄養成分の違い

飼料用米は玄米または粳米のどちらの形でも肉用牛に給与できる。しかし玄米と粳米では飼料源としての性質が大きく異なることに注意が必要である。表5-1に、玄米や粳米、濃厚飼料源としてよく使われる穀実類、そして市販肥育用配合飼料の原物当たり栄養成分組成を示す。玄米はデンプンなど非繊維性炭水化物(NFC)の割合がトウモロコシより高い一方、中性デタージェント繊維(NDF)の割合が非常に低い。粳米は概ね玄米 8 割・粳がら 2 割と言われる。粳がらは消化性の低い酸性デタージェント繊維(ADF)がほぼ半分を占め、また粗灰分(CA)の一つであるケイ酸を原物当たり 2 割程度含む。このため粳米は玄米より ADF や CA の割合が高く、NFC や粗タンパク質(CP)の割合が低い。玄米はデンプン含量が高く濃厚飼料源に位置づけられる一方、粳米は粗飼料源(粳がら)と濃厚飼料源(玄米)の混合物と見ることができる。

② 加工処理の必要性

玄米は表面のぬか層がセルロースを多く含むため、玄米を無処理のまま牛に給与しても十分消化されない。加えて、粳米は消化性の低い粳がらが玄米を覆っているため、粳米を無処理のまま牛に給与するとほとんど消化されない。このため玄米・粳米ともに粗挽き、破碎または蒸気圧ペン等の加工処理が必要である。表5-1で示した玄米や粳米の可消化栄養成分総量(TDN)は、あくまでも加工処理された場合の値である。加工処理を施した玄米の第一胃内デンプン分解速度は、同様の加工処理を施したトウモロコシよりも速く、特に蒸気圧ペン処理ではデンプンが水を含んで α 化し、分解速度がより早くなる。粳米中の玄米部分は加工処理により格段に消化性が向上する一方、粳がら部分の消化性は加工後も相対的に低い。

表5-1 主要穀実類および市販配合飼料の栄養成分組成

穀実名	粗タンパク質 (CP)	粗脂肪 (EE)	炭水化物		粗灰分 (CA)	可消化養分総量 (TDN)	
			中性デタージェント繊維 (NDF) セルロース、ヘミセルロース、リグニンなど	非繊維性炭水化物(NFC)			
			酸性デタージェント繊維(ADF) NDF中の難消化成分 セルロース、リグニンなど	デンプン、ペクチン、少糖類など 易消化成分			
玄米	6.3	1.6	2.8	0.3	74.1	1.2	81.6
粳米	5.9	1.8	16.3	10.7	58.2	3.8	66.8
精白米	6.6	0.1	3.4	0.0	75.6	0.3	80.2
トウモロコシ	7.6	3.8	10.8	3.1	62.7	1.2	80.5
マイロ	8.7	3.1	8.6	5.7	64.2	1.5	77.7
大麦	10.3	2.1	19.5	5.8	51.9	2.2	72.2
小麦	11.8	1.7	9.9	3.3	61.0	1.6	76.5
大豆	35.6	18.1	7.8	7.1	19.8	4.7	88.2
市販飼料A	13.0	3.1	17.0	5.7	49.9	3.0	(73.7)
市販飼料B	13.2	3.2	17.6	6.1	48.7	3.3	(69.7)

単位は原物%。水分を一律14%として計算。
 玄米および精白米の成分(TDNを除く)は山形大調べ、市販飼料は畜草研調べ。市販飼料のTDNは推定値。
 粳米は飼料用米マニュアル2012版より抜粋。
 他は中央畜産会「日本標準飼料成分表(2009)」による。

③飼料用米のカロテノイド

肥育牛、特に黒毛和種では肥育中期からのビタミン A 制御が脂肪交雑を増やすため重要とされている。トウモロコシ子実にはビタミン A の素になるカロテノイドが乾物 1kg 当たり 5~10mg 程度含まれるのに対し、玄米にはカロテノイドがほとんど含まれない。一方、粳がらにはわずかながらカロテノイドが含まれるが、完熟期であれば粳米のカロテノイド含量は乾物 1kg 当たり 4mg 程度でトウモロコシ以下である。従って、玄米および粳米のどちらを利用してもビタミン A 制御は十分可能である。むしろ飼料用米の多給による血中ビタミン A 濃度の下がり過ぎに注意が必要となる。

④トウモロコシの代替飼料としての可能性

①で示したように、玄米は NFC 含量が非常に高いこと、また粳米は玄米に粳がらが加わり大麦に匹敵する NDF 含量を示すことから、どちらも肉牛用配合飼料中のトウモロコシを代替する能力を十分有している。但し、加工処理玄米の第一胃内分解速度がトウモロコシよりも早いことから、配合飼料中のトウモロコシを単に玄米に置き換えると、NFC 過剰により(2)で示すルーメンアシドーシスのリスクが増すことから、配合飼料設計にあたっては、ふすまのように NDF が豊富な飼料源も加える必要がある。また、トウモロコシを単に粳米で置き換えると、相対的に TDN が低下するため、ぬか類あるいは製造粕類の中からエネルギー含量が高い飼料源を加え、TDN を調整する必要がある。

なお飼料用米の CP 含量には品種や栽培条件で違いが認められる。そのため、飼料設計の際の CP 含量は表5-1を参考にすが、可能であれば CP 含量を測定し、飼料全体の成分組成を適正に調整することが望ましい。

(2) 肥育牛への給与

- 給与方法として、加工処理した飼料用米で、配合飼料の一部を置き換える方法、トウモロコシまたは大麦の代替デンプン源として配合飼料に混合する方法、TMR の原料として用いる方法などがある。
- 加工済みの玄米または粳米で肥育用配合飼料の 30% (原物当たり) まで置き換えても良好な増体が得られる。

① 非繊維性炭水化物 (NFC) と粗タンパク質 (CP)

効率的な増体が重要である肥育牛では、1 日に必要な栄養成分の大部分を配合飼料に依存し、粗飼料からの栄養成分供給は限定的なものになる。そのため配合飼料の栄養成分を十分把握する必要がある。市販肥育用配合飼料にはデンプンなど NFC が原物当たり 50% 程度、CP が 11~13% 含まれる。NFC は重要なエネルギー源であるが、牛に NFC を多給すると第一胃内で乳酸が多量に発生し、第一胃内が大きく酸性に傾きルーメンアシドーシス (RA) を起こす心配がある。一方 CP は筋肉、臓器および血液などの原材料となる他、第一胃内でアンモニアを発生させて第一胃内が酸性に傾くのを抑え、RA 発症を防止する効果がある。しかし CP が過剰になると今度はアンモニア発生が多過ぎて肝臓に障害を与える他、尿がアルカリ性に傾き、尿中のマグネシウムイオンやアンモニウムイオンがリン酸イオンと結びついて結晶化し、尿石症を引き起こすおそれがある。配合飼料設計では NFC と CP とのバランスが重要である。

② 飼料用米配合率の上限

肥育牛への飼料用米給与方法として、加工処理済み飼料用米で、市販配合飼料の一部を単純に置き換える方法、自家配合飼料を調製する際にトウモロコシやマイロに代わるデンプン源として配合飼料に混合する方法、粳米サイレージを調製し、市販配合飼料の一部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ある。

飼料用米が安価に入手できれば、市販配合飼料を飼料用米に置き換えることは飼料費削減に寄与する一方、飼料用米配合率が上がるほど飼料全体の栄養成分が受ける影響が大きい。黒毛和種去勢牛を用いた肥育試験では、配合飼料中に加工済みの玄米または粳米が原物当たり 25~30% が含まれていても、慣行肥育と同等の成績が得られている。表 5-2 に、表 5-1 で示した市販飼料 B の一定割合を粳米または玄米で置き換えた場合の栄養成分組成の変化を試算したものを示す。玄米、粳米とも、置き換え率が高まるに従い CP 比率が低下する。しかし粳米または玄米による 30% の置き換えでも、CP は原物当たり 11% 程度で CP 欠乏という程ではない。NFC については、粳米による 30% 置き換えの場合 NFC は 3% 程度の増加に留まるが、玄米による 30% 置き換えでは NFC が 8% 近く増加するため CP に対して NFC がやや多くなる。

粳米または玄米による市販配合飼料の原物あたり置き換え率が 30%を上回ると、粳米、玄米に共通して CP 不足が問題になる他、粳米利用では TDN 不足および粳殻の嗜好性の低さ、玄米利用では NFC 過剰が問題になる。置き換え率が 35%程度までなら、不足する CP を大豆かす等で補うことで対応できるが、35%を更に上回ると市販飼料の置き換えでは栄養成分の偏りへの対応は難しいため、新たに自家配合飼料を設計する必要がある。飼料用米配合率を 30%より高めた自家配合飼料を給与する肥育試験では、増体は慣行肥育と比べて同等かやや下回る例が多い。飼料用米配合率が 40%を超える多給試験もいくつか実施されている。例を挙げると、黒毛和種去勢牛を用い、原物あたり破碎玄米を 50%含む自家配合飼料を肥育後期から給与し、慣行肥育と同等の増体成績が得られた例(富山県、2013)がある。また同じく黒毛和種去勢牛を用い、原物当たり粉碎粳米を 50~60%含む自家配合飼料を肥育全期間給与した例(岐阜県、2014)では、枝肉品質は慣行区と差が見られなかったが、増体は慣行区より少ない傾向にあった。これは粳米比率がととも高いため飼料の TDN 含量が通常飼料より低くなったことが理由と考えられている。

このように、自家配合飼料中に原物あたり 30%を超える粳米または玄米を配合して給与する技術については、枝肉品質には影響しないことが明らかにされているが、飼料摂取量の低下または飼料中 TDN の低下により増体に影響しやすいという問題が残されており、直ちに生産現場に普及させることは難しい。肥育農家が慣行肥育と同じ感覚で利用できる配合飼料中の飼料用米配合率の上限は、市販配合飼料の置き換え、あるいは自家配合飼料のどちらについても、粳米、玄米ともに原物あたり 30%程度であると考えられる。粳米サイレージの場合は水分が多く含まれるため、原物あたりでは

表5-2 飼料用米による配合飼料の置き換えに伴う栄養成分組成の変化

玄米		CP	EE	NDF	ADF	NFC	CA	TDN
市販飼料B 比率(%)	玄米比率 (%)							
100	0	13.2	3.2	17.6	6.1	48.7	3.3	69.7
90	10	12.5	3.0	16.1	5.5	51.2	3.1	70.9
80	20	11.8	2.9	14.6	4.9	53.8	2.9	72.1
70	30	11.1	2.7	13.2	4.3	56.3	2.7	73.3
60	40	10.4	2.6	11.7	3.7	58.9	2.5	74.5
50	50	9.8	2.4	10.2	3.2	61.4	2.2	75.7
40	60	9.1	2.2	8.7	2.6	64.0	2.0	76.9
30	70	8.4	2.1	7.2	2.0	66.5	1.8	78.1
粳米		CP	EE	NDF	ADF	NFC	CA	TDN
市販飼料B 比率(%)	粳米比率 (%)							
100	0	13.2	3.2	17.6	6.1	48.7	3.3	69.7
90	10	12.5	3.0	17.5	6.5	49.6	3.3	69.5
80	20	11.8	2.9	17.3	7.0	50.6	3.4	69.2
70	30	11.0	2.8	17.2	7.4	51.6	3.4	68.9
60	40	10.3	2.6	17.1	7.9	52.5	3.5	68.6
50	50	9.6	2.5	16.9	8.4	53.5	3.5	68.3
40	60	8.9	2.3	16.8	8.8	54.4	3.6	68.0
30	70	8.1	2.2	16.7	9.3	55.4	3.6	67.7

栄養成分は原物当たり%で表示。水分を一律14%として試算。

30%を上回る市販配合飼料の置き換えが可能であることが示されている(秋田県、2014)が、乾物当たりで計算すると置き換え率は30%程度までにするのが望ましい。

③飼料用米による市販飼料の代替

一口に肥育牛と言っても、牛の品種、性別および系統により栄養成分要求量は異なる。ここでは黒毛和種去勢、20ヶ月齢、体重600kg、日増体量0.8kgというモデルケースを設定する。日本飼養標準(2008年版)等による1日当たりの栄養成分要求量は表5-3の通りである。CAおよびNFCについては日本飼養標準に明確な基準が示されていないため、ここでは仮にCAは原物中8%以下、NFCは同52%以下とした。表5-1で示した市販飼料Bの30%を粳米または玄米で置き換え、粗飼料として稲わらを給与する。生産現場では稲わらは1日1kg程度給与されることが多いが、粗飼料の第一胃刺激作用および唾液によるpH緩衝作用を考慮し、1日1.5kg給与する。この設定で栄養成分充足率を試算したものを表5-4に示した。粳米または玄米のどちらかで市販配合飼料の30%を置き換えても、極端な栄養成分の過不足は生じず、栄養学的にはこの組成で肥育牛に給与できる。但し、(5)に示す問題への対応が必要となる。

表5-3 モデルケースにおける栄養成分要求量

性別 生体重 期待日増体量	去勢 600kg 0.8kg			
	飼料	乾物中比率(%)	乾物重量(kg)	原物重量(kg)
乾物(DM)合計			8.4	9.7
濃厚飼料	85		7.1	8.3
粗飼料	15		1.3	1.5
栄養成分	必要量(kg)	乾物中比率(%)	原物中比率(%)	
CP	1.0	12	10	
EE	0.3 以下	3 以下	3 以下	
NDF	1.3 以上	16 以上	14 以上	
ADF	0.8 以上	10 以上	9 以上	
NFC	5.0 以下	60 以下	52 以下	
CA	0.8 以下	9 以下	8 以下	
TDN	6.4	77	66	

乾物86%、水分14%として試算。

表5-4 市販配合飼料の30%を玄米または粳米で置き換えた場合の栄養成分充足率

市販配合飼料B(kg)	8.5	6.0	6.0			
玄米(kg)	---	2.5	---			
粳米(kg)	---	---	2.5			
稲わら(kg)	1.5	1.5	1.5			
栄養成分	養分量 (kg)	充足率 (%)	養分量 (kg)	充足率 (%)	養分量 (kg)	充足率 (%)
CP	1.2	119	1.0	101	1.0	101
EE	0.3	118	0.3	103	0.3	104
NDF	2.3	173	1.9	145	2.3	170
ADF	1.0	122	0.9	104	1.1	136
NFC	4.3	86	5.0	99	4.5	91
CA	0.5	66	0.4	58	0.5	67
TDN	6.5	101	6.8	106	6.4	100

乾物86%、水分14%として試算。

(3) 繁殖牛への給与

- ▶ 繁殖牛は配合飼料への栄養依存度が低いため、配合飼料原物の半分以上を飼料用米で置き換えた給与が可能である。但しデンプン含量の多い飼料用米の多給による過肥には注意が必要である。

①飼料給与のポイント

効率的な増体のみを考えればよい肥育牛と違い、肉用種繁殖牛の栄養管理は、子牛生産能力を最大限発揮させるため、分娩期、授乳期(分娩から離乳時期、約4ヶ月間)、維持期(受胎から分娩2ヶ月前までの約7ヶ月間、一部授乳期と重なる)および妊娠末期(分娩前2ヶ月から分娩まで)という生理的ステージ毎に栄養水準を変える必要がある。

このうち栄養成分要求量が多いのは胎仔や胎盤、胎膜など子宮内容物が急速に増大する妊娠末期、ならびに分娩後の泌乳維持と母体の回復が必要な授乳期である。維持期については、若齢牛では母牛自体も発育途上であるため成長に要する栄養を与える必要があるが、2産次以降の経産牛では基本的に体重維持を目的とし、ボディコンディションスコア(BCS)を活用しながら消瘦および過肥を防止することが重要である。妊娠末期から授乳期は飼料の増給が必要になるが、TDNが過剰になると繁殖牛が過肥になり、鈍性発情や受胎率低下等の繁殖障害を招くため注意が必要である。

一般に繁殖牛は肥育牛と比べ粗飼料への栄養依存度が高く、CP含量が高い良質粗飼料を十分与えることで、1日に必要なCPやTDNの多くをまかなうことができる。このため配合飼料給与量は少なく済む。また肥育牛で行われるビタミンA制御の必要がないため、カロテノイドを豊富に含んだ牧草も給与できる。従って、配合飼料のかなりの割合を飼料用米で置き換えてもCP欠乏やビタミンA欠乏に陥ることはないと考えられる。但し、玄米、粳米ともNFC含量が高いため、飼料用米割合をあまりにも高めすぎると、TDNが過剰になり繁殖牛が過肥になるおそれがある。

②試験研究例

肉用種繁殖牛への飼料用米給与については試験研究例が少ないが、岐阜県による繁殖牛への飼料用米(破碎粳米)給与試験例(2014)がある。試験1では、授乳期(分娩2週間後から受胎確認まで)に対照区は市販配合飼料3kgを与え、試験区には米2kgと配合飼料1kgを給与した。両区とも粗飼料としてリードカナリーグラス主体のヘイレージを飽食給与した。その結果、体重、BCS、血液検査値および繁殖成績に対照区と差が見られなかった。次に試験2では維持期も含めて全期間(1回目の分娩の2ヶ月前から2回目の分娩後の受胎確認まで)飼料用米給与試験が行われた。試験区は分娩前2ヶ月から受胎確認までの増給期間は飼料用米2kg+配合飼料1kg、維持期間は飼料用米2kgを給与し、対照区は増給期間に配合飼料2kg、維持期間は配合飼料1kgを給与した。その結果、健康状態および繁殖成績は両区間に差がないものの、体重とBCSは試験区が高く推移する傾向にあり、特に産仔が離乳してからその差が大きくなった。これについては、CPの充足を重点において飼料用米の給与量を設定したため、TDNが過剰になったためと考察されている。

これらの結果から、繁殖牛用配合飼料の半分以上を飼料用米で置き換えても繁殖牛に給与可能であるが、特に維持期では NFC 比率が高い飼料用米による TDN 過剰に起因する過肥に注意しながら置き換え率を調節する必要がある。

(4) 育成牛への給与

- ▶ 肉用育成牛では粗タンパク質源を補充することにより、育成用配合飼料原物当たり 40%を加工処理粳米あるいは粳米サイレージで置き換えても良好な増体が得られる。

①飼料給与のポイント

「育成牛」には繁殖用の育成雌牛、ならびに肥育素牛である育成牛(雌または去勢)があるが、ここでは去勢肥育素牛を取り上げる。また、離乳後から肥育開始までに相当する概ね 4～11 ヶ月齢を育成期とする。育成期に重要なことは、将来の肥育期における良好な増体を確保するため、良質な粗飼料を十分に与えて消化管の発達を促すことと、タンパク質を十分に与えて骨格、筋肉および内臓の充実を図ることである。従って、繁殖牛ほどではないが、1日に必要な栄養成分のかなりの比率を粗飼料から得ることになる。また、育成期にカロテノイドを多く含む粗飼料を十分給与することで、肝臓や脂肪組織にカロテノイドが蓄積し、肥育期にビタミン A コントロールを行っても直ちに牛体に悪影響が及ぶことを防止することができる。

黒毛和種去勢育成牛、10 ヶ月齢、体重 300kg、期待日増体量 1.2kg というケースを想定した場合、日本飼養標準(2008 年版)では乾物 7.9kg、CP1.0kg、TDN5.6kg が必要とされている。一方、市販育成用配合飼料は原物当たり CP が 16～18%、TDN が 70～72% 含まれる。粗飼料は草種、収穫期および調製方法により栄養成分は大きく異なるが、仮に原物当たり CP 10%、TDN 55%のオーチャードグラス乾草を 4.0kg 給与した場合、育成飼料を 4.5～4.8kg 程度給与すれば CP、TDN とも必要量を満たす。

黒毛和種去勢育成牛では、大豆かすなどで CP を補うことにより、配合飼料原物当たり 40%程度を粳米で置き換えても飼養可能である。玄米による置き換えについては試験例が乏しいが、粳米の場合と同じく CP を補い、粗飼料を十分給与することで、玄米でも配合飼料原物当たり 40%程度は置き換え可能と考えられる。但し置き換えには十分な馴致期間が必要なことは言うまでもない。

②試験研究例

黒毛和種去勢育成牛への飼料用米給与に関する試験研究では、肥育牛を早期から飼料用米に慣らすため、離乳直後の 4 ヶ月齢から配合飼料の 25%または 35% (TDN 換算)を圧ぺん粳米で置き換えるとともに、不足する CP を大豆かすで補い、11 ヶ月齢まで慣行区と同等の発育を示した例(福島県、2013)、育成期に限定した飼養方法ではないが、8 ヶ月齢から肥育を始め、配合飼料の原物あたり 33%を圧ぺん粳米で、7%を大豆かすで各々置き換え、10 ヶ月齢時点ならびにそれ以降の肥育

期でも対照区と同等の飼料摂取量および増体を示した例(宮城県、2012)、6ヶ月齢から4ヶ月間、配合飼料の原物当たり40%を粳米サイレージまたは膨軟化粳米サイレージで置き換え(乾物当たりでは30~35%程度の置き換え率)、更に大豆かすを補給し、期間中対照区と同等の発育を示し、健康状態に問題も見られなかった例(秋田県、2013)などがある。

(5) 飼料用米の給与にあたり留意すべき事項(肥育牛)

- 飼料用米を給与する際は、肥育中期以降のビタミン A 欠乏に注意する必要がある。
- 飼料用米を給与する際は 2 週間以上の慣らし期間を設ける必要がある。また、粗飼料を十分摂取させることが、RA 予防に効果的である。

玄米または粳米を加えた配合飼料を肥育前期から給与した場合、肥育中期から後期にかけて肥育牛が食欲不振になることがある。玄米および粳米に共通する問題として、デンプンを多く含む飼料用米の多給による RA 発症の懸念が挙げられる。第一胃内 pH が 5.5 以下に低下することが RA 状態の目安とされる。しかし、粳米サイレージにより配合飼料乾物当たり 30%以上を代替しても、肥育牛の第一胃 pH は 6.5 程度までしか低下しなかったこと(秋田県、2014)、また(6)に示す山形県の試験では自家配合飼料中に原物当たり 25%の破碎玄米が含まれているが、第一胃 pH は殆ど低下せず 6.5 以上に保たれたこと(山形県、2012)など、試験研究では配合飼料中の飼料用米比率が 30%程度であれば RA 発生リスクは低いことが示されている。一方、肥育牛に飼料用米を多給すると血中ビタミン A 濃度が慣行肥育よりも急速に低下することが良く知られており、肥育中期以降の食欲不振にビタミン A 欠乏症が関係していることも考えられる。肥育牛に飼料用米を与える場合、可能であれば血中のビタミン A 濃度を検査し、ビタミン A 血中濃度が 40 IU/dl を下回らない様にビタミン A 剤などを定期的に投与する必要がある。

次に粳米特有の問題であるが、粳米利用は粳すりの手間が省ける利点がある一方で、破碎や圧パンなど加工処理の際に玄米と粳がらが均等に混ざらずムラができやすい欠点がある。粳がらには ADF や CA が多く含まれ、反芻胃を物理的に刺激して粘膜上皮を発達させ、栄養成分の消化吸収を向上させる代替粗飼料としての役割が期待される。しかし粳がらは牛の嗜好性が良くないため、粳米多給では粳がらが増え過ぎ飼料全体の嗜好性を低下させ採食量が減少することがある。また、牛が粳がらだけを食べ残すこともある。加えて、粳がら部分の消化率は玄米部分と比較して格段に低いため、粳米多給では粳がらが反芻胃内に長時間滞留し、飼料摂取量を低下させる場合がある。

肥育ステージや粳米・玄米の別に関わらず、市販配合飼料を飼料用米で置き換える場合、いきなり飼料用米を多給するのではなく、少なくとも2週間以上の慣らし期間をとり、健康状態に注意しながら少しずつ飼料用米の比率を増やしていくことが重要である。この他、RA 予防策として、飼料給与の際、まず粗飼料を十分食べさせ、唾液による第一胃内 pH 緩衝能を高めた上で配合飼料を給与することも第一胃内 pH の急速低下が抑えられて効果的である。

表5-5 市販配合飼料の15%または30%を粉碎玄米で置き換え、肥育中期から給与した肥育試験成績(全畜連、2012)

項目	試験区		
	0%区	15%区	30%区
乾物(DM)	88.8	88.4	88.2
CP	11.0	10.4	9.5
EE	2.8	2.7	2.5
NDF	32.9	29.3	27.9
ADF	17.3	15.2	15.0
CA	5.5	5.0	4.8
TDN	63.5	65.1	65.2

増体成績および枝肉成績

項目	試験区		
	0%区	15%区	30%区
頭数	28	24	20
導入時(約9ヶ月齢)体重(kg)	305	305	304
17ヶ月齢時体重(kg)	490	475	495
30ヶ月齢時体重(kg)	810	801	810
濃厚飼料摂取量(乾物kg/日) ¹⁾	6.83	6.84	6.81
粗飼料摂取量(乾物kg/日) ²⁾	2.60	2.16	2.25
枝肉重量(kg)	516.1	512.3	518.0
胸最長筋面積(cm ²)	53.4	55.3	54.9
ばらの厚さ(cm)	8.1	8.2	8.4
皮下脂肪厚(cm)	2.5	2.6	2.5
歩留基準値(%)	73.1	73.3	74.1
脂肪交雑(BMS No.)	5.6	6.5	3.7
肉色(BCS No.)	4.0	3.8	4.0
脂肪色(BFS No.)	3.0	3.0	3.0

1)濃厚飼料は市販配合飼料および飼料用米
2)粗飼料は発酵バガスおよび稲わら

表5-6 自家配合飼料中のトウモロコシの半量を圧ぺん粳米または粉碎粳米で置き換え、肥育全期間給与した試験成績(岐阜県、2004)

飼料原料	試験区		
	粉碎粳区	圧ぺん粳区	対照区
粉碎粳米	30	0	0
圧ぺん粳米	0	30	0
トウモロコシ	30	30	60
皮なし圧ぺん大麦	30	30	30
その他 ¹⁾	10	10	10

1)大豆かす、フスマ

増体成績および枝肉成績

項目	試験区		
	粉碎粳区	圧ぺん粳区	対照区
頭数	6	6	7
開始時(9ヶ月齢)体重(kg)	294.8	294.5	281.6
終了時(27ヶ月齢)体重(kg)	646.0	640.3	656.3
濃厚飼料摂取量(乾物kg/日)	6.9	6.7	6.9
枝肉重量(kg)	395.4	395.2	400.9
胸最長筋面積(cm ²)	47.7	51.2	49.4
ばらの厚さ(cm)	7.4	7.9	7.2
皮下脂肪厚(cm)	2.3	2.6	2.3
歩留基準値(%)	73.5	74.1	73.5
脂肪交雑(BMS No.)	7.0	6.8	7.2

(6) 肥育牛への給与メニュー例

黒毛和種去勢牛では、配合飼料中に飼料用米が原物当たり25~30%が含まれていても、慣行肥育と同等の成績が得られている。ここでは3種類の給与試験で用いたメニューを例示する。まず、肥育中期(概ね17ヶ月齢前後)以降、市販配合飼料原物当たり15%または30%を単純に破碎玄米で置き換えて給与した結果、肥育成績は慣行区と同等であった(全畜連、2012、表5-5)。また、トウモロコシを60%含む自家配合飼料中のトウモロコシ半量(飼料全体として30%)を粳米(破碎あるいは圧ぺん)で置き換えて、9ヶ月齢から27ヶ月齢までの肥育全期間給与しても、慣行肥育と同等の肥育成績が得られた(岐阜県、2004、表5-6)。

一方、市販配合飼料と穀類(圧ぺんトウモロコシおよび圧ぺん大麦)等で構成された自家配合飼料をベースとし、この飼料の穀類部分を破碎玄米(うるち米およびもち米)で置き換えることで、飼料全体

表5-7 破碎玄米を原物当たり25%配合した濃厚飼料を肥育全期間給与した

試験成績(山形県、2012)

濃厚飼料組成 (原物%)				増体成績および枝肉成績			
飼料原料	試験区			項目	試験区		
	うるち米区	もち米区	対照区		うるち米区	もち米区	対照区
市販配合飼料	40	40	50	頭数	4	4	4
うるち米	25	0	0	開始時(11ヶ月齢)体重(kg)	316	316	300
もち米	0	25	0	終了時(30ヶ月齢)体重(kg)	613	582	587
穀類 ¹⁾	5	5	30	通算日増体量(kg/日)	0.77	0.81	0.81
その他 ²⁾	30	30	20	濃厚飼料摂取総量(原物kg)	4925	4821	5166
CP	13.4	13.4	13.5	枝肉重量(kg)	498.5	491.8	493.8
TDN	72.4	72.4	72.0	胸最長筋面積(cm ²)	61.8	59.5	61.8
				ばらの厚さ(cm)	8.0	8.0	8.1
				皮下脂肪厚(cm)	2.9	2.6	2.2
				脂肪交雑(BMS No.)	6.8	5.5	7.0
				肉色(BCS No.)	3.8	3.5	3.8
				脂肪色(BFS No.)	3.0	2.8	2.8

1) 圧ぺんとうもろこし、圧ぺん大麦

2) 大豆かす、フスマ

に対する玄米比率が25%になるように試験用飼料を調製し、11ヶ月齢から30ヶ月齢までの肥育全期間給与した(山形県、2012、表5-7)。試験区は対照区、うるち米区およびもち米区の3区とし、対照区にはベース飼料を給与した。粗飼料として各区とも稲わらを給与した。肥育期間を通じた平均日増体量は、もち米区が対照区と同等、うるち米区がわずかに低かったが、枝肉重量や胸最長筋面積は各区间でほぼ同等であった。脂肪交雑はもち米区でやや低かったが、統計的な差は認められなかった。この結果、破碎玄米を25%含む配合飼料を肥育全期間給与しても、慣行肥育と同等の肥育成績が得られることが示されている。

(参考資料)

- 1) 高平寧子、中村真貴、松原久美子、松原禎敏、廣瀬富雄(2013) 飼料用米多給時の併給粗飼料の違いが黒毛和種去勢牛の肥育成績に及ぼす影響. 日本畜産学会第116会大会(富山県農林水産総合技術センター畜産研究所).
- 2) 武田賢治、浅野琢満、大田哲也、丸山新(2014) 黒毛和種肥育牛における飼料用粳米の多給が肥育成績に及ぼす影響. 第52回肉用牛研究会大会(岐阜県畜産研究所)
- 3) 千田惣浩、相馬祐介、渡邊 潤、高橋利清、酒出淳一、伊藤盛徳(2014) 黒毛和種肥育牛への飼料用米ソフトグレインサイレージの多給試験. 秋田県畜産試験場研究報告 28, 18-27.
- 4) 森本学(2014) 繁殖牛の増し飼いに飼料米はどこまで使えるか. 現代農業 2014(5), 260-261(岐阜県畜産研究所).
- 5) 鈴木庄一、荻野隆明、伊藤等、矢内清恭(2013) 黒毛和種の離乳から出荷までの肥育一貫体系における圧ぺん粳の代替給与技術. 東北農業研究 66, 91-92(福島県農業総合センター畜産研究所).
- 6) 齊藤陽介他(2012) 黒毛和種肥育牛の生後9から18ヶ月齢の肥育前中期において、圧ぺんもみ米で配合飼料の一部を代替できる. 宮城県普及に移す技術 87, 22.

- 7) 酒出淳一、渡邊潤、佐藤寛子、西宮弘、鈴木盛栄、高橋利清、植村鉄矢、伊藤隆(2013) 黒毛和種育成期における飼料用米ソフトグレインサイレージ給与技術の開発(第2報). 秋田県畜産試験場研究報告 27, 7-10.
- 8) 全畜連(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に関する報告書.
- 9) 丸山新、浅野智宏、澤田幹夫、喜多一美、横田浩臣(2004) 肉用牛への飼料用モミの給与について. 第42回肉用牛研究会大会(岐阜県畜産研究所).
- 10) 三上豊治、野川 真、阿部 巖、庄司則章(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. 山形県農業研究報告 4, 49-56.

6 豚への飼料用米給与

(1) 飼料用米の豚における栄養価と飼料設計

- ▶ 玄米はトウモロコシと同じ栄養価を持ち、炭水化物源として豚に利用できる。
- ▶ トウモロコシと比較して玄米は制限アミノ酸であるリジン含量が高く、脂肪酸のうちリノール酸が低く、オレイン酸含量が高い特徴を持つ。
- ▶ 玄米は 2mm メッシュを通るように粉砕して使用する。
- ▶ 日本標準飼料成分表(2009 版)に載っている玄米、粳米の成分値を基に、日本飼養標準・豚(2013 年版)に則って養分要求量を満たすように配合設計する。
- ▶ 玄米の一般成分値、特に粗タンパク質含量は生産現場によって違いがあることに留意する。

①トウモロコシと飼料用米の成分の比較

日本標準飼料成分表に載っている通り、玄米の化学成分はトウモロコシとほぼ同等である(表 6-1)。粳米は玄米よりも粗繊維を除いて値が低くなる。また、玄米のリジン含量がトウモロコシよりも高いこと(表 6-2)、リノール酸が低く、オレイン酸含量が高いこと(表 6-3)が特徴として挙げられる。

表 6-1 飼料用米の化学組成(原物中)

	トウモロコシ	玄米	粳米
水分(%)	14.5	14.8	13.7
粗タンパク質(%)	7.6	7.5	6.5
粗脂肪(%)	3.8	2.7	2.2
可溶無窒素物(%)	71.3	72.9	63.6
粗繊維(%)	1.7	0.7	8.6
可消化養分総量(%)	80.8	82.0	64.0
可消化エネルギー(Mcal/kg)	3.56	3.62	2.82

(独)農研機構編「日本標準飼料成分表(2009)」

表 6-2 飼料用米のアミノ酸含量

(乾物中)	トウモロコシ	玄米	粳米
リジン(%)	0.29	0.32	0.28
メチオニン(%)	0.17	0.24	0.18
トレオニン(%)	0.33	0.3	0.19

(独)農研機構編「日本標準飼料成分表(2009)」

表 6-3 トウモロコシと玄米の脂肪酸組成

全脂肪酸中%	トウモロコシ	玄米(食用)	参考	
			コーン油	米油
18:1(オレイン酸)	29.5	40.4	31.3	43.7
18:2(リノール酸)	53.4	36.0	53.5	34.2

(化学と生物 27,3,168, 1989) (日本油脂検査協会 調べ)

玄米の消化率はトウモロコシとほぼ変わらないことから(表 6-4)、豚への栄養価も同等と考えられる。したがって、玄米は配合飼料中のトウモロコシの代替として使用できると考えられる。

表 6-4 飼料用米の消化率

	トウモロコシ	玄米	粳米
粗タンパク質(%)	79	79	64
粗脂肪(%)	84	72	52
可溶無窒素物(%)	94	98	90
粗繊維(%)	45	35	0

(独)農研機構編「日本標準飼料成分表(2009)」

②粉砕について

飼料用米の給与にあたっては粉砕が必要になる。粒度に応じて豚での消化性が変化するので注意が必要である。粒度の違いによる豚での消化率の違いを表 6-5 に示した。

表 6-5 粉砕粒度が飼料用玄米と粳米の消化率に及ぼす影響

粉砕粒度	玄米			粳米		
	1mm	1-2mm	2-3.35mm	1mm	2-3.35mm	無処理
粗タンパク質	88.4	82.3	59.7	68.8	21.5	0.0
粗脂肪	77.4	47.9	18.9	37.6	0.0	0.0
可溶無窒素物	99.9	97.7	83.4	90.9	67.6	18.6
粗繊維	66.0	65.9	-	0.0	0.0	0.0
エネルギー	96.7	92.7	77.5	73.2	50.1	11.1

(畜産草地研究所、岐阜県畜産研究所、日本科学飼料協会)

上記の通り、飼料用米を給与する場合には 2mm メッシュを通るように粉砕する必要がある。

③飼料用米を用いた飼料設計

豚においては、粳米よりも栄養価の高い玄米を肥育後期(体重約 70kg 以降)に給与することが一般的と思われる。自家配合により玄米を多給する場合、もしくは市販配合飼料の一部を玄米で置き換える場合でも、生産性を落とさないためには日本飼養標準・豚(2005 年または 2013 年版)に載っている栄養要求量を満たすことが基本となる。市販の配合飼料に玄米を混合した際の成分の変化を表 6-6 に示した。

表 6-6 市販配合飼料の一部を玄米で代替した時の栄養価

	肥育豚後期用 市販飼料	市販飼料の15%を 玄米で代替	市販飼料の30%を 玄米で代替	市販飼料の50%を 玄米で代替
粗タンパク質(%)	13.0	12.3	11.5	10.5
可消化養分総量(%)	78.0	80.7	83.3	86.9
カルシウム	0.5	0.4	0.4	0.3
リン	0.4	0.4	0.4	0.4

(福井県畜産試験場研究報告23, 1-5, 2010)

表 6-6 に示されているとおり、市販の配合飼料への玄米の配合割合が高まると、配合飼料中の成分が希釈されて粗タンパク質含量が低下し、玄米に由来する可消化養分総量が高くなる。同時に、配合飼料に配合されているビタミンや微量ミネラルの含量も低下することに留意する必要がある。

また、玄米と他の飼料原料を組み合わせて自家配合する場合を説明する。表 6-7 に一例を示した。これは LWD 三元交雑種に玄米を多給した試験の飼料組成である。配合設計の際には、畜産草地研究所の HP で公開されているエコフィード設計プログラム(エコフィード以外にも使用が可能)を使うと良い。(http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/contents/program/ecofeed/index.html)。飼料原料と配合率を組み合わせながら、栄養要求量を満たしているかを判断することができる。

各飼料原料の成分値を日本標準飼料成分表(2009 年版)にて調べて配合設計を行う。前述の通り、トウモロコシと玄米の栄養価は同等と考えられるので、表 6-7 に示した飼料組成は、飼料中に配合するトウモロコシの全量を玄米で置き換え、マイロや大豆粕の配合割合を調整することで、両区の成分に差が生じないように設計している。

計算上の成分値は両区でほぼ同一となっている。本飼料を実際に分析した結果を表 6-8 に示した。

表 6-7 玄米を 70% 配合した肥育後期用飼料(例)

	対照区	玄米区
玄米		70.0
トウモロコシ	70.0	
マイロ	9.7	10.6
大豆粕	16.0	15.1
ふすま	2.0	2.0
炭酸カルシウム	0.5	0.5
第三リン酸カルシウム	1.3	1.3
食塩	0.35	0.35
塩化コリン	0.02	0.02
ビタミン・ミネラル類	0.10	0.10
成分値(%) * 計算値		
粗タンパク質	13.1	13.1
粗脂肪	3.1	2.1
粗繊維	2.3	2.0
粗灰分	4.3	4.3
リジン	0.7	0.7
可消化エネルギー(Mcal/kg)	3.40	3.44

(岐阜県畜産研究所)

表 6-8 飼料の成分分析値

	対照区	玄米区
粗タンパク質(%)	14.3	12.2
粗脂肪(%)	2.9	1.9
粗繊維(%)	2.7	2.1
粗灰分(%)	3.6	4.1
可溶無窒素物(%)	63.7	66.9
リジン(%)	0.6	0.6

計算による成分値と、分析により得られた値を比較すると、粗タンパク質の含量が想定よりも約 1% ずれている。トウモロコシも産地(輸入先)により成分の変動があることが分かっているが、飼料用米も栽培時の施肥や品種により、タンパク質やアミノ酸の成分値が変動することが明らかになっていることから、その影響を受けたことが考えられる。表 6-9 に異なる生産現場で収穫した玄米の化学成分値を示した。

表 6-9 玄米の成分値の変動幅

	平均値	最小値	最大値
総エネルギー (Mcal/kg)	4.37	4.20	4.57
粗タンパク質 (%)	7.9	6.9	12.2
粗脂肪 (%)	2.4	1.9	3.0
粗灰分 (%)	1.4	1.2	1.9
リジン (%)	0.27	0.23	0.37
総リン (%)	0.29	0.25	0.36
カルシウム (%)	0.011	0.008	0.022

分析点数 26

日本養豚学会報, 50, 164-172, 2013

粗タンパク質(乾物当たりの%)は、最大で 12.2%、最小で 6.9%であり、約 5%の差があった。玄米を 15%配合した場合、飼料の乾物あたり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。

これまでの試験研究結果から、肥育後期豚に玄米を 50-70%配合した試験飼料を給与しても、飼養成績に差は生じないことが確認されている。したがって、この程度の粗タンパク質含量の差は、肥育後期の豚では大きな問題にならないと思われる。

一方、離乳期、肥育前期のようなタンパク質要求量の高い時期に玄米をトウモロコシの代替として使う場合には、要求量を満たしているかどうかを確認することが望ましい。近赤外分析機を用いて玄米の一般成分分析を実施している都道府県の飼料分析センターもあることから、これを利用することも1つの方法であり、市販の食味分析計(食味計、例 サタケ RCTA10A)でもおおよそのタンパク質含量を調べることができる。

④まとめ

玄米はトウモロコシと同じ栄養価を持ち、炭水化物源としてトウモロコシと同じように豚に給与することができる。給与する場合には、玄米は 2mm メッシュを通るように粉砕して使用する。

現在の所、日本標準飼料成分表(2009年版)に記載されている玄米の成分値に基づき、日本飼養標準(2013年版)に則って配合設計する。可能であれば、配合した飼料の化学成分を依頼分析して求めるか、もしくは食味計等を活用して使用する玄米のタンパク質含量が、日本標準飼料成分表(2009年版)と大きくずれていないかどうかを確認することが望ましい。

(2) 肥育豚・離乳子豚・繁殖用豚への飼料用米の給与

- ▶ 肥育後期の豚に玄米を給与する場合、他の飼料原料と組み合わせることを想定すると、飼料中に 0-40% が一般的に使用しやすい配合割合と考えられる。尚、玄米を 40% 以上配合した飼養試験（玄米を給与した豚は 205 頭）により、飼養・枝肉成績、肉質は低下しないことを確認済み。
- ▶ 肥育後期の豚への最大給与量は 75% であり、トウモロコシを完全代替することができる。
- ▶ 肥育前期豚に玄米を給与する場合には、飼料中に 50% までであれば飼養成績に影響はみられない。
- ▶ 粳米は肥育前期・後期とも飼料中に 30% までであれば、飼養、枝肉成績、肉質を低下させずに給与できる。
- ▶ 玄米の給与により、背脂肪内層中のオレイン酸、リノール酸の割合が変化する等、トウモロコシ主体の慣行飼料で生産された豚肉と差別化が図れる可能性が示唆される。
- ▶ 離乳子豚への玄米の給与により、消化不良による下痢が抑制され、飼養成績が改善する。
- ▶ 例数が少ないものの、繁殖雌豚、種雄豚、授乳豚への玄米の給与により、慣行飼料と比較して遜色のない成績が得られている。

(注) これらの結果は、2mm 以下に粉砕した玄米または粳米を給与して得られたものである。

① 肥育後期豚への給与

ア LWD 三元交雑種への玄米の多給が飼養成績と肉質に及ぼす影響

トウモロコシ主体飼料(対照区)、トウモロコシの代替として玄米を 70% 配合した飼料(玄米区)を設定した。試験飼料組成を表 6-11(表 6-7 と同様)に示した(飼料の分析値は表 6-8 を参照)。ロース肉中の脂肪含量を増加させたデュロック種(ポーノブラウン)を止め雄に用いた LWD 三元交雑種、肥育後期(体重 65~120kg)の豚に本試験飼料を給与する農家実証試験を行った。各試験区とも、去勢雄 4 頭、雌 4 頭、計 8 頭を用いた。

表 6-11 玄米を 70% 配合した飼料組成

	対照区	玄米区
玄米		70.0
トウモロコシ	70.0	
マイロ	9.7	10.6
大豆粕	16.0	15.1
ふすま	2.0	2.0
炭酸カルシウム	0.5	0.5
第三リン酸カルシウム	1.3	1.3
食塩	0.35	0.35
塩化コリン	0.02	0.02
ビタミン・ミネラル類	0.10	0.10
成分値(%) * 計算値		
粗タンパク質	13.1	13.1
粗脂肪	3.1	2.1
粗繊維	2.3	2.0
粗灰分	4.3	4.3
リジン	0.7	0.7
可消化エネルギー(Mcal/kg)	3.40	3.44

(岐阜県畜産研究所)

飼養成績は対照区と玄米区の違いはなく、ロースの肉色、背脂肪内層の脂肪色その他(表 6-12)、脂肪融点やせん断力価、筋肉内脂肪含量にも差は見られなかった。背脂肪内層中の脂肪酸組成では、リノール酸が玄米区で低下したものの明確な差はみられなかった。したがって、玄米を70%飼料中に配合しても、トウモロコシ主体の配合飼料と遜色のない飼養成績や肉質を得ることができると考えられた。

表 6-12 LWD 三元交雑種に玄米を70%含む飼料給与による飼養成績、肉質、背脂肪内層の脂肪酸組成への影響

	対照区	玄米区
増体量(kg/日)	1.09	1.05
飼料要求率	3.95	3.93
出荷日令(日)	153.0	153.0
枝肉重量(kg)	77.2	77.9
枝肉歩留り(%)	64.7	65.8
背脂肪厚(cm)	1.9	2.0
筋肉内脂肪含量(%)	3.5	4.1
せん断力価(lb/cm ²)	6.3	7.4
ロース肉色		
L*(明度)	48.9	49.6
a*(赤色度)	8.9	8.8
b*(黄色度)	1.8	2.1
背脂肪内層の脂肪色		
L*(明度)	74.2	74.9
a*(赤色度)	3.7	3.6
b*(黄色度)	4.3	4.1
背脂肪内層脂肪酸組成		
オレイン酸(%)	42.9	43.7
リノール酸(%)	8.5	7.1

対照区:トウモロコシ主体飼料

玄米区:飼料用玄米70%配合飼料

各区8頭(去勢雄4頭、雌4頭) (岐阜県畜産研究所)

イ バークシャー種への玄米の多給が飼養成績と肉質に及ぼす影響

岩手県内のバークシャー種飼養農家が普段肥育後期豚用として使用している慣行飼料(以下、「対照区」と、トウモロコシ、マイロ、大麦及びキャッサバミールの穀類全量を玄米に代替した配合飼料(以下、「試験区」)を設定し、農家での実証試験をおこなった。

試験飼料の組成及び成分を表 6-13、表 6-14 に示した。一般成分分析では、試験区の可溶無窒素物(NFE)が高くなり、それに付随して可消化エネルギーも高くなった。本試験飼料を体重 70kg のバークシャー種、各区 10 頭に給与し、体重 115kg を超えた時点で出荷し、肉質等の分析を行った。

表 6-13 玄米を 75% 配合した飼料組成

	対照区	試験区
玄米	—	75.0
トウモロコシ	30.0	—
マイロ	25.0	—
大麦	10.0	—
キャッサバミール	10.0	—
大豆粕	9.8	9.8
菜種粕	6.6	6.6
フスマ	2.9	2.9
脱脂米ぬか	3.0	3.0
ビタミンミネラル	2.7	2.7
成分(計算値)		
粗タンパク質(%)	13.8	13.4
可消化エネルギー(Mcal/kg)	3.35	3.40

表 6-14 飼料の成分分析値

	対照区	試験区	玄米
一般成分			
水分	15.0	12.8	14.2
粗タンパク質*	13.5	14.3	6.0
粗脂肪*	2.6	1.9	2.4
粗繊維*	2.6	2.0	1.3
粗灰分*	5.3	4.4	1.3
可溶無窒素物*	60.7	64.6	74.8
脂肪酸組成			
オレイン酸	28.1	38.3	39.3
リノール酸	48.8	34.0	32.4

※一般成分は原物中の数値

試験区の日増体量、飼料要求率とも対照区と同等であり、飼料中のトウモロコシやマイロ等を玄米に置き換え、75%までその比率を高めても豚の嗜好性は良く、遜色ない成績を示した(表 6-15)。

表 6-15 玄米を 75% 含む飼料の給与がパークシャー種の飼養成績、肉質、背脂肪内層の脂肪酸組成に及ぼす影響

	対照区	試験区
増体量(g/日)	642.3	671.4
飼料要求率	4.76	4.43
出荷日令(日)	209.2	211.1
枝肉重量(kg)	77.0	79.4
枝肉歩留り(%)	66.2	67.3
背脂肪厚(cm)	3.3	3.8
筋肉内脂肪含量(%)	5.7 ^a	8.2 ^b
せん断力価(N/cm ²)	23.4	23.0
ロース肉色		
L*(明度)	56.3	55.0
a*(赤色度)	7.9 ^a	9.4 ^b
b*(黄色度)	6.8	7.7
背脂肪内層の脂肪色		
L*(明度)	79.6	81.0
a*(赤色度)	2.3	2.5
b*(黄色度)	4.8	4.8
背脂肪内層脂肪酸組成		
オレイン酸(%)	42.5 ^a	44.3 ^b
リノール酸(%)	7.2 ^A	5.7 ^B

(岩手県農業研究センター畜産研究所)

異符号間に有意差あり

表 6-15 に示したとおり、試験区の a*値が肉色で高くなった。ロース肉のせん断力価は両区で同等であった。一方で、ロース肉中の脂肪含量は試験区で増加、また、背脂肪内層の脂肪酸割合では、オレイン酸が増加し、リノール酸が低下した。したがって、パークシャー種に玄米を多給しても飼養成績は慣行飼料給与と同等であり、筋肉内脂肪含量や背脂肪内層中のオレイン酸割合が高まるなど、特徴のある豚肉が生産できる可能性が示唆された。

ウ 一般的な給与水準と配合上限値

これまで述べてきたように、肥育後期豚用飼料として、トウモロコシを玄米で完全に置き換えても、飼養成績や肉質はトウモロコシ主体配合飼料と遜色がないか、もしくは玄米の特徴を反映した豚肉が生産できると考えられる(表 6-15)。しかし現段階で、トウモロコシを玄米で完全に置き換えた実証ならびに試験研究の報告例は十分でなく、供試頭数の観点から、一般に推奨、普及できる段階にない。そのため、これまでの農林水産省のプロジェクト研究で行われてきた課題から、肥育後期に玄米を 40%以上配合した成績を取りまとめ、単純にトウモロコシを玄米で置き換えるだけでなく、地域飼料資源やエコフィード等を組み合わせることを想定し、問題なく給与できる水準を求めた。4 戸の養豚農家ならびに 5 研究機関において玄米を給与した 205 頭の成績から、LWD 三元交雑種、パークシャー種、デュロック種の肥育後期の豚に玄米を給与する場合、飼料中に 0-40%が一般的に使用しやすい配合割合と考えられる。尚、玄米を 40%以上配合しても飼養・枝肉・肉質成績は低下しない(表 6-16)。

(2)のAで説明したように、玄米の化学成分値と日本飼養標準の養分要求量を満たすように配合設計すれば、飼料中に 75%配合しても、飼養・枝肉・肉質成績に問題はないことも確認している(表 6-17)。

表 6-16 一般的に利用可能と考えられる玄米の配合水準

対象	ステージ	原料	配合割合 ¹⁾	トウモロコシの代替率 ²⁾
LWD三元交雑種 パークシャー種 デュロック種	肥育後期	玄米 破碎 (2mm以下)	全飼料中 原物当たり 0~40%	0~57%

¹⁾ 上限値設定の考え方:エコフィード等の他のタンパク質源とともに国産の飼料用米を利用する場合を想定し、問題なく給与できる水準。飼料用米を40%以上配合した飼料を用いて、4戸の現地農家および5研究機関で飼養試験(飼料用米を給与した豚は205頭)を行い、飼養・枝肉・肉質成績が低下しないことを確認。飼料は日本飼養標準・豚(2013)に掲載されている栄養要求量を満たすように配合。飼料原料には成分の変動があることから、原料成分の実測値を使って配合設計することが望ましい。

²⁾ 配合飼料中のトウモロコシの割合を70%とした場合の値。

表 6-17 研究所の飼養試験から得られた玄米の配合上限値

対象	ステージ	原料	配合割合上限値 ¹⁾	トウモロコシの代替率 ²⁾
LWD三元交雑種 パークシャー種	肥育後期	玄米 破碎 (2mm以下)	全飼料中 原物当たり 70~75%	100%

¹⁾ 上限値設定の考え方: 国産の飼料用米を用いた飼養試験により、飼養・枝肉・肉質成績を低下させないことを確認。試験は2箇所以上、飼料用米を給与した豚20頭以上の規模で行った。飼料は日本飼養標準・豚(2013)に掲載されている栄養要求量を満たすように配合。飼料用米を多給する場合には原料成分の実測値を使って配合設計する。

²⁾ 配合飼料中のトウモロコシの割合を70%とした場合の値。

エ 飼料用米給与と豚肉の品質の関係

飼料用米(玄米と粳米)を肥育後期豚に給与することで、肉色と脂肪色、ロース肉中および背脂肪内層中の脂肪酸組成が変化し、トウモロコシ主体の慣行飼料と比較して、飼料用米の特徴を持った豚肉が生産できるという報告がみられる。(1)で述べたように、玄米はトウモロコシに比べ脂肪酸組成中のオレイン酸が高くリノール酸が低い特徴をもつことから、これが豚肉に反映することで、差別化可能な豚肉の生産に繋がることが期待される。農林水産省のプロジェクト研究において、玄米の給与が豚肉に与える影響を表 6-18 に取りまとめた。

表 6-18 玄米の給与が肉質に与える影響

項目	玄米75%給与	玄米70%給与	玄米47%給与	玄米52.5%+干しイモ残さ22.5%給与	玄米40%+大麦15%+製茶加工残さ1%給与
品種・体重	パークシャー種 (70~118kg)	LWD三元交雑種 (65~117kg)	デュロック種 (70~117kg)	LWD三元交雑種 (66~120kg)	LWD三元交雑種 (70~115kg)
給与日数	出荷まで 70日	出荷まで 49日	出荷まで 47日	出荷まで 68日	出荷まで 54日
背脂肪色	明確な差はみられないが、見た目の白さが増すことがある				
肉の柔らかさ ¹⁾	特段の影響は見られない				
背脂肪内層中の脂肪酸組成					
オレイン酸(%)	(対照) (玄米)	(対照) (玄米)	(対照) (玄米)	(対照) (玄米)	(対照) (玄米)
リノール酸(%) ²⁾	42.5 vs 44.3	42.3 vs 42.3	39.3 vs 42.3	44.1 vs 46.8	42.5 vs 44.1
(アンダーラインは有意差を示す)	7.2 vs <u>5.7</u>	7.7 vs 7.0	9.5 vs 8.9	11.2 vs <u>6.6</u>	11.0 vs <u>8.7</u>
官能評価	「香り好ましさ、食感、香ばしさ、脂肪の溶けやすさ」で高評価(消費者型 ³⁾)	米国産ロース肉に比べて「香り」で高評価(消費者型)	差はみられない(分析型 ⁴⁾)	(未実施)	「香り」で高評価(消費者型)

¹⁾ セン断力価計を用いて測定標。

²⁾ 飼料中の脂肪酸組成について、オレイン酸は対照区24~30%程度、米給与区26~38%程度。

リノール酸は対照区48~65%程度、米給与区34~55%程度。

³⁾ 一般消費者が、対象となる試料の好み(嗜好)を評価する方法。消費者型官能評価。

⁴⁾ 一定の訓練を受けた者が、試料の品質の差や特性の強弱を評価する方法。分析型官能評価。

これまでの試験研究からは、玄米を給与すれば確実に肉色・脂肪色や脂肪酸組成が変化するという結果には至っていない。これは比較のために用いる対照区の飼料組成や成分、豚の品種や個体差等の影響が考えられる。また、佐々木らの報告によれば、トウモロコシを玄米に置き換えただけでは、分析型官能評価では違いが識別できないという結果も得られている。

今後、玄米の給与水準、給与日数および玄米と組み合わせる他の飼料原料との関係を明らかにすることで、玄米の特徴を肉質に反映できる飼養技術の確立に結びつくと考えられる。

オ 粳米の利用

粳米は玄米に比べて消化性が劣るものの、保存性に優れ、粳摺りコストを削減できるといった利点がある。ここでは、肥育前期・後期における粳米の給与が発育や肉質に及ぼす影響を検討した実証試験の成績を紹介する。

LWD 三元交雑種、各試験区に去勢雄 4 頭、雌 4、計 8 頭を用い、肥育前期(体重 30kg)から前期用試験飼料を給与して体重が 70kg に到達した後、後期用試験飼料に切り替えて、110kg を超えた時点で出荷した。

試験飼料の組成を表 6-19 に示した。肥育用の市販配合飼料に準じてトウモロコシの配合割合は、肥育前期用で 70%、後期用で 79%とした。一方、これらのトウモロコシの一部を粳米で代替することにより、粳米 30%配合飼料を調製した。なお、他の飼料原料によるエネルギーの補正はしていないため、粳米 30%配合飼料はトウモロコシ主体飼料に比べて可消化エネルギーが低い飼料となっている。

表 6-19 飼料用粳米を 30%配合した飼料組成

	前期		後期	
	対照区	粳米区	対照区	粳米区
トウモロコシ	70.0	40.0	79.0	49.0
粳米		30.0		30.0
大豆粕	25.0	25.0	19.0	19.0
魚粉	3.0	3.0		
第3リン酸カルシウム	0.81	0.81	0.81	0.81
炭酸カルシウム	0.81	0.81	0.81	0.81
食塩	0.31	0.31	0.31	0.31
ビタミン・ミネラル類	0.07	0.07	0.07	0.07
成分(計算値)				
粗タンパク質	18.6	18.3	14.6	14.2
粗脂肪	3.4	2.9	3.4	2.9
リジン	1.05	1.05	0.75	0.75
可消化エネルギー(Mcal/kg)	3.37	3.15	3.41	3.19

(福島県農業総合センター)

日本養豚学会誌、51, 191-197, 2014

飼養成績及び肉質成績等を表 6-20 に示した。粳米 30%配合飼料を給与した豚の日増体量は、トウモロコシ主体飼料を給与したものと同等で、肥育日数にも差はなかった。また、粳米 30%配合飼料を給与しても飼料摂取量が低下することはなく、嗜好性に問題はなかった。飼料要求率は粳米 30%配合飼料の給与で高くなる傾向があった。これは、粳米の配合により粗繊維含量が高く可消化エネルギーが低い飼料となったためと考えられる。

ロース肉の肉色及び背脂肪内層の脂肪色、せん断力価及び筋肉内脂肪含量、いずれについても粳米 30%配合飼料の給与の影響はなく、肉質の低下はみられなかった。ロース肉及び背脂肪内層の脂肪酸組成にも粳米 30%配合飼料の給与の影響はみられなかった。

表 6-20 粳米を 30%含む飼料の給与が LWD 三元交雑種の飼養成績、肉質、背脂肪内層の脂肪酸組成に及ぼす影響

	対照区	試験区
増体量(kg/日)	0.90	0.87
飼料要求率	3.05	3.21
肥育日数(日)	95.4	93.6
枝肉重量(kg)	73.3	70.3
枝肉歩留り(%)	63.0	62.1
背脂肪厚(cm)	3.9	3.6
筋肉内脂肪含量(%)	2.7	2.5
せん断力価(kg/cm ²)	3.9	4.0
ロース肉色		
L*(明度)	46.2	46.6
a*(赤色度)	3.3	2.8
b*(黄色度)	6.6	6.0
背脂肪内層の脂肪色		
L*(明度)	75.8	75.7
a*(赤色度)	1.7	1.9
b*(黄色度)	7.2	7.7
背脂肪内層脂肪酸組成		
オレイン酸(%)	41.5	40.6
リノール酸(%)	8.0	7.8

(福島県農業総合センター)

日本養豚学会誌, 51, 191-197, 2014

以上の結果から、粳米をトウモロコシの代替原料として飼料中に 30%配合し、肥育前・後期に給与しても飼養成績及び枝肉成績は低下せず、また、慣行のトウモロコシ主体飼料で生産した豚肉と同等の豚肉を生産できると考えられる。

②肥育前期豚への給与

肥育前期の豚に飼料用米を給与した研究例は少ないため、現時点で确实と考えられる例を紹介する。今後、研究の進展により、給与可能な量が増える可能性がある。

ア 玄米を 50%配合した際の飼養成績

肥育前期に玄米をどれだけ配合可能かを調べるために、試験場内で肥育試験を実施した。表 6-21 に試験飼料の組成を示した。この飼料を LWD 三元交雑種(体重 36kg)、各試験区に去勢雄 3 頭、雌 3 頭、計 6 頭を用いた給与試験を実施した。本試験飼料を給与し、体重 70kg に到達した時の飼養成績を表 6-22 に示した。

表 6-21 肥育前期用飼料組成 (%)

	対照区	試験区
トウモロコシ	70.0	17.5
玄米	-	52.5
大豆粕	25.0	25.0
アルファルファミール	2.6	2.6
ビタミン・ミネラル類	2.4	2.4
成分(計算値)		
粗タンパク質	17.7	17.6
可消化エネルギー(Mcal/kg)	3.32	3.36

(畜産草地研究所)

日本養豚学会誌, 52, 17-28, 2015

表 6-22 肥育前期用飼料組成 (%)

	対照区	試験区
日増体量(g/日)	851	907
飼料摂取量(g/日)	2156 ^a	2407 ^b
飼料効率	0.40	0.38

(畜産草地研究所)

日本養豚学会誌, 52, 17-28, 2015

飼養試験の結果から、肥育前期に玄米を給与してもトウモロコシ主体の飼料給与と比較して遜色のない数値が得られている。対照飼料の粒度分布を調べたところ、1mm 以下が 90%を超えているのに対し、試験区では 80%弱と差がみられた。試験区で飼料摂取量が増加したのは、飼料の粉碎粒度分布の差を反映していることが考えられる。

上記試験結果から、肥育前期にも玄米の給与は可能であり、現時点では飼料中に 50%までであれば飼養成績に影響を及ぼさない。肥育前期豚への玄米の給与上限値については、粉碎粒度を含めて検討が必要である。

③ 離乳子豚への給与

離乳子豚は消化管が未発達であるのに加え、離乳による母豚からの分離、粉末飼料への切り替え、群換え等、様々なストレス環境下にある。そのため飼料摂取量の低下や消化不良による下痢を起こしやすく、しばしば発育停滞が起きる。このように飼育の難しい時期の子豚に玄米を給与した時の結果を紹介する。

ア 玄米給与時の飼養試験成績

表 6-23 に飼養試験に用いた飼料組成を示した。配合飼料中に含まれるトウモロコシを玄米で全量代替(飼料中 50%)した飼料を、各区 8 頭、3-4 週離乳の LWD 三元交雑種の子豚(開始体重は対照区 7.1kg、玄米区 7.2kg)に 2 週間給与した。その際の飼養成績を図 6-1 および 6-2 に示した。

表 6-23 離乳子豚用試験飼料

	対照区(%)	玄米区(%)
トウモロコシ	50.0	
玄米		50.0
大豆粕	15.0	15.0
脱脂粉乳	22.0	22.0
大豆油	6.0	6.0
第二リン酸カルシウム	1.50	1.50
炭酸カルシウム	0.60	0.60
砂糖	2.94	2.95
食塩	0.50	0.50
リジン塩酸塩	0.20	0.20
DL-メチオニン	0.16	0.16
トレオニン	0.10	0.10
トリプトファン	0.02	0.01
ビタミン・ミネラル類	0.65	0.65
抗生物質等	0.33	0.33

計算値:粗タンパク質, 19%;L-リジン, 1.9%

(新潟大学)

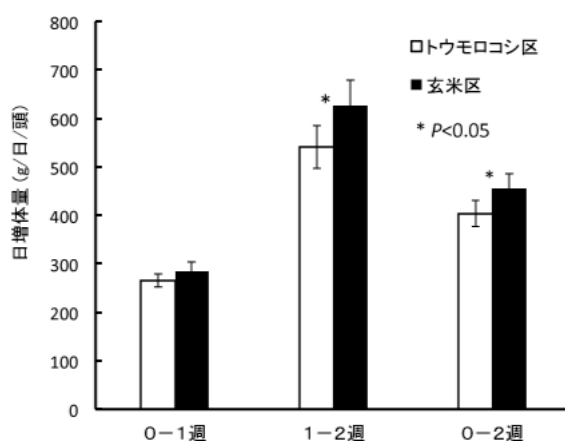


図 6-1 日増体量 (g/日/頭)

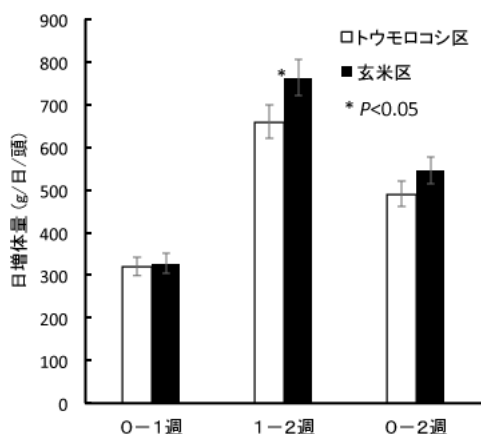


図 6-2 飼料摂取量 (g/日/頭) (新潟大学)

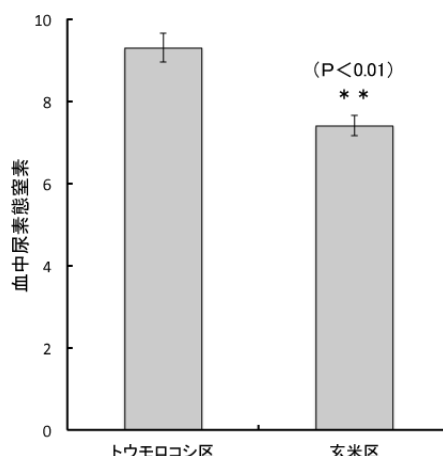


図 6-3 血中尿素態窒素の濃度 (新潟大学)

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 週目では玄米区がトウモロコシ区よりも明らかに高くなった。飼料摂取量も同様な結果で玄米区が優れていた。小規模試験の成績であるが、離乳子豚への玄米の給与は飼養成績の改善が期待できる。

イ 玄米給与による窒素蓄積量の増加

上述の試験における血液中の尿素態窒素の濃度は、玄米給与によりトウモロコシ区よりも明らかに低下した(図 6-3)。このことは、玄米給与によりタンパク質の蓄積が向上したことを示す。また、乾物消化率はトウモロコシ区で 89%なのに対し、玄米区で 92%と高くなることから、消化管が未熟な離乳子豚にとって、玄米はトウモロコシよりも利用しやすい飼料原料と考えられる。

ウ 玄米給与による下痢発生の抑制

飼料中に玄米を約 50% 配合した試験飼料(表 6-24)を、25 日齢離乳のランドレース種に 3 週間給与した時の糞便スコアを表 6-25 に示した。この時の飼養成績はアに示した成績と同様であった。玄米はトウモロコシと比べて糞便のスコア値が低いことから、玄米の給与により下痢の発生が抑えられたと考えられる。

表 6-24 離乳子豚用試験飼料

	トウモロコシ	蒸煮米	玄米
トウモロコシ	49.6		
蒸煮米		49.6	
玄米			49.6
脱脂粉乳	19.9	19.9	19.9
エクストルーダ処理大豆粕	19.6	19.6	19.6
砂糖	3.0	3.0	3.0
植物性油脂	3.7	3.7	3.7
ビートパルプ	2.0	2.0	2.0
第二リン酸カルシウム	1.5	1.5	1.5
炭酸カルシウム	0.5	0.5	0.5
ビタミンミックス	0.2	0.2	0.2

*リジン、トレオニン、トリプトファン、メチオニン含量は同水準に調整
(新潟県畜産研究センター)

表 6-25 玄米、蒸煮処理した玄米、トウモロコシを給与した 21 日間の糞便の性状別発生割合

	トウモロコシ	蒸煮米	玄米
スコア3以上	8.3 ^b	6.4 ^{ab}	3.6 ^a
スコア4	1.4	0.2	0.0

各区n=20

単位: %, a,b: P<0.05

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 (新潟県畜産研究センター)

④繁殖豚への玄米給与の検討

これまで、豚への玄米の給与は肥育豚を対象としたものがほとんどであり、繁殖豚への給与例の報告は非常に少ない。また繁殖豚においては、雌雄の違いや、様々な繁殖ステージなど、給与対象場面が複数に存在し、それらすべての場面に対する玄米給与の知見は十分とは言えない。ここでは、繁殖雌豚、種雄豚および授乳豚に対する玄米の給与が、夏季の暑熱条件下の飼養および繁殖成績に及ぼす影響を検討した結果を紹介する。

ア 繁殖雌豚の飼養成績に及ぼす影響

繁殖豚用の飼料(非授乳期飼料)中のトウモロコシの代替として、2mm のメッシュを通るように粉砕した玄米を飼料全体の0、30、45、および74%配合(それぞれトウモロコシの0、40、60、および100%代替)した飼料(表6-26)を、繁殖雌豚(ランドレースおよびデュロック種:非妊娠豚)5頭に8週間にわたって、1日あたり2kgの定量給与を行った。

表 6-26 試験に用いた繁殖雌豚用飼料と成分値

配合割合	対照区	玄米30%	玄米45%	玄米74%
トウモロコシ	74.4	44.6	29.8	0.0
玄米	0.0	29.8	44.6	74.4
成分値				
可消化エネルギー(Mcal/kg)	3.18	3.20	3.21	3.23
粗タンパク質(%)	12.5	12.4	12.4	12.4
リジン(%)	0.54	0.57	0.58	0.60

(熊本県農業研究センター)

なお、試験は7月下旬から9月中旬までの暑熱期に実施した。その結果、飼料摂取量には差はみられなかったが、繁殖豚の体重の変化は、0%区と比較して有意差はないものの、45%区で高くなり、74%区では低くなる傾向を示した(表6-27)。試験飼料は成分を合わせており、玄米を45%配合した区で増体量が高かった理由は明らかではない。

表 6-27 玄米の配合が繁殖雌豚の飼養成績および種雄豚の精液性状に及ぼす影響

	玄米0% 配合区	30% 配合区	45% 配合区	74% 配合区
繁殖雌豚				
飼料摂取量 kg/(日*頭)	1.99	1.99	1.99	1.98
体重変化 kg	13.7 ^{ab}	12.0 ^{ab}	23.6 ^a	6.5 ^b
種雄豚				
飼料摂取量 kg/(日*頭)	1.99	1.97	1.97	1.96
精液性状				
総射精量 ml/(頭*回)	186.4	224.6	200.0	187.2
精子活力 +++%	65.7	84.1	78.5	71.9
精子濃度 億/ml	4.6	7.4	6.5	7.0
精子奇形率 %	13.7	11.4	11.3	14.0

注1)繁殖雌豚の成績は、1区5頭の一元配置による成績。

注2)種雄豚の成績は、4期(14日)*4処理*8頭(2反復)のラテン方格配置による第2週目

注3)精子の活力、濃度および奇形率は濃厚部精液における成績。

(熊本県農業研究センター畜産研究所)

イ 種雄豚の精液性状に及ぼす影響

約 10 か月 齢の種雄豚(ランドレースおよびデュロック種)8 頭を用い、アと同じ 4 種類の飼料を 2 週間 ずつ、1 日あたり 2kg ずつ定量給与するラテン方格法による給与試験を行った。各期給与を開始してか ら 5 日目と最終日に精液性状を評価した。その結果、飼料摂取量および精液性状に玄米給与の影響 は認められず、飼料中のトウモロコシを玄米で全量代替しても遜色ない結果が得られている(表 6-27)。

ウ 授乳豚への給与が子豚の生存率および増体に及ぼす影響

授乳期用飼料のトウモロコシの代替として、玄米を 0 または 33.5% 配合(トウモロコシの 50% 代替)した 飼料を、ランドレースおよびデュロック種の授乳豚に、分娩直後から離乳までの 3 週間給与した。給与 量は分娩後 1 週目 2kg/日、2 週目 4kg/日、3 週目 6kg/日とし、試験は 6 月下旬から 10 月上旬までの 暑熱期に実施した。

表 6-28 授乳豚への玄米の給与が子豚の生存率および増体に及ぼす影響

	トウモロコシ区	玄米区	単位
一日飼料摂取量	3.4	3.7	kg
一腹子豚頭数(分娩時)	8.6	7.5	頭
一腹子豚頭数(離乳時)	7.0	6.5	頭
子豚生存率	80.2	86.0	%
一腹子豚体重(分娩時)	11.5	10.5	kg
一腹子豚体重(離乳時)	39.4	33.3	kg
一腹子豚体重増加量	27.9	22.8	kg
子豚一頭当たりの増体量	4.3	3.7	kg

全ての項目において、統計的な有意差はみられない

結果を表 6-28 に示した。本試験では授乳豚の飼料摂取量、子豚の生存率および発育に有意な差は 認められなかったため、授乳豚用飼料中のトウモロコシの約半量を玄米で置き換えられる可能性が示 唆された。今後、さらに例数を重ねいくことで、より明確な結論が得られると期待できる。

エ 肥育前期・後期、離乳子豚、繁殖豚のまとめ

飼料用米を 40% 以上配合した飼養試験(飼料用米をを給与した豚は 205 頭)により、飼養、枝肉成績、 肉質は低下しないことを確認したことから、肥育後期の豚に玄米を給与する場合、他の飼料原料と組み 合わせることを想定すると、飼料中に 0-40% が一般的に使用しやすい配合割合と考えられる。尚、肥 育後期の豚への最大給与量は 75% であり、トウモロコシを完全代替することができる。肥育前期豚への 玄米の給与は、飼料中に 50% の配合であれば飼養成績に影響はみられない。最大給与量は今後の 検討が必要である。

粗米は肥育前期・後期とも飼料中に 30% までであれば、飼養、枝肉成績、肉質を低下させずに給与 できる。

玄米の給与により、背脂肪内層中のオレイン酸、リノール酸の割合が変化する等、トウモロコシ主体の慣行飼料で生産された豚肉と差別化を図れることが示唆される。

離乳子豚への玄米の給与により、消化不良による下痢が抑制され、飼養成績が改善する。

例数が少ないものの、繁殖雌豚、種雄豚、授乳豚への玄米の給与は、慣行飼料と比較して遜色のない成績が得られる。

7 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等である。
- ▶ 鶏は粳米も有効に利用できるが、玄米に比べて粳米では各栄養素の含量が劣るとともに粗タンパク質、粗脂肪や可溶無窒素物の消化率も劣る。

(2) 採卵鶏への飼料用米給与

- ▶ 栄養素の調整を行えば、飼料中のトウモロコシを玄米および粳米で全量代替することは可能である。
- ▶ 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。
- ▶ 配合飼料の一部を粳米に換え、アミノ酸等微量成分を調整することで産卵性を落とさずに卵のサイズを小さくできる。

(3) 肉用鶏への飼料用米給与

- ▶ 栄養素の調整を行えば、飼料中のトウモロコシを玄米および粳米で全量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。
- ▶ 玄米および粳米による飼料中トウモロコシの完全代替飼料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(表7-1)。一方、粳米の栄養価は玄米と比較して低いが、全粒(未粉碎)のまま給与した場合、他の家畜で見られるような粳米がそのまま(中の米が不消化のまま)排泄される割合は低い。しかしながら、不稔粳の割合が高い粳米の使用は、栄養素の不足を招くので留意が必要である。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7-1 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)

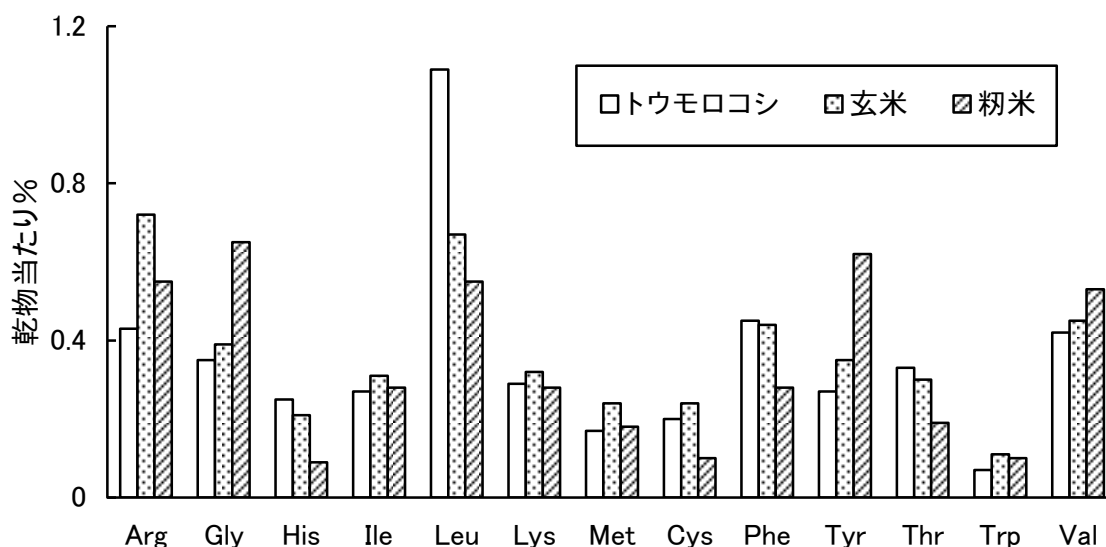


図7-1 トウモロコシ、玄米および粳米のアミノ酸含量(日本標準飼料成分表, 2009)

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みられるが、ほぼトウモロコシと同様の組成である(図7-1)。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(図7-2)。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は無いが、念のため日本標準飼料成分表の値を用いて計算するなどして要求量を充足しているかどうか確認し、必要であれば栄養素の不足を調整しておくことが望ましい。

☞**※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。

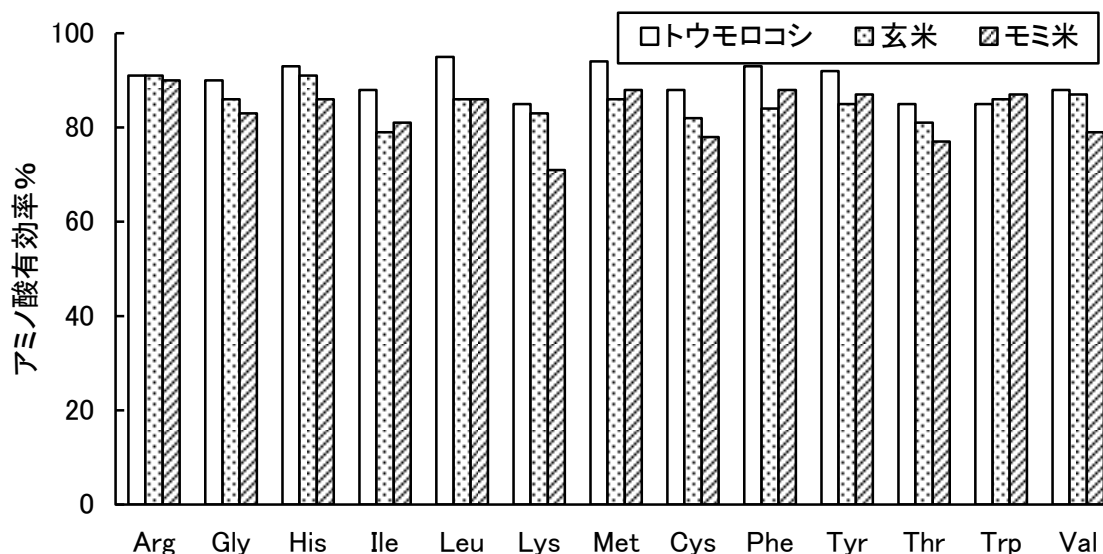


図7-2 トウモロコシ、玄米および粳米のアミノ酸有効率(日本標準飼料成分表, 2009)

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碎を行い消化酵素による反応が十分に進む。そのため、未粉碎の粳米を給与しても他の家畜で見られるような粳がそのまま排泄される割合は低いので、玄米でも粳米でも、鶏に全粒あるいは粉碎のいずれの形で給与しても、同等の栄養価を得られる。土黒と武政(1981)は全粒あるいは粉碎した粳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、鶏において全粒穀類の嗜好性は優れているという報告(土黒と武政、1981)と全粒と粉碎した玄米の嗜好性は同等という報告(山長と古瀬、2012)があるが、孵化後2日間米を給与された経験(刷り込み)がその後の米採食量を高めることを示した報告(Yamanaga & Furuse, 2014)から判断すると、飼料用米の嗜好性を高めるためにはむしろ米に対する早期馴化(早めの馴らし給与)の方が有効である。

(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粳米給与試験の結果によると、粉碎した粳米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。6～20週齢の育成期の鶏において、飼料中に30%配合されているマイロを粉碎した粳米で代替し、粳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(表7-2)。産卵鶏においても、飼料中のトウモロコシを粉碎した粳米により代替し、その結果生じるエネルギーやタンパク質あるいはアミノ酸の不足を油脂や大豆粕あるいは単体アミノ酸の配合割合を増やすなどの栄養素の調整を行えば、産卵成績に影響は認められない(表7-3)。しかしながら、卵黄色は粳米配合率の上昇とともに薄くなる。

表7-2 粳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(粳米 0%)	1.06	7.50	7.07
試験区(粳米 30%)	1.07	7.32	6.84

(相馬ら, 1983)

表7-3 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)

一方、丸粒の状態の粳米についても、飼料中に 30%配合されているマイロと代替しても、栄養成分の過不足を調整すれば、同等の産卵成績が得られる(相馬ら 1986)。また、トウモロコシの代わりにくず米を 66%用いた飼料でも、不足する粗タンパク質あるいはアミノ酸を調整すれば、飼料摂取量が若干増加して、産卵率が上昇し、卵殻強度に大きな差のない成績が得られる(表7-4)。これらのことから、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7-4 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

り粳米を粉砕し吸収利用できるもので、粳すりなどの手間を考慮した場合には粳米のまま利用する方が好ましい。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、粳米では、出穂以降の使用が認められた農薬以外の散布が行われていないことを確認してから給与する(11-(2)項参照)。鶏卵生産への影響は、表7-1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粗タンパク質や代謝エネルギーの高い油脂や大豆粕などの飼料原料とうまく組み合わせるなどして、成分の調整が必要になる。

表7-5 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)

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%配合しても不足する粗タンパク質あるいはアミノ酸を調整すれば、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る(脇ら, 2011)。さらに、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ても、産卵率、卵重には影響がない(表7-6)。しかし、現時点での普及を考えた場合、粉から粒への形状変化に伴う既存の給餌施設への適合に対する不安や飼料への油脂添加量の増加に伴う飼料のハンドリングに係る問題など、全量代替に対する生産者や飼料メーカーの懸念を払拭できず、半量代替が安全であろう。

表7-6 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、よく混合されていない場合、鶏個体により不均一な飼料を摂取することになり、成績の低下が懸念されるため、しっかりよく混ぜることが重要である。

③卵黄色や脂肪酸組成への影響

トウモロコシに比べて飼料用米は、リノール酸が少なく、オレイン酸が多いなど、いくつかの栄養成分において特徴的な違いを示すことから、我が国においては、今後飼料用米を生かした特徴ある鶏卵の生産が期待される。

飼料用米給与が鶏卵の品質に及ぼす影響については、図7-3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。

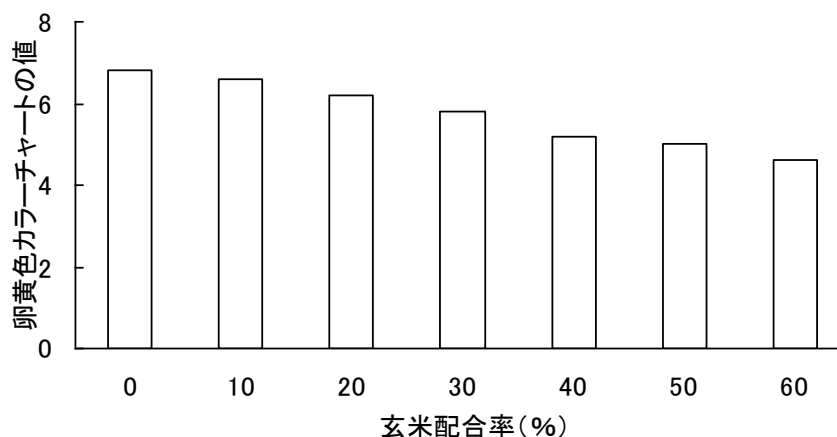


図7-3 飼料中への玄米配合率が卵黄色に及ぼす影響

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、n-6:n-3比が約12:1から8:1に低下し、第6次改訂日本人の栄養所要量(厚生労働省)において推奨されているn-6:n-3比の4:1程度に近づくことから、健康に配慮した鶏卵の生産が可能となる。さらに、食肉においてではあるがオ

レイン酸は風味に影響を及ぼすことも示されており、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。

④飼料用米を用いた卵重調整技術

飼料用米の簡便な利用方法として、配合飼料(成鶏用飼料)の一部を飼料用米で置き換えることもできる。飼料用米は配合飼料と比較して粗タンパク質含量やメチオニン含量が低いためそのまま置き換えるだけで産卵率や卵重の低下を引き起こす。一方、生産現場では2年鶏の卵重増加が問題になっており、この解決策として配合飼料と飼料用米をうまく利用した卵重調整技術が考案された。市販の成鶏用飼料の40%を飼料用米(粳米)に置き換えると飼料全体の粗タンパク質含量が低下するため、卵重によるサイズは小さくなるが産卵率も低下するので実用化は難しい。しかし、市販の成鶏用飼料を60%、飼料用米(粳米)を38%、残りの2%をアミノ酸やコーングルテンミールなどの原料で調整し粗タンパク質含量を14%、メチオニン含量を日本飼養標準の1.2倍量(0.42%)とすることで、産卵率を下げることなく卵重によるサイズを有意に小さくできる(図7-4、図7-5)。このように飼料用米を利用することで卵重を調整することが可能であり、この技術は2年鶏の卵重増加対策にも効果があるのみならず、卵重が64~70gであるLサイズの割合を約9ポイント少なくし、卵重が52~58gであるMSサイズの割合を約8ポイント増やすなどの1年鶏でのMS卵生産にも応用できる。

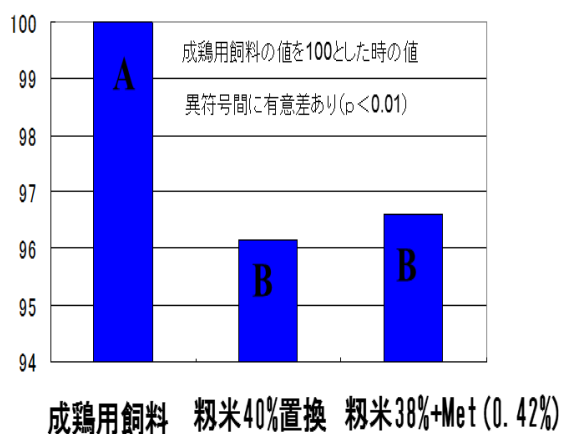


図7-4 卵重における指数(給与後4週間)
(船井ら、2014)

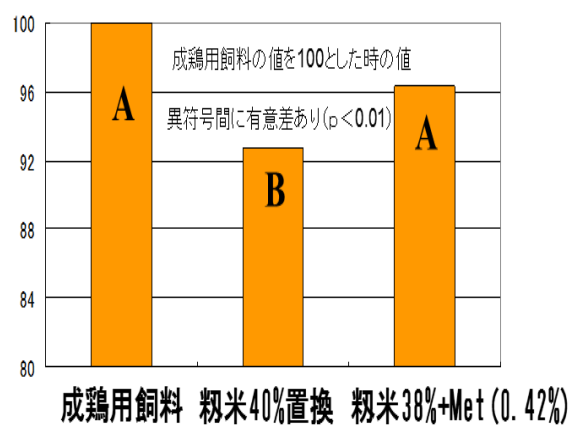


図7-5 産卵率における指数(給与後4週間)
(船井ら、2014)

MS卵の利用方法として、たとえば茶碗1杯分のたまごかけご飯を作るのにちょうど良い量はMS以下であるといわれている。そこで、飼料用米を使ったMS卵を「たまごかけご飯専用卵」として販売するなど地域の特産品としての汎用性が高い技術である。さらにこの方法は、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、よく混合されていない場合、鶏個体により不均一な飼料を摂取することになり、期待される卵重調整がなされない懸念があるため、しっかりよく混ぜることが重要である。

⑤飼料用米に含まれる機能性成分を利用した鶏卵生産

トウモロコシに比べて飼料用米は、リノール酸が少なく、オレイン酸が多いなど、いくつかの栄養成分において特徴を示すことから、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ている。飼料用米給与がトウモロコシ給与と比較して、鶏卵中の脂肪酸組成が異なることは先に説明したが、飼料用米には他にもトコリエノールやγオリザノールといった抗酸化活性の高い物質が豊富に含まれている。これらの研究については、現在さまざまな研究機関が試験を行っており、鶏生体や鶏卵成分への影響が調査されている。今後、これらの成分の有効性が確認され、鶏の健康や鶏卵に良い影響でることが明らかとなれば、新しい養鶏用飼料が体系化され、我が国独特の鶏卵が販売されるようになると考えられる。

(3)肉用鶏への飼料用米給与

①給与水準

食用に適さないくず米や古米などを飼料として有効利用する目的で、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 1970 年代頃から検討されてきた(日本科学飼料協会 1979、González -Alvarado *et al.* 2007)。その結果、飼料中トウモロコシを玄米や粉碎粳米で全量代替した飼料を雛に 21 日齢まで給与しても、飼養成績に影響しないことが示されている(表7-7)。

表7-7 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)

最近、多収品種の飼料用米が生産されるようになり、肉養鶏の生産においても粉碎しない粒のままでの全粒の玄米や粳米の給与が検討されてきた。肉用鶏雛に対して飼料中トウモロコシのほぼ全量(41.6%)を飼料用米の玄米、粉碎粳米あるいは全粒粳米で代替した飼料を初生から 28 日齢まで給与した場合、粉碎でも全粒でも粳米給与では飼料摂取量が低下し増体量も低下した(図7-6)。トウモロコシ(対照)や玄米に比べて粳米の給与では、飼料全体のエネルギー含量を高めるため、エネルギー含量の高い油脂の添加を多くする必要がある。その結果、トウモロコシ主体飼料では脂肪含量が6%程度に対して粳米主体飼料では10%を超えることとなり、この油脂添加量の多さが増体成績に負の影響を及ぼすと考えられる。そこで、飼料のエネルギー含量は低いものの脂肪含量を6%として油脂添加量

を少なくして粳米給与したところ、玄米より劣るものの低下は認められず、飼育成績はトウモロコシ給与と同等となると期待できた(図7-7)。すなわち、肉用鶏前期飼料のトウモロコシを粳米で全量代替する場合、飼料への油脂添加量に留意する必要がある。

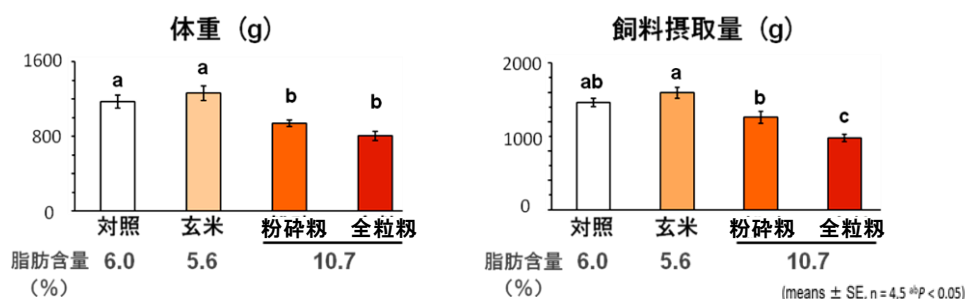


図7-6 全粒粳米含有飼料(ME 3100 kcal/kg、大豆油 10.7%)給与がブロイラーヒナの飼養成績に及ぼす影響(Nanto *et al.*, 2012)

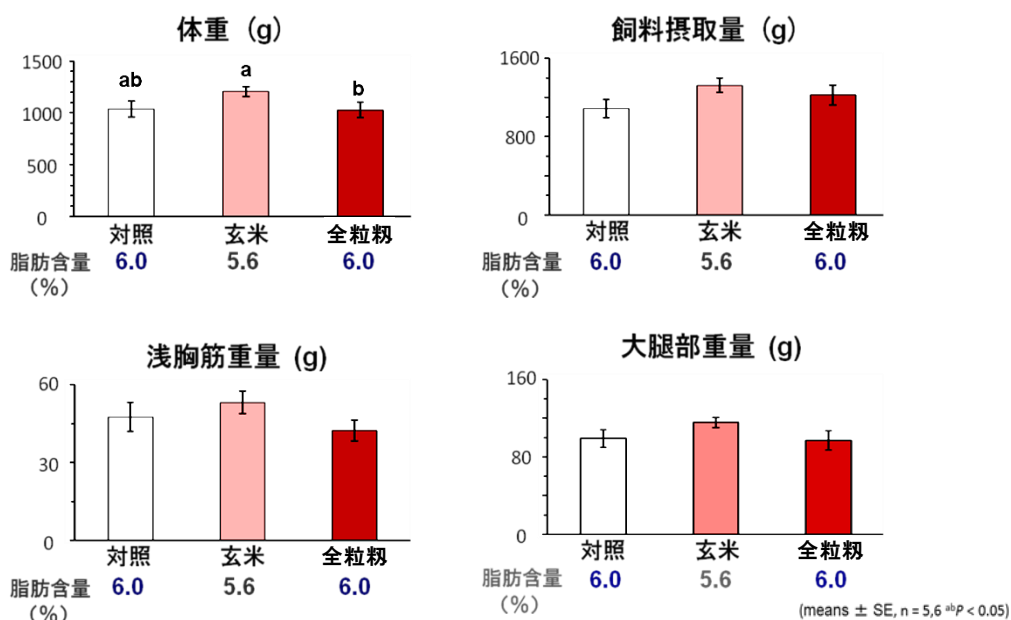


図7-7 全粒粳米含有飼料(大豆油 6%、ME 2800 kcal/kg)給与がブロイラーヒナの飼養成績に及ぼす影響 (Nanto *et al.*, 2012)

また、添加する油脂の量のみならず種類あるいは品質についても留意する必要がある。全粒粳米の給与において飼料に 10%添加する油脂として大豆油、コーン油とレンダリング油(飼料用動物性油脂)の3種類を用いたところ、肉用鶏雛の初生から4週間の増体量や飼料効率は大豆油もしくはコーン油添加で著しく低下するが、レンダリング油添加では低下しなかった(図7-8)。成長低下が観察された大豆油やコーン油の添加では、肝臓中過酸化脂質(MDA)※含量や飼料中油脂の過酸化物価の増加が認められ、それらの原因として用いた大豆油やコーン油の酸化などの劣化が考えられた。そこで、粳米給与において飼料エネルギー含量を高める目的で植物油脂を多く添加する場合、飼料中油脂の過酸化が関係して著しい成長低下を引き起こす可能性があり、添加する油脂の種類や品質に留意する

必要がある。

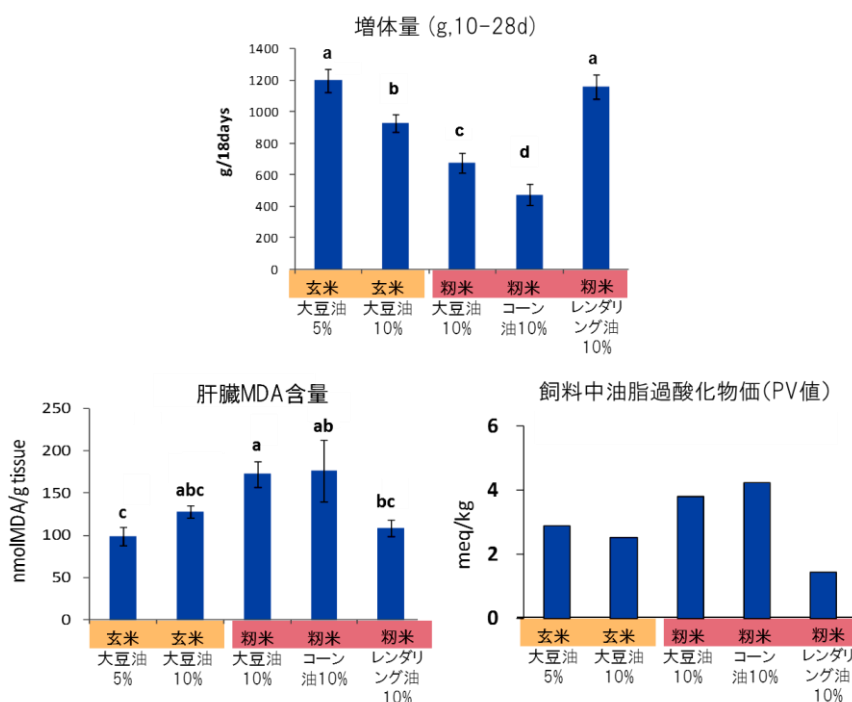


図7-8 高油脂含有粳米飼料給与に伴う増体量、肝臓 MDA 含量
および飼料中油脂の過酸化物価(伊藤ら、2012)

☞※過酸化脂質(MDA)

脂質が酸化された時にできる反応生成物で、酸化の度合いを示す指標の一つ。値が高いほど酸化が進んでいると判断できる。種々の脂質から種々の反応生成物ができるため、測定値は標準物質を用いた換算値で示される。用いられることが最も多い標準物質がマロンジアルデヒド(MDA)であるため、単にMDAと表示されることがある。

赤木ら(2011, 2012, 2013)は、肉用鶏雛の肥育全期間において飼料中トウモロコシに替わる全粒の飼料用米の給与限界を探るために様々な検討を行った。はじめに、飼料中トウモロコシの半量もしくは全量を全粒の玄米あるいは粳米で代替した飼料を5日齢から肥育全期間において給与したところ、全粒玄米での全量代替では飼養成績の低下は認められず、全粒玄米がトウモロコシの全量代替物として肥育全期間で十分利用できることが示された(図7-9)。一方、全粒粳米では半量代替で良好な成長が観察されたものの、全量代替では成長低下がみられたことから、トウモロコシを全粒粳米に全量代替する場合、給与水準や給与方法などに工夫が必要であることが分かった。そこで、肥育全期間において飼料中の約60%を占めるトウモロコシの全量を代替するのではなく、肥育前期(0~21日齢)を半量代替とし、以降を全量代替することにより、成長の低下を招かないことが示された(図7-10)。さらに、飼料中トウモロコシを全粒粳米で全量代替する場合、飼料エネルギー要求量が若干充足できなくても添加する油脂を6%までとすることで、また、0~9日齢時の餌付け飼料中粳を全粒ではなく粉砕すること

で、良好な成長が得られ、成長に伴い生産される正肉割合の低下や腹腔内脂肪の増加は観察されず、良好な成績が期待できることが示された(図7-11)

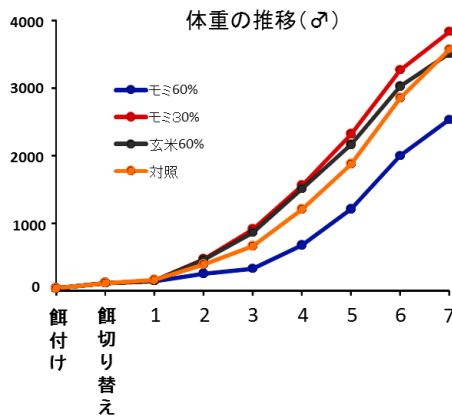


図7-9 肥育全期間における飼料用粳米の配合割合が成長に及ぼす影響(赤木ら、2012)

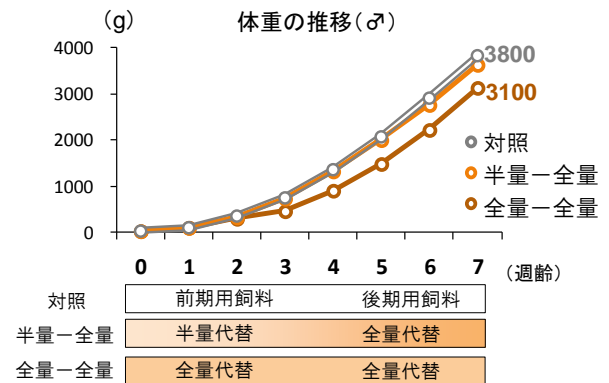


図7-10 肥育全期間における飼料用粳米半量および全量代替飼料給与が成長に及ぼす影響(赤木ら、2012)

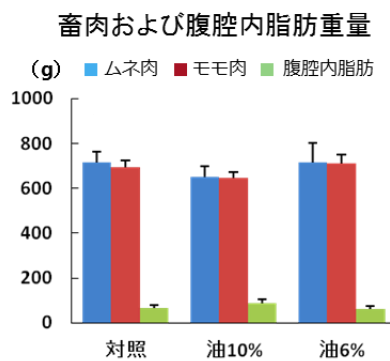


図7-11 肥育全期間における粳米全量代替飼料の油脂含量が畜産物成績に及ぼす影響(赤木ら、2013)

したがって、肉用鶏では、飼料への油脂の添加水準や餌付け飼料中粳の形態を考慮することで、肥育全期間を通して飼料中トウモロコシを全粒粳米に全量代替できると期待されるが、現時点での普及においては半量代替が無理のない給与範囲と考えられる。粉から粒への形状変化に伴う既存の給餌施設への適合に対する不安の声もあり、生産現場段階では様々な観点から給与水準を検討する必要がある。

また、表7-8の千葉県畜産総合センターにおける試験研究から飼料費を試算すると、トウモロコシに比べて粳米を主体する飼料では、1トン当たり前期で約8,000円、後期で約11,000円安く(表7-8)、飼料用粳米を用いることで飼料の低コスト化も実現可能である。

表7-8 飼料用粳米飼料の価格試算

(円/トン)	トウモロコシ主体飼料	粳米主体飼料
前期	59,688	51,449
後期	56,030	44,548

(H25 千葉県畜産総合研究センター試算)

②ストレス耐性

生産現場において、家禽は様々なストレスにさらされている。特に夏季などの高温環境は、汗腺を持たず体温調節が苦手な家禽にとって、深刻なストレスとなり、著しい生産性低下をもたらす。Nanto ら(2014)は、肉用鶏雛に飼料用米(粳米)をあらかじめ給与(初生から3週間)することにより、短期間(12 時間)、暑熱環境下(33℃)においても筋肉中 MDA 含量の増加などの酸化ストレス上昇を抑制でき、また絨毛:陰窩比の低下、すなわち、消化管上皮の損傷を抑制できることを示した。一方、長期間では、酸化ストレスが亢進し、消化管上皮の損傷が増加することを見出している(図7-12)。

一方、玄米を給与した場合、長期間(6 日間)の暑熱感作でも、トウモロコシ給与と同等なストレス耐性が認められた。したがって、飼料用米は、暑熱ストレス環境下において、玄米の形状では、トウモロコシ代替物として遜色なく利用可能であるが、粳米給与では、ストレスを緩和する給与方法の確立が必要と考えられる。

福岡県の銘柄鶏である“はかた一番どり”に、トウモロコシに比べて粳米を主体とした飼料(粳米 30%、ME:3100 kcal/kg)を 4 週齢時から出荷まで給与したところ、暑熱期で体重の低下やへい死(≒熱死)率の増加が観察された。しかし、代謝エネルギー含量を制限した粳米主体飼料(ME:2900 kcal/kg)を給与した場合、暑熱期でも体重低下やへい死率増加がみられなかったことから、粳米給与では飼料中 ME 含量を制御することで、暑熱期のストレスを一部緩和できることが示された。一方、“はかた一番どり”への玄米給与では、飼料中 ME 含量に関わりなく、暑熱期でもトウモロコシ給与と遜色ない成長が得られたことから、玄米はトウモロコシの代替物として十分利用できることが示された。しかしながら、トウモロコシに比べて玄米は粗繊維含量が少なく、鶏への玄米給与は、排泄物の乾物量を低下させ水分含量を増加させることで(脇と村野、2009)、敷料の状態を悪化させるので、鶏の飼育管理には十分な配慮

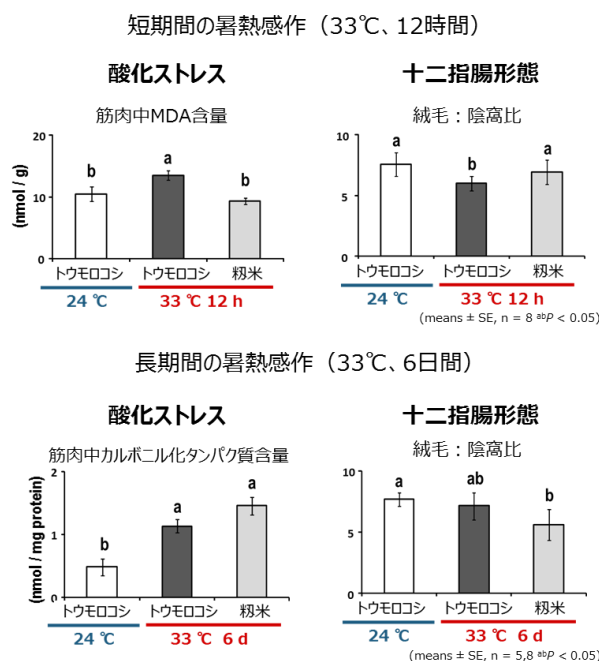


図7-12 短期間および長期間の暑熱感作時における肉用鶏への全粒粳米含有飼料給与が酸化ストレス、腸管形態へ及ぼす影響 (Nanto et al., 2014)

が必要であることも示された。

③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3週間給与した。ムネ肉の色調のうち黄色度の指標 b^* 値は明確に低下した(図7-13)。さらに、粳米飼料給与により、ムネ肉の剪断応力(かたさの指標)が増加し、食感が増すことが示された。また、筋肉中の遊離アミノ酸のうち、呈味を有するリジン(Lys)、アルギニン(Arg)、バリン(Val)、イソロイシン(Ile)が増加し、コクが付与される可能性がある(図7-13)。これら遊離アミノ酸の増加は粳米のアミノ酸組成を反映しているものと推察できる。

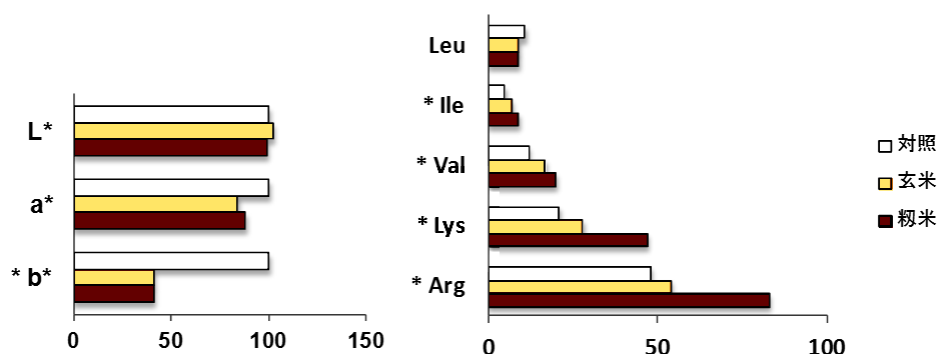


図7-13 飼料用米給与鶏肉(ムネ肉)の色調および筋肉中遊離アミノ酸含量
(桑原ら 2011、2012)

訓練したパネル 14~18 名による分析型官能評価により、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(表7-9)。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は、玄米給与でかたさが増し、食感の付与が示された。

表7-9 分析型官能評価による飼料用米給与鶏肉(4°C、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)

	玄米	粳米
2点識別法による呈味の差	あり 100%	あり 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

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3週間給与した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、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)(図7-14参照)は玄米給与ではトウモロコシ給与とより高い値を示し、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7-14)。また、うま味のある酸味を呈する有機酸のコハク酸は、熟成96時間で、玄米および粳米給与でトウモロコシ給与の2~3倍量に増加した(表7-10)。一方食肉の呈味成分であるイノシン酸は玄米給与時の熟成96時間で低下する。鶏肉中のもう一つの呈味成分であるグルタミン酸含量と比較すると、もともとイノシン酸含量は非常に多く、この低下により、グルタミン酸との比率が改善され、うま味の相乗効果が発揮されると考えられる(図7-15)。

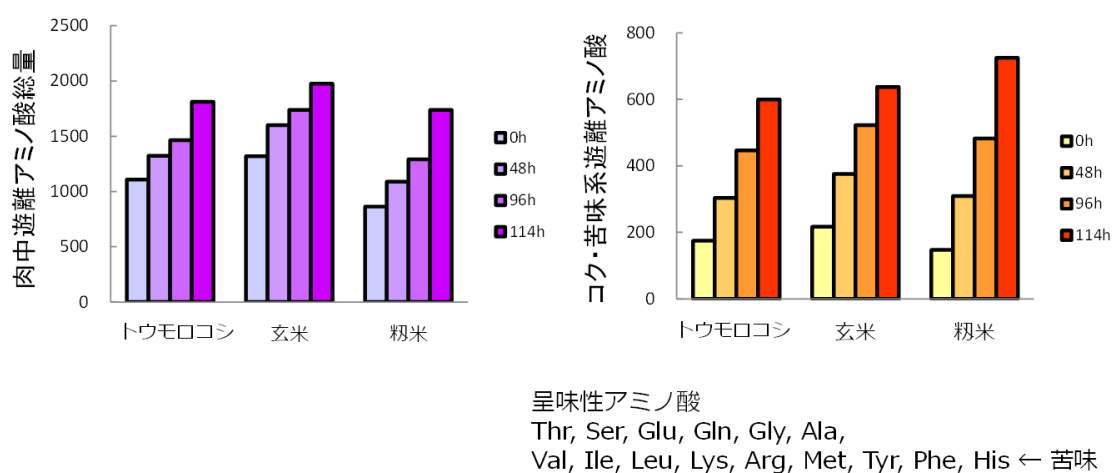


図7-14 飼料用米給与鶏肉における熟成時の遊離アミノ酸含量変化 (桑原ら 2011、2012)

表7-10 熟成96時間後の飼料用米給与鶏肉中有機酸含量 (藤村ら 2014)

(mg / g muscle)	トウモロコシ給与	玄米給与	粳米給与
クエン酸	3.29 ± 0.51	4.46 ± 0.92	4.18 ± 0.58
コハク酸	4.52 ± 0.68^b	8.31 ± 1.95^{ab}	10.56 ± 2.64^a
フマル酸	0.21 ± 0.04	0.25 ± 0.08	0.35 ± 0.06

n = 8, ^{ab}p < 0.05

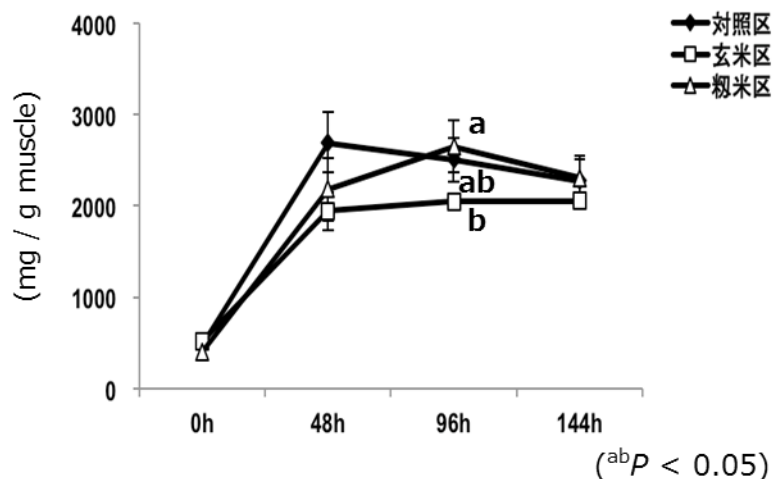


図7-15 飼料用米給与鶏肉における熟成時のイノシン酸含量変化 (藤村ら 2014)

また、熟成にともなう呈味の変化は、粳米給与では 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7-16)。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。

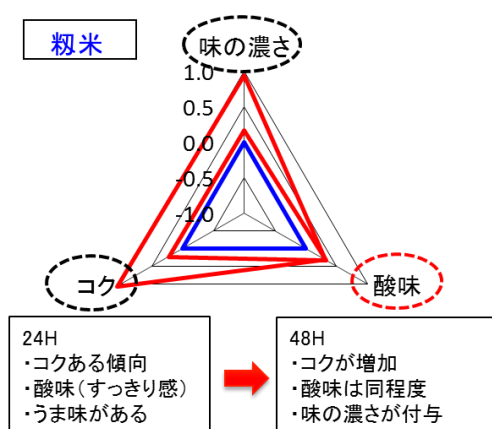


図7-16 分析型官能評価(シッフエの一対比較法)による飼料用米給与鶏肉の熟成時間に伴う呈味評価(対照区をコントロールとした時の粳米給与肉の評価)

(4) 飼料用米の給与にあたり留意すべき事項

飼料用米を鶏へ給与するにあたり留意すべき事項を記す。

鶏や豚に飼料用米を給与する場合、基本的には、トウモロコシに替わって主要なエネルギー源となる穀物として配合し、完全配合飼料の形で給与すると考えられる。一方、豚と異なり鶏では、玄米ではなく粳米の形で十分に利用可能であり、給与前に粉砕の必要はなく全粒のままで利用可能である。したがって、養鶏用飼料では餌付け時に若干の注意は必要であるものの、玄米あるいは粳米、粉砕あるいは

全粒を問わず、様々な形で飼料用米の配合・利用は可能である。そのため、従来の粉碎したトウモロコシを主体とする配合飼料とは、物性などが大きく異なり、既存の飼料給餌設備等を利用する場合、不具合が生じることが懸念される。たとえば、従来のトウモロコシ・大豆粕主体の配合飼料からトウモロコシの大部分を飼料用米に代替した飼料では、自動給餌器の飼料を搬送するパイプ等につまりが生じる可能性が高まると指摘されている。出来上がった際の配合飼料の物性などを考慮して、トウモロコシから飼料用米への代替割合を決めることが重要である。

また、粳米の形で飼料用米を利用する場合、飼料に添加する油脂などの含量に注意する必要がある。特に、ブロイラー用飼料などでは、ブロイラー雛の高い ME 要求量を充足するために 10%を超える油脂添加が必要となり、その結果、飼料の質の変化やベタ付くなどの物性変化が生じて、雛の採食やその行動に悪影響を及ぼすことが懸念される。さらに、油脂含量の高い飼料では、その物性のために給餌用ホッパーなどの内部でブリッジを形成して、本来、下に落ちるべきところで落ちてこないなどの不具合を起こすことも懸念される。したがって、本章の(3)項で述べられている通り、油脂の添加水準は 6%くらいまでとした方がよい。また、飼料価格の面からいって、現在のわが国では飼料原料のうちで油脂の価格は比較的高く、油脂の添加水準が多くなることで生じる価格差と粳米を玄米にすることで生じる価格差、すなわち、粳摺り代の両方を勘案すれば、粳米の形で利用よりも従来のトウモロコシ主体飼料と油脂添加を同水準にできる玄米の形で利用の方が、現時点では現実的であると考えられる。

従来のトウモロコシ主体飼料からトウモロコシを飼料用米に代替した飼料を産卵鶏に給与する場合、本章の(2)項で述べられている通り、生産される鶏卵の卵黄色は薄くなることに留意すべきである。鶏卵の生食文化があるわが国では、卵黄色は卵質における大きな要因の一つであり、わが国の消費者は卵黄が濃い橙色の鶏卵を好む傾向にある。したがって、従来のトウモロコシ主体の産卵鶏用飼料でも、卵黄色がカラーファン(CF)10~13 となることを目指して、パプリカやマリーゴールド花卉の粉末などの卵黄着色強化物質を添加することが多い。トウモロコシにはキサントフィルがおよそ 19mg/kg が含まれているのに比べて(日本標準飼料成分表, 2009)、飼料用米では検出限界以下であることを考えると、トウモロコシに換えて飼料用米を産卵鶏に給与する場合、特に、黄色系の卵黄着色強化物質を添加することが重要である。

従来のトウモロコシ主体の一般的な配合飼料に飼料用米を外付けで配合する場合でも、さらに他の飼料原料を組み合わせることで飼料中の栄養成分において要求量を満たすように調節できれば利用可能である。一方、飼料用米の成分特性を活かして、限られた場面で飼料用米を有効利用することができる。たとえば、粳米の低タンパク質な特性を活かして、鶏卵規格で LL や L サイズの割合が比較的に多くなる産卵後期の鶏に限定して外付け給与し、単体アミノ酸(メチオニン)添加を併用することで産卵率を低下することなく、卵重を制御する技術が提案されている(船井ら, 2014)。

(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) Yamanaga M. and Furuse M. (2014) Performance and passage through the gastrointestinal tract of paddy rice in young chicks. *Journal of Poultry Science* 51, 47-51
 - 5) 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
 - 6) 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
 - 7) 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
 - 8) 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
 - 9) 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
 - 10) 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
 - 11) 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
 - 12) 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
 - 13) 船井咲知・松下浩一・清水景子・條々和実(2014)飼料用米による卵重抑制技術. 山梨県畜産試験場研究報告59, 37-47
 - 14) 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
 - 15) 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
 - 16) 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
 - 17) 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
 - 18) 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
 - 19) 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
 - 20) Nanto F. ら (2014) Effects of whole-grain paddy rice on growth performance, oxidative stress and morphological alterations of the intestine in broiler chickens exposed to acute and chronic heat stress. *Journal of Poultry Science* (in press)
 - 21) 脇雅之・村野多可子 (2009) 飼料用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 9, 5-8
 - 22) 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
 - 23) 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
 - 24) 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

8 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8-1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が可能である。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も重要である。

(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)から調製したイネ 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8-1、Miyazaki ら 2009)。そこで、イネ 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イネ 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。

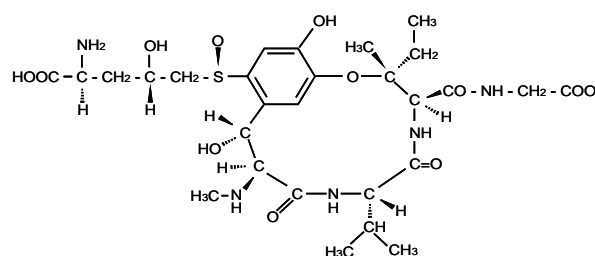


図8-1 ウスチロキシン A の構造

表8-1 稲こうじ病罹病イネから調製したイネ 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（久保ら 2013）。

(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 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)したサイレーシ原料イネのウスチロキシシ A 濃度を見積もったところ、表8-1に示したイネ WCS 中ウスチロキシシ A 濃度の実測値(およそ 8~30 mg/kg)とほぼ同程度であり、サイレーシ調製後のウスチロキシシ A 濃度の減少は認められなかった。また、ウスチロキシシ 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。

(参考資料)

- 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) 久保ら(2013) 稲こうじ病罹病糶の給与による採卵鶏への影響. 富山畜研研報. 3:31-35.
- 4) Miyazaki ら(2009) High-performance liquid chromatographic determination of ustiloxin A in forage rice silage. J. Vet. Med. Sci. 71(2): 239-241.
- 5) 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.

9 飼料用米の生産・給与の取り組み事例(生産現場から)

(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

元 岐阜県農政部畜産課

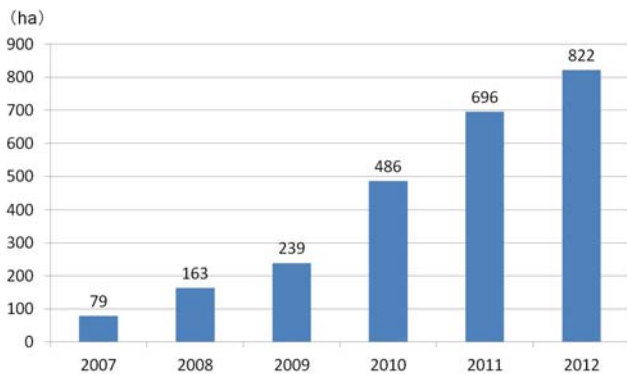
小森 正己

① 岐阜県の飼料用米の取り組み状況

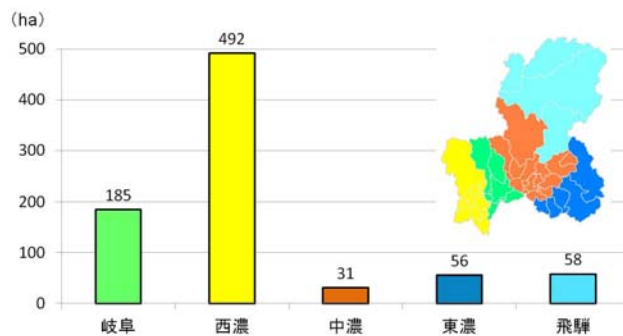
日本の酪農の歴史において、コメを牛のエサとして使う経験はまだ少ないと言えよう。しかし、安定した飼料資源としてのコメの魅力は飼料用米が登場して以降、またたく間に評価され、岐阜県内でもここ数年の間に進んでこれを利用しようとする畜産農家が着実に増えてきている。

岐阜県におけるコメの飼料利用は2007年、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”粳米”が大半を占めている。



岐阜県の飼料用米生産面積の推移



飼料用米の地域別生産面積 (2012年)

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%

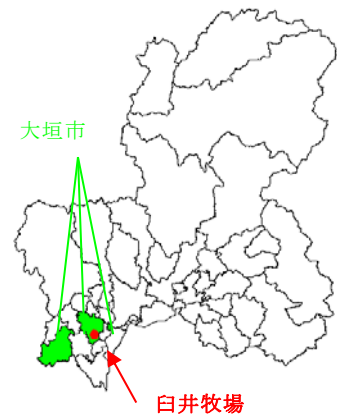
酪農では、それぞれの牧場で複数の飼料を混合して使用するため、養鶏での自家配合飼料給餌法と同様に飼料用米を活用できる。岐阜県における飼料用米発祥の地は養老町であるが、以下、養老町に隣接する大垣市で、飼料用米を使った酪農に独自の視点を持って挑む「臼井牧場」の取組を通じて、岐阜県の酪農での飼料用米の取組事例を紹介する。

②事例地域の概要

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、地元の食品会社から提供される豆腐粕(おから)、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・利用している。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。飼料用米の大家畜への利用では、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である。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(ライスカウンター)を開発するに至った。

【ライスカウンター開発時のポイント】

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システムを考案
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



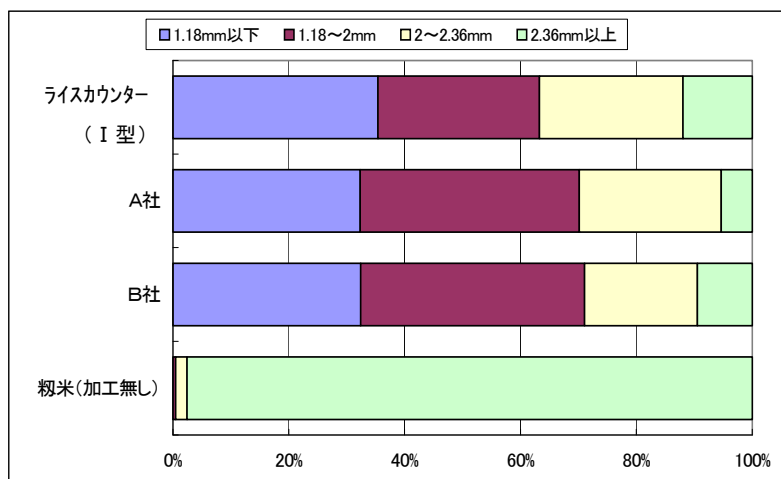
【ライスカウンターの主な仕様】

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)



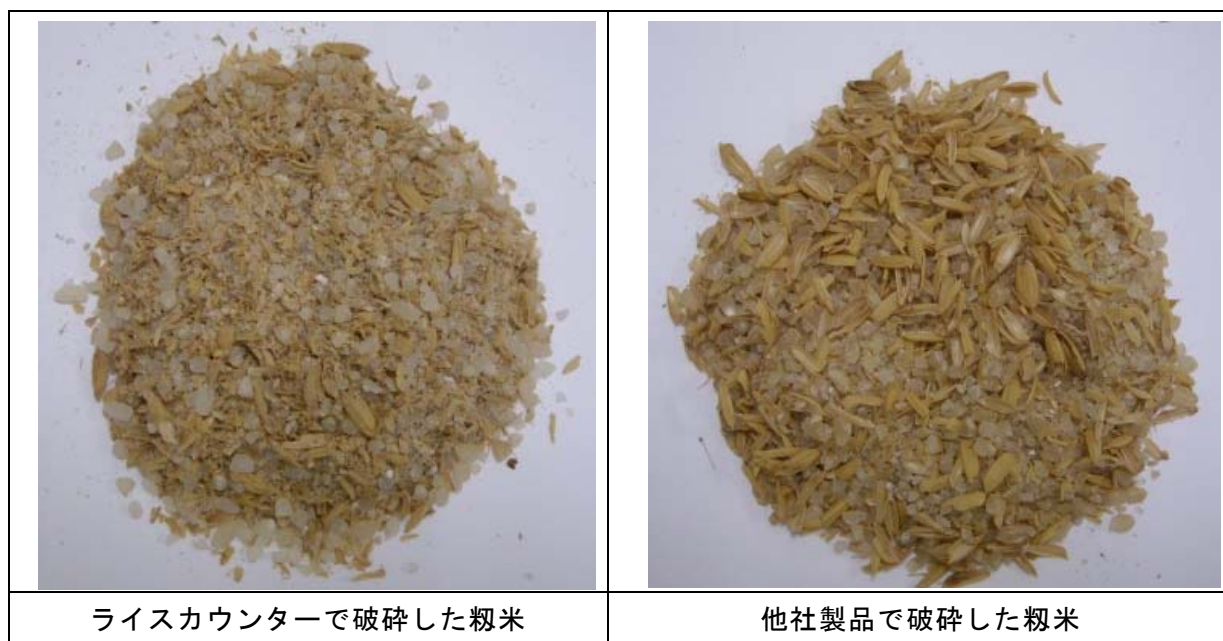
臼井牧場におけるライスカウンターの開発ポイントと主な仕様

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ライスカウンター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可能である。



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、ライスカウンターの新型である”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。



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、市役所が酪農

における飼料用米の利用拡大に果たした窓口としての役割は大きい。

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 年度に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が縁で、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。

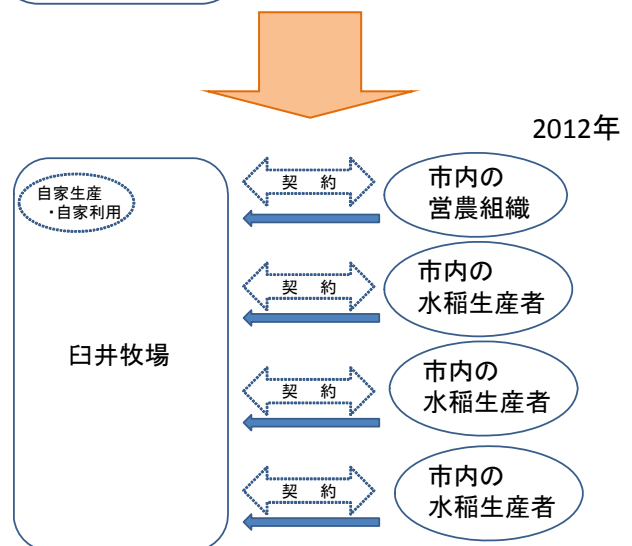
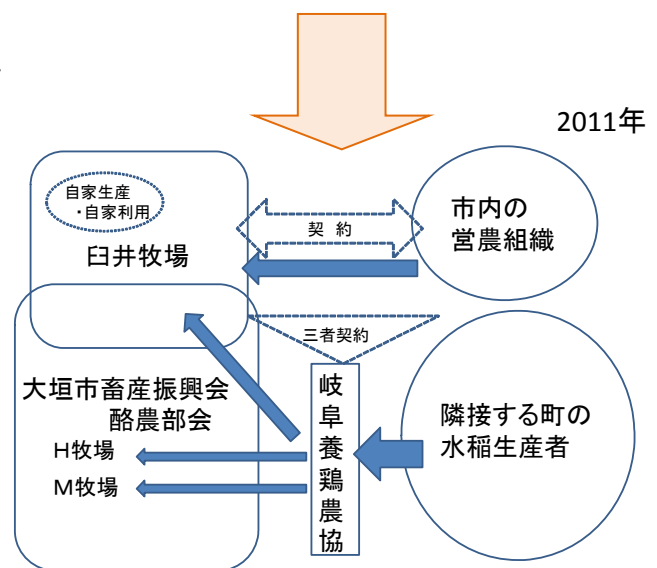
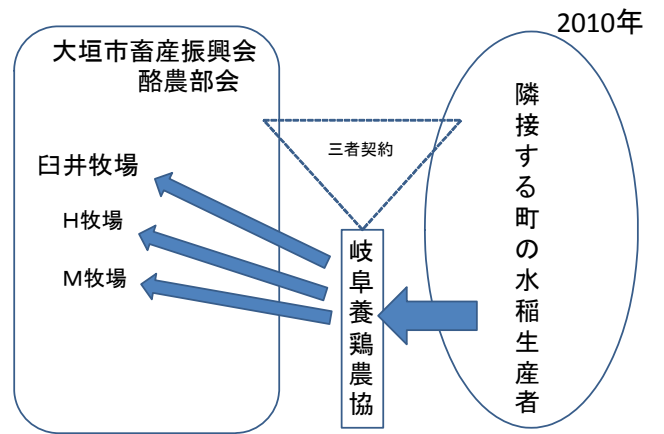
2011 年度には大垣市畜産振興会を通じた供給ルートのほか、市内の営農組織らと個別に契約し、直接取引を開始した。このほか、自己の水田で飼料用米の自家生産・自家利用を行った。

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 に対して飼料用米をおよそ 120 の比率で切り替えが行われた。

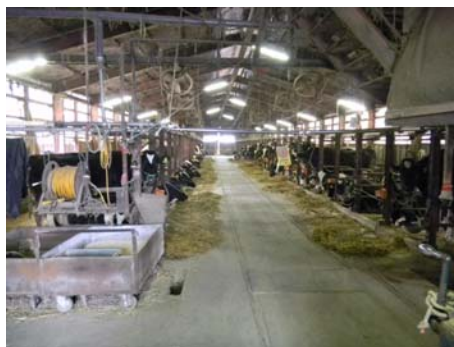
飼料用米使用以前の 2010 年には 1 日当たりおよそ 260kg のトウモロコシを使用していたが、この全量が 2013 年には飼料用粳米に切り替えられた。また、最近では粳米のおよそ 2 割(重量比)を占める粳殻の粗飼料効果に着目し、スーダン、ヘイキューブの数量を加減し、その影響を観察しているところである。臼井牧場における、飼料用米の給与量は 1 日 1 頭当たり原物 6.0kg であり、トウモロコシを完全代替している。2013 年 7 月の牧場全体の飼料用米使用量は、経産牛が 62 頭であったことから、1 日当たり 372kg であり、月間約 11 トンと試算できる。



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

飼料の種類	飼料用米 使用以前 (2010年)	2013年7月
	原物給与量 (kg/頭/日)	原物給与量 (kg/頭/日)
飼料用米	0.0	6.0
トウモロコシ	4.7	0.0
大豆フレーク	0.2	0.4
配合飼料	1.5	1.5
ビート	1.1	1.1
豆腐粕	6.4	6.4
イネWCS	16.4	16.4
牧草(河川敷)	2.2	2.2
スーダングラス	1.6	0.5
ヘイキューブ	1.1	1.6
ミネラル類	-	-
計	35.2	36.1



臼井牧場 経産牛舎



破碎粃米をコンブ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象条件など、多くの要因が関与した結果である。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影響は見られていない。

このほか、ライスカウンター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と考えられることから、通常の飼料の切り替えと同様、飼料構成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。

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

ライスカウンター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」をもとに試算をしたのが右表である。飼料用米利用前(2010年)の飼養頭数が55頭であったため、その頭数で試算しているが、トウモロコシから飼料用米に切り替え

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	

ることによって1日当たりの飼料費は6,400円削減される。そのため、年間の飼料費削減額で、ライスカウンターの導入コスト(およそ200万円)を十分にカバーできるといえる。

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面を創出でき、畜産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、飼料用イネ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。

少量の飼料用米を給餌することからスタートし、多少割高になっても得やすいところから飼料を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事例

山形県農業総合研究センター 養豚試験場

星 光雄

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が豊かな土地で、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、東北部一帯は神室山系を中心とする山岳がつらなっている。気候は一日の寒暖の差が大きく、年間を通じて日照時間が短く、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取り組みをしたいという考えがあった。そのため、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た結果、地域内の耕種農家が飼料用米を生産し、米の娘ファームで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

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が行っている。また、地域内で生産した飼料用米を豚に給与し、豚の糞からできた堆肥を作物に活用する地域循環型農業が実践されている。なお、堆肥は米の娘ファームのコンポスト処理施設で製造し、飼料用米、ニラ、ネギなどの栽培に活用している。

ウ 推進体制

(ア)金山町飼料用米生産利用協議会の概略

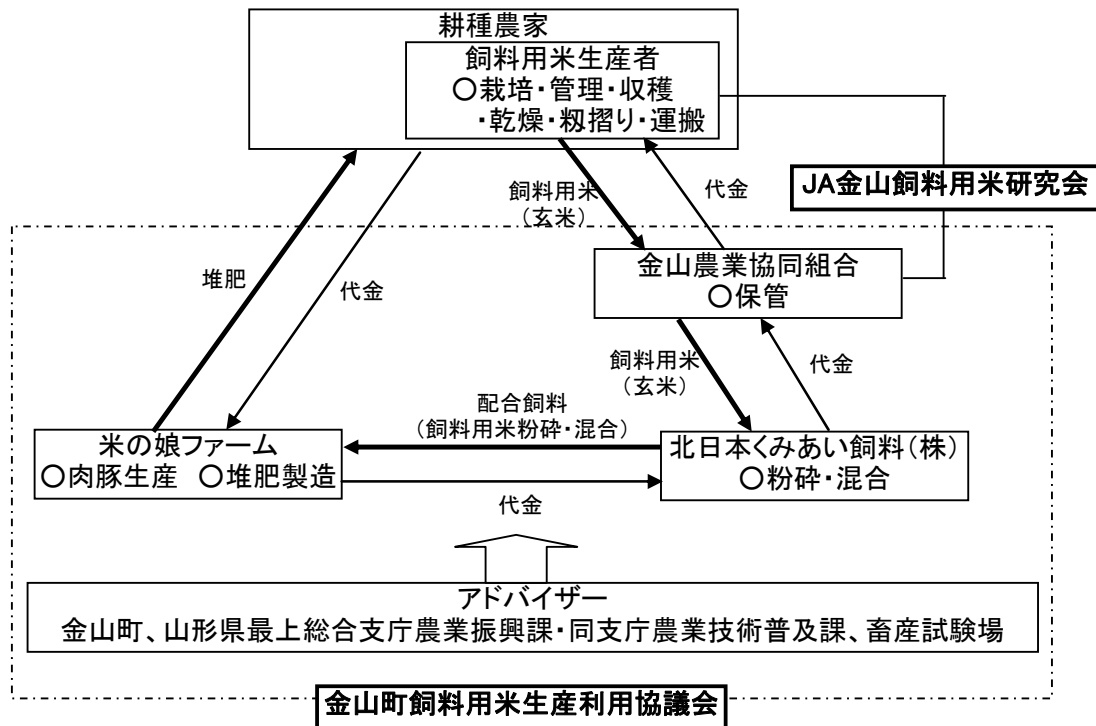
平成20年に金山町と金山農協が中心となり、飼料用米の生産・利用システムを確立するため、金山町飼料用米生産利用協議会を設立した。同協議会の会員は、金山町、金山農協、米の娘ファーム、北日本飼料及び山形県最上総合支庁農業振興課、同支庁農業技術普及課、畜産試験場から構成され、相互の連携、協力を図りながら協議会を運営している。

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

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圃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、年々拡大し平成 25 年には 44ha 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	平成25年
作付面積(ha)	2	27	43	63	72	44
栽培者数(人)	3	49	73	90	95	58

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」を利用していた。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うこと、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ている。

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、全て耕種農家自ら実施している（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、玄米の状態で金山農協の倉庫に一時保管される。なお、各耕種農家と金山農協の間で青米を入れない取り決めを行い、倉庫では常温保存が可能となっている。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粉碎及び混合を行い、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。

地域循環型農業の中核を担う生産物として地域が一体となって育てた「米の娘ぶた」は、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」は、2010 年の「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た。更に 2013 年の「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 まで増加したが、平成 25 年には 44ha まで減少した。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、飼料用米の作付面積及び利用量の更なる拡大が課題である。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必要がある。

(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

元 岐阜養鶏農業協同組合

後藤 徳彦

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。

岐阜県での飼料用米生産の取り組みは、岐阜県西南部、濃尾平野が養老山脈に接続する場所にある養老町が最も早く、最も広い生産面積となっている。その後、生産地域は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生産地となった。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、岐阜養鶏農協が取り引きした面積はその内404haであった。岐阜県内では高山市、下呂市、恵那市等を含めた広範囲に渡って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、飛騨牛向けの国産粗飼料として飼料用イネ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、子実給与試験を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、粳米のまま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、岐阜養鶏農協での飼料用米活用は、全て粳米のまま用いることが特色となっている。

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。また、飼料用米の供給は岐阜養鶏農協のみならず、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った。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担い、畜産農家が飼料用米を活用しやすいように仲介事業に努めた。このため、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下表の通りである。

平成24年実績の生産面積の内、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。また、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%を占めるなど、専用品種への切り替えが進んでいる。主食用品種を用いる場合には、加工用米向けに作付けされたものがそのまま飼料用米として転用されているケースもある。養老町では、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。

	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	ha	69	145	193	350	379	404
農家平均	ha	9.9	7.8	7.6	7	6.1	6.4
最大農家	ha	30	50	26	67	32.5	37.9
最小農家	ha	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 クサホナミ	クサノホシ クサホナミ モミロマン ホシアオバ	クサノホシ クサホナミ 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 モグモグあおぼ
	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

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、推進されてきた。この養老営農経済センターが飼料用米推進に果たした役割は大きい。毎年3月に養老営農経済センターが主催する、耕種農家と岐阜養鶏農協とが話し合いを行う第1回目の飼料用米会議では、生産に参加する耕種農家が面積や品種について申告し、岐阜養鶏農協との取引内容の確認と価格決定を行っている。養老町の取決めは、その年の県内の他地域にも適用される。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、出荷までの注意事項の検討を行う。

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の作成に入り、一方、岐阜養鶏農協は実需者の計画使用数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、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、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では、田植えに合わせ基肥として $N-P_2O_5-K_2O$ を各成分とも14%含む化成肥料を20~30kg/10aで施用する。除草剤散布は1kg/10aで田植え時に1回行うが、時期をずらしもう1回行う農家もある。8月下旬には、追肥として化成、硫安等が10~20kg/10aで施肥されている。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を持ち、移動や保管が確実な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。生粳米は水分含量が18～20%あり、乾燥機で15%まで水分を落とす。粳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。粳米の乾燥工程は、立ち枯れ状態の粳米であっても必ず行う。養鶏農家では、遅く収穫されると飼料用米に野鳥糞が付着するため、鳥インフルエンザの感染の可能性があることを心配しているが、ウイルスの生存期間は極く短いと言われているし、熱による殺菌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。

飼料用米の出荷は、各生産者が計量済みの粳米フレコンを養老営農経済センターまで持ち込むことで行われる。センターは飼料用米を一時保管して、養鶏場へ出荷時に岐阜養鶏農協への売上傳票を生産者毎に発行し、引渡しを行う。飼料用米の保管は、養鶏農家の自己倉庫や営業倉庫、あるいは岐阜養鶏農協の倉庫で行う。

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月末に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支払い負担が一時的に軽減される。この方法は、耕種農家と養鶏農家の話し合いで決まった。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	12万羽	20万羽	8万羽	3万羽	200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で集荷し、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。また、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て保管を行い、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ために、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に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て輸送する方法を取っている。工場には粳米専用タンクがないので、岐阜養鶏農協が製造バッチに必要な量の粳米をフレコンに準備し、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、飼料工場での粳米配合をトウモロコシ配合より有利に活用、普及するためには、輸送、保管のコストを如何に下げた仕組みが作られるかが課題として残されている。

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 製品準備し、「みのり種鶏前期」が CP17、ME2,830kcal、「みのり種鶏後期」が CP16、ME2,830kcal となっている。

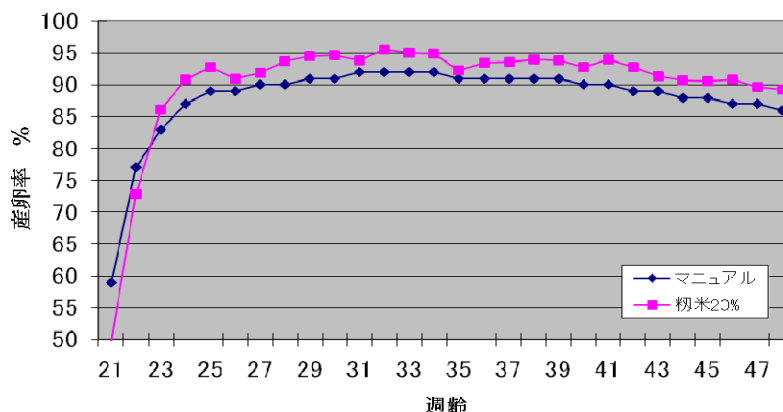
粳米を配合した種鶏用飼料の成績は、平成 19 年より岐阜養鶏農協の直営種鶏場で餌付け毎にデータを収集し、調査している。直営種鶏舎は高床式平飼い鶏舎で、給餌はチェーンフィーダー方式を採用している。収容羽数のキャパシティは 5,000 羽であり、同一形態の鶏舎が 2 棟並び、2 鶏種が同日餌付けで飼育される。

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、また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。粳米配合飼料への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の試験を行った。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 羽ずつ 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、標準的な生産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な実用性をもつ飼料であることを実証し、以降、他の種鶏場でも使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、白くなることを防ぐための補正はしていない。

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

岐阜養鶏農協では、粳米形態で飼料用米を活用しているが、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るため、飼料設計時の配合割合を決める為に、平成 19 年より成分分析を行なっている。分析は岐阜県畜産研究所に 1 検体 1,260 円で依頼している。

平成 24 年は岐阜県各地の 60 サンプルの分析を行った。分析結果の平均値、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、数件のオーバーがあった。粗蛋白質は多いほどよいが、粳米であることから低い。窒素肥料の施肥が粗蛋白含量を増やすことは分っているが、そのための肥培管理の確立までには至っていない。粳米活用の普及のためには、粗蛋白質含量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 年より行っている。平成 24 年は岐阜県内 2 カ所からサンプリングした検体について、残留農薬

は 250 項目を、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項目を検査した。いずれも検出されておらず、安全性を確認している。

飼料用米の収量を増やすため、また、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、出穂期以降の農薬散布を不可としている。カビ毒が発生する危険性は、飼料用イネが倒伏して稲穂が濡れ、カビが増殖する場合に増す。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フレコンに詰めて保管される。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。積み上げは風通しも考えて間隔を空けて行う。常温保管で問題となるのは、気温や湿度が高くなる4月以降に虫が湧く場合があることである。また、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の粘着板を設置して防御する。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、1m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库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、また、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、また、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。

営業倉庫を活用するもう一つの利点は、農政局地域センターへの飼料用米管理報告が容易なことである。

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、また、日本の主食用米にも規格があるので、一般市場での売買を一定ルールのもとで行うことが出来る。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との取引が信頼性をもって行われるようになるため、この点の公的規格を望んでいる。

⑥岐阜県の飼料用米活用に向けた課題

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活用を養鶏業で行い、粳米で十分利用可能である確証を得たので、より多くの養鶏農家に飼料用米を使っていただけるよう、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、このよう

に生産されるたまご(例 さくら米たまご)を地産地消や食料自給率の向上に貢献する農と食のつながりと認識して、毎年の田植えや稲刈りには耕種農家、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、飼料用米の活用が養豚農家、酪農農家や他組合にも独自の形で広がり、消費者への飼料用米活用の理解が進んでいる。

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だけではなく、日本人の農と食の安全性や安心感につながり、飼料用米を海外事情に左右されずに供給される国産飼料として継続活用する畜産農家を後押しするものになることを望んでいる。

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、飼料用米の活用拡大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きた。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量とが必ずしも一致しないことであり、収穫量の変動によりその差が大きくなることもある。また、新規に飼料用米を活用したい養鶏場が現れた場合に迅速な対応が難しいこともある。岐阜養鶏農協はそのような場合に、調整役としての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させるために、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きたいと考える。

(4) 山口県(株)秋川牧園の飼料用米の生産・給与事例 ー生産者からの声ー

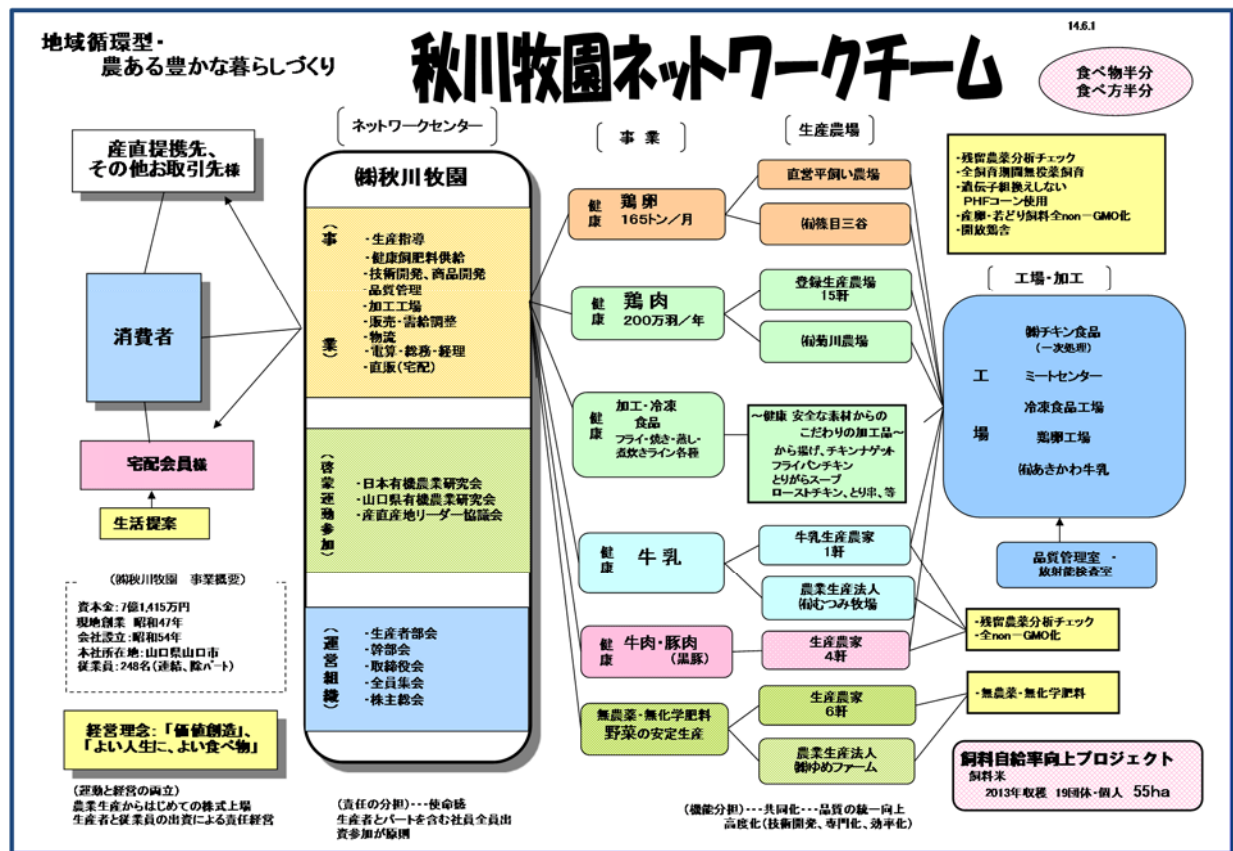
株式会社 秋川牧園

秋川 実

①事例紹介する地域の概要

株式会社秋川牧園(以下、秋川牧園)は、食の安心安全、そして食べ物を通じて健康への貢献を目指す会社であり、農業、食品加工、流通をトータライズする中で、食の課題に先駆的に取り組んでいる。秋川牧園の本社は、現在、山口市の中央域にある農村地帯の仁保下郷に位置し、山口県庁から車で約 18 分の距離しかなく、農村部と都市部を結ぶ好位置にある。資本金 7 億 1480 万円、日本で初の農業からの株式上場(東証ジャスダック市場)した会社としてもよく知られている。

秋川牧園の事業の概要は、別紙、ネットワーク図に示す通り、その事業内容は、ほぼ、農業全般にわたっているが、その中でも、養鶏関連の分野の比重が比較的高い。さらに、特徴とするところは、単に畜産物や農産物を生産する農業でなく、開発、加工、販売までをトータライズして運営していることである。



秋川牧園の特徴は、以下のようにまとめることができる。

- すべての生産物を安心安全に提供するため、生産に関連した技術開発を行い、生産物を自社で加工し、それを自社で卸売と小売を行っていること。6次産業の草分け的な会社であること。その生産・加工・販売品目は、鶏卵、鶏肉、豚肉、牛肉、牛乳、野菜、米、飼料用米等、農産物全般に及んでいる。

- 鶏肉、鶏卵の比率が高く、世界に先駆けて、安心安全な食べ物の開發生産を成功させていること。鶏の完全無投薬飼育、全植物性飼料、非遺伝子組み換え(non-GM)飼料、ポストハーベスト無農薬コーン等の輸入ルートの確保と、non-GM 飼料による全畜種にわたる独自飼料の開発と生産を成功させている。
- 多年にわたり、生体濃縮残留農薬・化学物質(有機塩素系農薬)汚染の世界的な研究調査を続け、鶏肉、鶏卵、牛乳等で、0.001ppm以下という高度の基準をクリアすることを成功させている。そして、この研究分析調査で蓄積されたノウハウは、輸入飼料原料の産地の選定、また、今、評価の高い全植物性飼料による、鶏肉、鶏卵等の開発や生産に生かしている。
- パートを含む社員や生産農家の方が、自発的に株主として秋川牧園の経営に参加する経営制度を創業以来のグループの方針として育ててきた。このような中で、かねてから雇用労働という形での農業経営が困難な状況を解決し成功に導きつつある。

② 飼料用米の経緯と特色と概要

ア 飼料用米の利用増進の意義について

戦中、戦後にかけて、日本は大変な食糧難の時代があり、そのような中、米を基幹生産者から供出させ、消費者に配給する制度が続くという米不足の時代があった。当時は、いかに米を増産するのかが国を挙げての命題であり、農家にとって米の多収穫を競うことが何よりも励みになる時代であった。

戦後の復興が進む中で、次第に食の多様化が進むとともに米の消費量の減少し、米余りが深刻になり、国の減反政策が続くのである。そのような中で、農村部の人口減少、農業後継者や就労者の減少が続き、耕作放棄地の増加も大きな社会問題、環境問題となってきた。日本の飛び抜けて低い食料自給率を見れば、安定的な国としてのその主体性を保つためには、自給率の向上は大切な課題である。米の代替耕作としての大豆等の栽培についても、連作障害や採算性の面で限界があり、ここに飼料用米の生産普及のために政策的な強化が打ち出されつつあることは、時を得たものと考えている。

当社は、創業以来、食料自給率の改善、農地や国土環境の保全、日本農業の発展への貢献を重要な事項として力を入れてきたところであり、中でも飼料用米の生産が重要な課題であると考えてきた。しかしながら、海外の穀倉地帯では早い段階から低コスト生産体系や保管流通が整備されてきたことと対比すると、現状の日本の稲作体系、そして、飼料用米の生産、保管コストの体系は、未整備のところが多岐にわたる状況にある。当社では、飼料用米の供給が、あくまで、食用米の余剰分を転用していくという関係のみでは、意欲的で、かつ、より高い競争力のある飼料用米が生産されないとの危機感から、飼料用米専用品種の採用、多収穫栽培、畜産堆肥の地域循環に伴う地力の増進による多収穫低コスト栽培を志向してきた経緯がある。

イ 元気な生産者づくり

良い食べ物は、元気な生産者があってこそ生まれる。安心、安全で、おいしい食べ物づくりは、元気な生産者が居てこそ、達成できる。元気な稲、倒伏の心配がない強稈の稲、思い切り多収穫ができる稲作、

完熟の鶏糞堆肥をしっかりと田んぼに入れて、天を突くような強健で倒伏のない元気な稲を育てたい。

私ども秋川牧園の飼料用米の栽培は、「元気な生産者づくり」の原点であると考えている。

ウ 飼料用米の利用の取組について

当社の使用する秋川牧園オリジナルの飼料の量は、月間約 1,800 トン近くに及んでいる。現在、生協ルートから供給される飼料用玄米が 20%の配合率となっているので、当社の利用する飼料用米は、年間約 4,000 トン以上にもなる計算となる。

当社自身が直接手掛ける山口県での飼料用米の栽培は 2009 年の試験田の栽培から始まった。一方、2010 年春から、採卵用飼料について生活協同組合ルートで導入された飼料用米を使用してきた経緯がある。現在の飼料用米の配合率は、採卵用とブロイラー用に、玄米で 20%が基準、モミ米については、若鶏の後期飼料に 10%基準で使用しており、飼育成績、食味について、いずれも高評価を得ている。

このような経過から、モミ米の給与についても、鶏の嗜好性、産卵成績に何ら支障がないこと、さらに、生産物の食味についても、向上することについてその確認を得てきている。

③ 試験圃場での栽培試験・・・飼料用米専用品種との出会い

飼料用米専用品種との出会いは、2008 年、山口県農林総合技術センターが農家に栽培を委託した試験圃場の視察見学会から始まる。栽培されていた品種は「モミロマン」。まだ、この名前が付けられる前の段階であった。倒伏を知らない強稈性、この稲を見た時に直観したのは、まさに倒れない稲という印象であった。ただ、その時に見たモミロマンは、もっともっと堆肥を、そして肥料を欲しがっている、そんな表情をした稲だと感じとった。そこで、この倒伏を知らない飼料用米の専用品種に、しっかり鶏糞発酵堆肥を入れて多収穫栽培を行い、その多収穫によるコスト面の競争力の強い飼料用米を本格的に作りたい・・・競争力のある本格的な飼料用米への挑戦が始まったのは、まさにその時だったのである。

④ 自前の飼料用米試験圃場

翌 2009 年春、地元山口中央農業協同組合秋穂支所にご協力いただき、耕作放棄地となっていた田んぼをお借りして、飼料用米専用品種「モミロマン」による試験圃場栽培がスタートした。そして、春、秋、2 回にわたり実施されたその試験圃場の視察会には、多数の視察者やマスコミのご参加もいただいた。試験田は、荒廃田跡地だったにもかかわらず、モミで反収 1 トン近くの多収穫が実現でき、翌年からは、地元山口県で、多くの元気な生産者が参加いただくことになった。

⑤ 当社が山口県で取り組む飼料用米の栽培について

2009 年春、当社の試験田での成功に勇気づけられ、2010 年から当社が主体的に指導し、当社がその飼料用米の全量を引き取る地域循環型の飼料用米栽培が始まることになった。当社の飼料用米の栽培の基本政策は、次のように要約される。

ア 飼料用米栽培の基本方針 ー地域循環と鶏糞堆肥による地力の強化ー

- 多収穫栽培による低コスト生産を志向する・・・まず、反収 1,000 kg (もみ)を目指す。
 - 地域循環による豊かな地域農業づくり、元気な生産者を育てる。
 - 土づくりを大切にする。当社の生産する無投薬飼育を基本とする健康若鶏の発酵鶏糞堆肥を基本肥料として、毎年、10a当り 500～1000 kgを元肥として投入し、地力の強化と、肥料代の大幅な節減を図る。
 - 当社における鶏舎内の敷料の管理は、年 4 回、入雛毎にチップ等を敷料として鶏舎に大量に購入して入れる一般の飼育方式とは異なる。入雛する群の前の鶏群の敷料をそのまま鶏舎に残し、それを約 3 週間にわたって堆積発酵させたものを次回の鶏群の敷料として利用している。このような形で、全く抗生物質等の薬を使用しない飼育で好成績を上げることができているのは、多年に渡って開発した当社独特の技術体系に負うところが大きい。当社には、効果的な有用菌により十分に発酵した鶏糞が大量に生産されており、これを地元の生産農家の農地に還元する地域循環が、当社の飼料用米生産における重要なポリシーとなっている。
 - 地元農家による飼料用米の栽培が始まって 5 年目になるが、多量の有機質肥料を使い続けているため、年々地力が向上しており、この意味から、飼料用米の栽培は水田の地力の増加という、もう一つの地域資産を形成している。また、私共、秋川牧園にとっても、鶏糞肥料を、遠くの県外に運んで販売しなくて済み、ここにも地域循環の良さが認められている。なお、当社の飼料用米栽培農家に供給する発酵鶏糞堆肥は、圃場まで無償で供給しており、堆肥撒布機は、山口県の助成を得て、飼料用米農家の共同利用に供されている。
 - 施肥設計については、各年の、有効に機能する総窒素量の標準値を 15～20 kg/10aとして施肥設計を行う。
 - 総窒素量については、すべてを鶏糞堆肥の窒素で充足できることを理想とし、必要量の 80%を当社の鶏糞発酵堆肥で充足し、残り 20%程度を、硫安等の即効性の窒素肥料で調整する。
 - 完熟鶏糞堆肥の窒素の標準成分、当年度寄与分、次年度以降寄与分の推算は、土質で調整することを原則とするが、標準的には次の基準を用いる。
 - 鶏糞堆肥中の窒素成分・・・・・・・・ 3.3%
 - 投与初年度に寄与する窒素成分・・・ 40.0%
 - 2年目に寄与する窒素成分・・・・・・・・ 10.0%
 - 3年目に寄与する窒素成分・・・・・・・・ 5.0%
- なお、カリ、リン酸については、十分に含まれるので、別に施肥をする必要はない。また、鉄、カルシウム、珪酸等、微量成分も鶏糞堆肥に十分に含まれるので原則として必要としないのも大きな利点でもある。
- 農薬、除草剤等については、使用しないことを理想とするが、当面は、多収穫によるコストダウンを優先すべきという観点から、一部の無農薬栽培を除き、最小限度の農薬、除草剤の使用を認めている。なお、秋川牧園で栽培し、取り扱う野菜や米は、原則、農薬や化学肥料を使用しない安心農産物となっている。

イ 飼料用米栽培の現況について — 営農技術指導と切磋琢磨でよい意味での競争を —

- 技術、収量、品質等の向上は、切磋琢磨とノウハウの共有化が支えとなる。
- 当社では、飼料用米の取組みを始めた当初から、欠かさず実行していることがある。それは、年、最低2回以上行う生産者の圃場の視察会であり、多数の生産者が欠かさずに参加を続けている。秋に行う視察会は、山口県飼料用米推進協議会の主催による共励会を兼ねた行事であり、山口県畜産振興課、山口県農業林総合技術センター、中国四国農政局山口地域センター等の関係機関からも参加いただいている。毎年、成績優秀な生産農家には、山口県飼料用米協議会から表彰され、このことが生産農家の生産意欲を高める大きな力となっている。
- 山口県では、早くから県内産の飼料用米の栽培と利用の増進活動が、県と密接な連携のもと、山口県飼料用米推進会議を中心に進められている。その一環として、研修会や共励会の開催等積極的な推進活動が展開されており、発足以来、推進協議会の会長の任を当社の会長秋川実が承っている。また、飼料用米協議会の行事として開催される研修会には、現場調査を兼ね、(独)農業・食品産業技術総合研究機構から度々の講演や現地指導をいただいている。

ウ 各年別の栽培面積、品種構成、栽培方式等について

各年別の栽培面積、品種構成、栽培方式等の概略については次の通りである。

H22～H25年の反収上位3名の記録 (モミ重量)

	1位		2位		3位	
	氏名 (面積)	kg/10a (品種)	氏名 (面積)	kg/10a (品種)	氏名 (面積)	kg/10a (品種)
H22	三輪 利夫 (3.0ha)	915.4 (モミロマン)	大田 和作 (2.9ha)	830.5 (モミロマン)	海地 博志 (2.0ha)	761.3 (モミロマン)
H23	大田 和作 (2.9ha)	1004.2 (北陸193号)	海地 博志 (2.0ha)	942.9 (北陸193号)	三輪 利夫 (3.0ha)	941.4 (北陸193号)
H24	三輪 利夫 (3.0ha)	963.8 (北陸193号)	原田 鉄夫 (3.0ha)	882.7 (北陸193号)	海地 博志 (2.0ha)	856.3 (北陸193号)
H25	大田 和作 (2.5ha)	823.2 (北陸193号)	農業法人 川西 (5.8ha)	774.7 (ホシアオバ)	海地 博志 (2.5ha)	770.8 (北陸193号)

- 反収について、当初は取組む生産農家の間に技術や生産意欲の差が見られたが、最近はかなり平均化され、栽培技術の向上が見られる。上位の生産者は反当たり1トンに近い収量を確保している。あとは、耐虫性の品種問題が解決すれば、収量1トン(モミ、玄米換算13俵)も安定的なものになると判断している。
- 採用している品種は、現状で多収穫が実現できる北陸193号が主体で、その種子の生産については(独)農業・食品産業技術総合研究機構との利用許諾契約を締結し、採種も行っている。

エ 集荷と飼料への利用について

山口県で栽培する当社の飼料用米は、全量モミで集荷され、モミで保管され、モミで飼料に配合される。

30 日齢以後のブロイラーにモミを与えているが、期待した成績は十分に発揮されている。モミは乾燥後、各農家、農家グループ単位で集荷され、300 kg毎にトランスバッグに収納され、秋の収穫期に飼料工場の近くの倉庫に保管される。トランスバッグ当たりの重量を 300 kgに統一しているのは、飼料工場での再計量を行う手間を省略しコストダウンを図るためである。

当社が栽培を進める山口県の飼料用米は、国産肉用種「はりま」を主体に、秋川牧園の健康鶏肉生産用の飼料に使用されている。また、当社の鶏卵、鶏肉生産のすべてに飼料用米が使用されている。

⑥今後に向けての課題と、その早期解決を目指して

これまで、飼料用米専用品種の採用による多収穫の実現、鶏糞堆肥の農地還元による地域循環、モミ米の利用による保管分別の簡素化、元気な生産者を育てる等、その一定の成果を得てきた。しかしながら、残された解決すべき課題も、また少なくない。それらを列挙すれば、

- ・飼料用専用品種の耐虫性品種改良(ウンカ、コブノメイガ等)の早期実現
- ・保管コストの低減、低コスト型の保管サイロの設置。
- ・ハンドリングコストや保管庫までの運賃の低減
- ・生産圃場の地域集中化によるコストダウンの推進

等が、緊急な重点課題となる。

「これらの課題を解決するために想定される改善改革について」

一番に大きい課題は、飼料用米の耐虫性強化の品種改良の問題である。飼料用米専用品種の主流が、インディカの遺伝子を導入したものであり、それにより、多収穫による倒伏性が見られないたくましい稲になっていることは、品種改良上、特筆すべき成果である。

当初、当社で主体的に栽培した「モミロマン」は、耐倒伏性に対しては申し分ない成果を上げたが、最終的な結実率は悪く、その要因による収量の低下を招く現象が続いた。この現象が起こるのは、山口県の飼料用米栽培の適地が瀬戸内海側にあり、この地帯の田植え時期が、麦との 2 毛作との関係もあって遅く、食用米の田植えが 6 月中旬となることから、飼料用米の田植えはその後の 6 月下旬から 7 月上旬にずれ込むことが要因として大きい。そのため、もともと晩生であるインディカ交配の飼料用米、特に「モミロマン」は秋冷により結実率が低下したのではないかと考えた。これらの経験から、「北陸 193 号」を採用し、その結果、結実率は改善されたが、コブノメイガ、ウンカによる被害が克服すべき大きな課題になっている。

以上の経過から、インディカ遺伝子をもつ飼料用専用品種の結実率、耐寒性、熟期を早める、色調、耐虫性の抜本的品種改良が特に急がれる課題であり、遺伝子マーカー法等を基軸とした、飼料用米専用品種の耐虫性改良は国や関係機関を含めての緊急重点課題と考える。この分野は、現場産地レベルでは解決できることのできない専門分野なので、国の早急な対策を強く要望するものである。

次に、ハンドリングコスト、物流コスト、保管コストの改善が挙げられる。米国等、海外から輸入されているトウモロコシ等の飼料原料は、イリノイ州、アイオワ州等の産地からミシシッピ河を経て、ニューオーリンズ港に運ばれ、船で日本の飼料工場に入るが、その総費用が僅かキロ 10 円程度のコストである事実を直視する必要

がある。飼料用米の保管、検査、物流等を含めた流通コストの低減は喫緊の課題である。これらの課題の解決には、海外型の安価な保管鉄板サイロの導入、その設置に伴う建築確認手続きの簡易化、低コスト化、保管設備への助成措置の強化等が急がれるものと判断している。

⑦飼料用米のもつ価値の再確認と non-GMO

飼料用米は、米の余剰問題、荒廃田対策の決め手となる。飼料原料としての穀物の輸入量は、年間、約 1,500 万トンにも及んでいる。一方で、日本の米の生産量は約 800 万トン、いかに、飼料への需要が大きいかかわかる。荒廃田の防止、米の余剰対策、食料自給率の向上、日本農業の活性化等、その量的な分析でも飼料用米がその切り札となることは明確である。

また、日本では、米について遺伝子組み換えをしないで頑張ってきた。今、海外から輸入されているトウモロコシの大部分が遺伝子組み換え作物(GMO)となる中、遺伝子組み換えしない作物(non-GMO)の価格が高騰している。日本の米が non-GMO であることが、コストへの大きな対抗力となってきたことを意味する。

日本の飼料用米を中長期的に育てるために、品種改良問題、流通保管コストの低減等、思いきった抜本的な施策が、今、求められている。

10 畜種別の飼料用米給与量(まとめ)

(1) 一般的に利用可能と思われる飼料用米の配合水準

<乳牛>

対象	ステージ	原料	加工法	配合割合の上限値 ¹⁾			トウモロコシを何%代替可能か ²⁾
				全飼料中(TMR給与)	乾物当たり	25%	
泌乳牛 (ホルスタイン種)	泌乳全期間	粳米	破碎 (2mm以下)	全飼料中(TMR給与)	乾物当たり	25%	100%以内
泌乳牛 (ホルスタイン種)	泌乳全期間	粳米	蒸気圧ぺん	全飼料中(TMR給与)	乾物当たり	25%	100%以内
泌乳牛 (ホルスタイン種)	泌乳全期間	玄米	破碎 (2mm以下)	全飼料中(TMR給与)	乾物当たり	25%	100%以内
泌乳牛 (ホルスタイン種)	泌乳全期間	玄米	蒸気圧ぺん	全飼料中(TMR給与)	乾物当たり	25%	100%以内

1) 国産飼料用米を用いた試験場内試験と現地実証試験により、飼養・乳量・乳質に影響がないことを確認。生産現場では25%配合の長期給与の実績があること等から安全を見込んで上限値を設定。蒸気圧ぺん処理は破碎処理(2mm以下)と利用性が同等と判断。日本飼養標準・乳牛(2006)に掲載されている栄養要求量を満たすように飼料設計することが必要。

2) 配合飼料中のトウモロコシの配合割合を40%と仮定した場合、その全量は上記飼料用米で代替可能と判断。

<肉用牛>

対象	ステージ	原料	加工法	配合割合の上限値 ^{1, 2)}			市販配合飼料を飼料用米で置き換える場合のイメージ
				市販配合飼料を一部置き換え	原物当たり	30%	
肥育牛 (黒毛和種)	肥育前～後期	粳米	破碎 (2mm以下)	市販配合飼料を一部置き換え	原物当たり	30%	<p>トウモロコシ 40%</p> <p>大豆 25%</p> <p>ふすま 20%</p> <p>大豆かす 5%</p> <p>その他 10%</p> <p>トウモロコシを40%含む市販配合飼料の場合</p> <p>↓</p> <p>全体の30%を飼料用米で置き換えると</p> <p>トウモロコシ 28%</p> <p>大豆 17.5%</p> <p>ふすま 14%</p> <p>大豆かす 3.5%</p> <p>その他 7%</p> <p>トウモロコシ含量は40%→28%に</p>
肥育牛 (黒毛和種)	肥育前～後期	粳米	蒸気圧ぺん	市販配合飼料を一部置き換え	原物当たり	30%	
肥育牛 (黒毛和種)	肥育前～後期	粳米	サイレージ	市販配合飼料を一部置き換え	乾物当たり	30%	
肥育牛 (黒毛和種)	肥育前～後期	玄米	破碎 (2mm以下)	市販配合飼料を一部置き換え	原物当たり	30%	
肥育牛 (黒毛和種)	肥育前～後期	玄米	蒸気圧ぺん	市販配合飼料を一部置き換え	原物当たり	30%	

1) 国産飼料用米を用いた試験場内試験により、飼養・枝肉成績・肉質に影響がないことを確認。市販配合飼料の一部を国産飼料用米に単純に置き換えても問題なく給与できる水準。蒸気圧ぺん処理は破碎処理(2mm以下)と利用性が同等と判断。市販配合飼料は成分値に幅があるため、日本飼養標準・肉牛(2008)に掲載されている栄養要求量を満たす範囲で置き換え割合を決める必要。

2) 粳米サイレージは調製条件により水分含量が異なるため、乾物当たりの値とする。

<豚>

対象	ステージ	原料	加工法	配合割合の上限値 ¹⁾		トウモロコシを何%代替可能か ²⁾
				全飼料中原物当たり	40%	
肥育豚 (LWD、パークシャー種、デュロック種)	肥育後期	玄米	破碎 (2mm以下)	全飼料中原物当たり	40%	57%以内

1) エコフィード等の他のタンパク質源とともに国産の飼料用米を利用する場合を想定し、問題なく給与できる上限値。飼料用米を40%以上配合した飼料を用いて、4戸の現地農家および5研究機関で飼養試験(飼料用米を給与した豚は205頭)を行い、飼養・枝肉・肉質成績が低下しないことを確認。

2) 配合飼料中のトウモロコシの割合を70%と仮定した場合の値。

<卵用鶏>

ステージ	原料	加工法	配合割合の上限値 ^{1、2)}		トウモロコシを何%代替可能か
産卵期	粳米	未処理	全飼料中原物当たり	30%	40%以内

1) 国産の飼料用粳米を用いた農家での実証試験において、飼養成績、卵質成績を低下させないことを確認し設定。

2) 安全性を見込んだ配合水準。

<肉用鶏>

対象	ステージ	原料	加工法	配合割合の上限値 ^{1~3)}		トウモロコシを何%代替可能か
				全飼料中原物当たり	20%	
ブロイラー	初生～9日齢 (前期)	粳米	粉碎	全飼料中原物当たり	20%	35%以内
	9日齢～21日齢 (前期)	粳米	未処理	全飼料中原物当たり	20%	35%以内
	21日齢～出荷 (後期)	粳米	未処理	全飼料中原物当たり	18%	25%以内
肉用鶏 (地鶏)	7日齢以降～ 出荷	粳米	未処理	全飼料中原物当たり	30%	40%以内

1) 肉用鶏(ブロイラー)では、油脂添加により問題なくME要求量を満たすことが可能な水準。

2) 国産の飼料用粳米を用いた研究所での飼養試験(n=100羽)において、飼養成績、肉質成績を低下させないことを確認。

3) 肉用鶏(地鶏)では、安全性を見込んだ配合水準。農家での実証試験(n=710羽)において、飼養成績、肉質成績を低下させないことを確認。

(2) 研究機関の飼養試験から得られた飼料用米の配合上限値

<乳牛>

対象	ステージ	原料 ¹⁾	加工法	配合割合の上限値 ²⁾			トウモロコシを何%代替可能か ³⁾
				全飼料中 (TMR給与)	乾物当たり	30%	
泌乳牛 (ホルスタイン種)	泌乳前期 (最盛期)	玄米	蒸気圧ぺん	全飼料中 (TMR給与)	乾物当たり	30%	100%以上
泌乳牛 (ホルスタイン種)	泌乳 中後期	玄米	破碎 (2.38mm以下が目安)	全飼料中 (TMR給与)	乾物当たり	35%	100%以上

- 1) 粳米(破碎、蒸気圧ぺん、サイレージ)については、試験事例が少ないため掲載せず。試験は全て単味飼料を混合したTMRで実施。分離給与や配合飼料を置き換える場合については未検討であり、今後の検討が必要。
- 2) 国産飼料用米を用いた試験場内試験により、飼養・乳量・乳質に影響がないことを確認して算出。日本飼養標準・乳牛(2006)に掲載されている栄養要求量を満たすように飼料設計し、牛の反応を見ながら他の飼料との配合割合を調整すること。
- 3) 飼料乾物中の粗飼料と濃厚飼料の割合を50:50あるいは40:60とし、濃厚飼料中のトウモロコシの配合割合を40%と仮定した場合の試算値。

<肉用牛>

対象	ステージ	原料	加工法	配合割合の上限値 ^{1、2)}			トウモロコシを何%代替可能か ³⁾
				濃厚飼料中	原物当たり	35%	
肥育牛 (黒毛和種)	肥育 前～後期	粳米	破碎 (2mm以下)	濃厚飼料中	原物当たり	35%	87%以内
肥育牛 (黒毛和種)	肥育 前～後期	粳米	蒸気圧ぺん	濃厚飼料中	原物当たり	35%	87%以内
肥育牛 (黒毛和種)	肥育 前～後期	粳米	サイレージ	濃厚飼料中	乾物当たり	35%	87%以内
肥育牛 (黒毛和種)	肥育 前～後期	玄米	破碎 (2mm以下)	濃厚飼料中	原物当たり	35%	87%以内
肥育牛 (黒毛和種)	肥育 前～後期	玄米	蒸気圧ぺん	濃厚飼料中	原物当たり	35%	87%以内

- 1) 国産飼料用米を用いた試験場内試験により、飼養・枝肉成績・肉質に影響がないことを確認。自家配合を基本として、国産飼料用米をトウモロコシの代わりに混合し、問題なく給与できる水準。日本飼養標準・肉牛(2008)の栄養要求量を満たすように配合設計するとともに、定期的に血液検査を行って血中ビタミンA濃度を40IU/dLを下回らないよう適宜ビタミンA製剤の投与を行うことが必要。
- 2) 粳米サイレージは調製条件により水分含量が異なるため、乾物当たりの値とする。
- 3) 配合飼料中のトウモロコシの配合割合を40%と仮定した場合の試算値。

<豚>

対象	肥育期間	原料	加工法	配合割合の上限値 ¹⁾		トウモロコシを何%代替可能か ²⁾
				全飼料中原物当たり	50%	
肥育豚(LWD)	前～後期	玄米	破碎(2mm以下)	全飼料中原物当たり	50%	71%以内
肥育豚(LWD、B種、LDB)	後期	玄米	破碎(2mm以下)またはエクストルーダ処理	全飼料中原物当たり	75%	100%以内
肥育豚(LWD)	前～後期	粳米	破碎(2mm以下)	全飼料中原物当たり	30%	43%以内
肥育豚(LDB、LWD)	後期	粳米	エクストルーダ処理	全飼料中原物当たり	60%	86%以内

1) 国産の飼料用米を用いた飼養試験により、飼養・枝肉・肉質成績を低下させないことを確認。試験は2箇所以上で飼料用米を給与した豚20頭以上の規模で実施。

2) 配合飼料中のトウモロコシの割合を70%と仮定した場合の値。

<卵用鶏>

ステージ	原料	加工法	配合割合の上限値 ¹⁾		トウモロコシを何%代替可能か
4～20週齢産卵期	粳米	未処理	全飼料中原物当たり	60%	100%以内

1) 試験場内試験結果から、飼養成績、卵質成績を低下させないことを確認した配合水準。

<肉用鶏>

対象	ステージ	原料	加工法	配合割合の上限値 ¹⁾		トウモロコシを何%代替可能か
				全飼料中原物当たり	52%	
ブロイラー	初生～9日齢(前期)	粳米	粉碎	全飼料中原物当たり	52%	100%以内
	9日齢～21日齢(前期)	粳米	未処理	全飼料中原物当たり	52%	100%以内
	21日齢～出荷(後期)	粳米	未処理	全飼料中原物当たり	59%	100%以内
肉用鶏(地鶏)	7日齢以降～21日齢	粳米	未処理	全飼料中原物当たり	30%	40%以内
	21～84日齢(出荷)	粳米	未処理	全飼料中原物当たり	55%	100%以内

1) 試験場内試験結果から、飼養成績、肉質成績を低下させないことを確認した配合水準。ただし、ブロイラーでは、油脂添加を6%に抑えて粳米を多給した場合には、ME要求量を充足することができないものの、飼養成績、肉質成績の低下は見られなかった。

11 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(ベンゾビスクロン、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？

Q32) 飼料用米を保管する際の適正な含水率はどの程度か？

家畜への給与について

Q33) 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？

Q34) 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？

Q35) 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？

Q36) 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？

Q37) 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？

Q38) ソフトグレインサイレージは豚に給与できるか？

Q39) 粳米サイレージとソフトグレインサイレージ(SGS)の違いは何か？

②回答

Q1) 飼料に適する多収品種の特徴は？

穂が大きく、飼料として利用する粳や玄米が多収であることが大きな特徴である。多収でも十分な耐倒伏性が確保できるような稈が強い。玄米の外観品質が悪い品種や大粒、長粒の品種が多い。また、いもち病に対して見かけ上強い品種が多い。

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 10-(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、深水灌漑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。

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。他の個体との交雑率は通常 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。ただし、糯(もち)品種の場合にはキセニアが起こるので、主食用米の場合と同じく、糯(もち)品種と隣接して粳(うるち)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ので、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ため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、粳重では？

粳重と玄米重は、粳重が 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決めることができる。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粳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の落水など、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方法、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10-(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、シラフルオフェン、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、フラメトピル、フルセトスルフロン、フルトラニル、プロベナゾール、ペノキスラム、マラソン(マラチオン)、メキシフェノジド、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、イマゾスルフロン、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稻除草剤は多いが、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虫害対策とは？

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ってはならない。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10- (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、病虫害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10- (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) 飼料用米を保管する際の適正な含水率はどの程度か？

食用米では、品質や食味の関係から、仕上げの水分含量は14.5~15.0%が推奨されている。飼料用米は、過乾燥による食味の低下は問題にならないが、逆に乾燥が不十分だと、保管時にカビ等の発生リスクが高まる。したがって、飼料用米の場合、乾燥経費や保存性を考慮すると、15%以下まで乾燥させて保管することが望ましい。

Q33) 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、死亡することもある。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。

Q34) 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？

罹病粳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、粳米を牛に給与する場合も、総飼料中のウスチロキシン A(粳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 以下の罹病稲量であれば、問題ないと考えられる。ただし、罹病粳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ため注意する必要がある。なお、稲こうじ病の罹病粳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、また罹病粳米を玄米に調製することにより罹病部分の混入を抑制することが可能である。

Q35) 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？

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、産卵鶏用飼料への粳米混合割合が 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、稲こうじ病の罹病粳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、また罹病粳米を玄米に調製することにより罹病部分の混入を抑制することが可能である。

Q36) 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、すでに各家畜向けに製造・販売されている事例が散見される。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るので、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る。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ある。研究分野ではペレット中の「玄米」割合を 42.3%まで高めた場合の泌乳試験が行われている。

Q37) 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た。玄米を配合した飼料を給与した方が、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、その差は小さな違いと判断された(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る(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 例中 1 例で認められた。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なかった。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」と結論している。もちろん、増体が悪くなることはない。

「肉のしまり」については、ドリップロスやクッキングロス調べているが、飼料用玄米給与による明確な影響は認められていない。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ある。

Q38) 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、粉碎が必須である。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粳米のサイレージを、粉碎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。粉碎することにより、粳米中の米部分を消化することが可能となり、粳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、湿式破碎ポンプを用いて粳米サイレージを効率的に粉碎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、粳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ないが、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た。これは、粳米サイレージの配合率を高めると、飼料中の粳がらの割合が高くなることが原因と考えられる。

Q39) 粳米サイレージとソフトグレインサイレージ(SGS)の違いは何か？

粳米サイレージとは、粳米を収穫した後にサイレージ調製したものであり、どの熟期に収穫した粳米を用いても総じて粳米サイレージという。一方、ソフトグレインサイレージ(Soft grain silage; SGS)はホールクロップサイレージ利用が行われている飼料ムギや飼料イネ、トウモロコシなどで、糊熟期～黄熟期の柔らかい状態の子実のみを茎葉と分離して収穫しサイレージ化したものであり、通常はムギ SGS やイネ SGS、トウモロコシ SGS などと呼ぶ。SGS(正確にはイネ SGS)は、粳米サイレージの範疇に入るものであり、SGS=粳米サイレージではない。

(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」(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)に従って、実施する。その概略は以下のとおりである。

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、もしくは粳穀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、通知で明記された一部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、シラフルオフェン、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・シラフルオフェン水和剤
エチプロール・シラフルオフェン粉剤
クロチアニジン水溶液
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・シラフルオフェン粉剤
シラフルオフェン乳剤
シラフルオフェン粉剤
チアメキサム水和剤
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
メキシフェノジド水和剤
メ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・カルフェントラゾンエチル・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
カルフェントラゾンエチル・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。

また、3. に該当する農薬成分については、適宜、見直しが行われているため、農林水産安全技術センターのホームページ (http://www.famic.go.jp/ffis/feed/tuti/21_658.html)や行政機関等の最新の情報を入手して、正しく農薬使用すること。

(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。
	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SM1 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
	ピラゾレート粒剤	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。
	メソトリオン	マキシーMX1キロ粒剤他、多数の薬剤に使用されている。

(2014年9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

秋川 実	(株)秋川牧園	千田 惣浩	秋田県畜産試験場
浅井 英樹	岐阜県畜産研究所	富樫 達也	農林水産省 生産局 農産部 穀物課
浅野目 謙之	山形県農業総合研究センター	豊水 正昭	国立大学法人 東北大学
池ヶ谷 智仁	農研機構 北海道農業研究センター	中込 弘二	農研機構 近畿中国四国農業研究センター
石井 卓朗	農研機構 作物研究所	長田 健二	農研機構 近畿中国四国農業研究センター
稲永 敏明	熊本県農業研究センター 畜産研究所	南都 文香	国立大学法人 東北大学
浦川 修司	国立大学法人 山形大学	野中 和久	農研機構 畜産草地研究所
永西 修	農研機構 畜産草地研究所	蓮沼 俊哉	富山県農林水産総合技術センター 畜産研究所
大谷 隆二	農研機構 東北農業研究センター	林 怜史	農研機構 北海道農業研究センター
大平 陽一	農研機構 東北農業研究センター	樋口 幹人	農研機構 畜産草地研究所
大森 英之	農研機構 畜産草地研究所	福嶋 陽	農研機構 東北農業研究センター
勝俣 昌也	麻布大学 獣医学部	藤田 智博	福島県農業総合センター
神谷 充	農研機構 九州沖縄農業研究センター	藤本 寛	農研機構 近畿中国四国農業研究センター
川嶋 賢二	千葉県畜産総合研究センター	星 光雄	山形県農業総合研究センター 養豚試験場
鬼頭 英樹	農研機構 東北農業研究センター	保科 和夫	長野県畜産試験場
楡引 史郎	農研機構 畜産草地研究所	堀口 健一	国立大学法人 山形大学
後藤 徳彦	元 岐阜県養鶏農業協同組合	松下 景	農研機構 中央農業総合研究センター
小森 正己	元 岐阜県農政部畜産課	松下 浩二	山梨県畜産試験場
齊藤 陽介	宮城県畜産試験場	松村 修	農研機構 近畿中国四国農業研究センター
齋藤 早春	(地独)北海道立総合研究機構 畜産試験場	宮崎 茂	(一財)生物科学安全研究所
笹原 和哉	農研機構 中央農業総合研究センター	宮地 慎	農研機構 畜産草地研究所
佐野 美乃里	千葉県畜産総合研究センター	村上 斉	農研機構 畜産草地研究所
鈴木 庄一	福島県農業総合センター 畜産研究所	森 浩一郎	鹿児島県農業開発総合センター
関 誠	新潟県農業総合研究所 畜産研究センター	山内 稔	農研機構フェロー, 全国農業協同組合連合会
関矢 博幸	農研機構 東北農業研究センター	山口 弘道	農研機構 中央農業総合研究センター
高田 良三	国立大学法人 新潟大学	山本 泰也	三重県畜産研究所
高平 寧子	富山県農林水産総合技術センター 畜産研究所	吉田 宣夫	国立大学法人 山形大学
武田 賢治	岐阜県畜産研究所	吉永 悟志	農研機構 中央農業総合研究センター
田島 清	農研機構 畜産草地研究所	渡邊 寛明	農研機構 中央農業総合研究センター
田村 泰章	農研機構 九州沖縄農業研究センター		

農研機構:国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

(地独):地方独立行政法人

(一財):一般財団法人

(株):株式会社

② 編集者

大同 久明	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
野中 和久	農研機構 畜産草地研究所
石井 卓朗	農研機構 作物研究所
吉永 悟志	農研機構 中央農業総合研究センター
浦川 修司	国立大学法人 山形大学
永西 修	農研機構 畜産草地研究所
樋口 幹人	農研機構 畜産草地研究所
田島 清	農研機構 畜産草地研究所
村上 斉	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〈2015年度版〉

平成27年9月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

お問い合わせ先

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所
〒305-0901 茨城県つくば市池の台2

<https://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/inquiry/tech.html>

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