

II

稲発酵粗飼料の生産

Ⅱ 稲発酵粗飼料の生産

1 品 種

全国でよく利用される稲発酵粗飼料用品種（WCS 用イネ品種）には「きたあおば」「べこごのみ」「夢あおば」「べこあおば」「クサユタカ」「ホシアオバ」「たちすがた」「モミロマン」「ミナミユタカ」「モーれつ」「ニシアオバ」「クサホナミ」「クサノホシ」「はまさり」「リーフスター」「タチアオバ」の 16 品種があり、北海道から九州まで各地域に適した WCS 用イネ品種が栽培可能である。これらの WCS 用イネ品種は食用イネ品種と比べ稲株全体の乾物収量と可消化養分総量（TDN）収量が高く、多肥栽培でも倒伏しにくい特性を有する。WCS 用イネ品種には株全体に占める子実の割合が高い玄米多収型と茎葉の割合が高い茎葉多収がある。寒地寒冷地では子実多収型の品種が多いが、関東から近畿中国四国の温暖地では、長稈でモミの割合が少ない茎葉多収型品種も選択可能である。

(1) WCS 用イネ品種に求められる特性

WCS 用イネ品種と食用イネ品種では、求められる特性が異なる。WCS 用イネ品種の最も重要な特性は、収穫した地上部を牛に給与して、消化される部分の収量を示す可消化養分総量（TDN）収量が高いことである。育成地での坪刈り収量によると、食用イネ品種の風乾全重が 10a 当り最大で 1.95t、TDN 収量が 1.02t であるのに対して、開発された WCS 用イネ品種では、風乾全重が 10a 当り最大で 2.41t、TDN 収量が 1.20t まで向上している。また、WCS 用イネの栽培では高い TDN 収量を達成するために、多肥栽培が一般的であり、大量の窒素投入に耐える高度の耐倒伏性が重要である。WCS 用イネの栽培では食用イネ以上に低コスト生産が求められる。耐倒伏性の強化は、直播栽培による生産コストの低減でも重要な特性となる。また、農薬コストを削減するために、広範囲な耐病虫性の付与も食用イネ品種以上に重要である。

(2) 育成された WCS 用イネ品種の特性

① 収量性

表 1-1 と 1-2 はこれまでに育成された WCS 用イネ品種の特性を示す。表 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、品種の傾向は見ることができる。WCS 用イネ品種で最も重要な TDN 収量は、「たちすがた」、「ニシアオバ」、「リーフスター」、「タチアオバ」の 1.20 t/10a、1.17t/10a、1.17 t/10a、1.27t/10a が WCS 用イネ品種の中でも最大である。これらは、WCS 用イネ品種の中でも、稈長が 1m 以上ありモミの割合が少ないが茎葉が多くて株全体として多収となる茎葉多収型の品種である。それらの TDN 収量を食用イネ品種と比べると、「日本晴」に対して「たちすがた」が 18% 高く、「ミナミヒカリ」に対して「タチアオバ」が 27% 高い。その他の茎葉多収型には、「ミナミユタカ」、「モーれつ」、「はまさり」も含まれる。一般に茎葉多収型品種には稈長が長い品種が多いため、その利用にあたっては、長稈に対応した WCS 用収穫機が必要な場合もあり、注意が必要である。

茎葉多収型に対して、玄米収量が高く、それによって高い風乾全重と TDN 収量を達成しているのが、「きたあおば」、「べこごのみ」、「夢あおば」、「べこあおば」、「クサユタカ」、「モミロマン」などの玄米多収型品種である。「きたあおば」は玄米収量で 0.83t/10a、TDN 収量で 0.89t/10a で「きらら 397」より TDN 収量が 22%高い。「モミロマン」は玄米重で 0.82t/10a で、TDN 収量は 1.10t/10a で「日本晴」より TDN 収量が 8%高い。「ホシアオバ」、「クサホナミ」、「クサノホシ」は、玄米収量も高く稈長が長い。これらは、茎葉と玄米の両方で高い TDN 収量を達成する中間型である。中間型と玄米多収型の WCS 用イネ品種は、玄米収量が多収で飼料米品種としての適性を持つ（表 1-3）。

② 耐倒伏性及びその他の形質

茎葉多収型の品種の「たちすがた」、「ニシアオバ」、「リーフスター」、「タチアオバ」、「ミナミユタカ」、「モーれつ」、「はまさり」では、稈長が 90cm 以上ある。玄米多収型の稈長はそれよりも低い。WCS 用イネは稈が強く、食用イネ品種の「コシヒカリ」が耐倒伏性“極弱”なのに対して、耐倒伏性が“やや強”から“極強”の品種が多い（表 1-2）。しかし、その中では「きたあおば」は、北海道向けの品種であるが、耐倒伏性が「やや弱」であるので倒伏に注意する。暖地（九州）では、ニシアオバ（中）程度の耐倒伏性では倒伏が見られることもあるので注意が必要である。脱粒性は、「モーれつ」以外については、「やや難」か「難」であり食用イネ品種と大差はないが、刈り遅れると脱粒しやすくなる品種もあり、注意が必要である。

③ 栽培適地

図 1-1 は WCS 用イネ品種の栽培適地を示す。図 1-2 は WCS 用イネ品種の熟期区分を地域：寒地（北海道）、寒冷地北部（青森県、岩手県、秋田県）、寒冷地中部（宮城県、山形県、福島県）、寒冷地南部（北陸）、温暖地（関東、東山、東海、近畿、中国、四国）、暖地（九州）ごとに示す。表 1-1～3 は、各品種を作物研究所の圃場（茨城県つくばみらい市）で栽培した場合の早晩性に基づいて、早生から晩生の順に配列している。例えば、「ホシアオバ」は温暖地では中生で、寒冷地南部では晩生、暖地では早生になる。九州の「ミナミユタカ」は九州の普通期の作付体系では 6 月中下旬に移植されるが、関東で多くみられる 5 月中下旬の移植では、「クサホナミ」よりも早生である。一方、関東の極晩生品種である「クサノホシ」、「はまさり」、「リーフスター」は九州の普通期でも晩生である。初めて WCS 用イネを導入する場合は、数品種を小区画で試験栽培し、出穂性や収量性の地域適応性を確認することが必要である。

表 1-1 WCS 用イネ品種の育成地での移植栽培による成績

品種名 (比較品種)	育成地所在地	出穂期	成熟期	稈長	黄熟期	成熟期	玄米重	推定TDN	推定TDN	推定TDN収
		(月. 日)	(月. 日)	(cm)	乾物全重 (t/10a)	風乾全重 (t/10a)	(t/10a)	含量(%) ^{*1}	収量(t/10a)	量比率(%)
きたあおば	北海道	8.01	9.27	79	1.42	1.76	0.83	60.9	0.89	122
(きらら397)	札幌市	8.01	9.20	69	1.22	1.45	0.65	59.3	0.73	100
べこごのみ	秋田県	7.25	8.31	79	1.17	1.55	0.69	62.1	0.73	106
(アキヒカリ)	大仙市	7.29	9.01	75	1.10	1.49	0.65	62.5	0.69	100
夢あおば	新潟県	7.29	9.10	86	1.52	1.73	0.72	61.2	0.93	105
(ふくひびき)	上越市	7.27	9.07	78	1.44	1.61	0.74	61.6	0.89	100
べこあおば	秋田県	8.07	9.24	70	1.37	1.77	0.73	61.9	0.85	110
(ふくひびき)	大仙市	8.04	9.12	72	1.23	1.54	0.69	62.9	0.77	100
クサユタカ	新潟県	8.05	9.26	87	1.50 ^{*5}	1.71	0.73	58.1	0.94	103
(オオチカラ)	上越市	8.06	9.23	88	1.50 ^{*5}	1.70	0.70	58.9	0.91	100
(キヌヒカリ)		8.06	9.21	85	1.44 ^{*5}	1.64	0.63	-	-	-
ホシアオバ ^{*3}	広島県	8.13	9.31	101	1.52	1.91	0.71	58.6	0.91	103
(クサホナミ)	福山市	8.24	10.13	96	1.50	1.86	0.61	58.3	0.88	100
たちすがた	茨城県	8.11	10.05	109	2.02	2.19	0.60	59.6	1.20	118
(日本晴)	つくばみらい市	8.16	9.27	90	1.75	1.85	0.56	58.0	1.01	100
モミロマン	茨城県	8.15	10.09	89	1.80	2.12	0.82	61.0	1.10	108
(日本晴)	つくばみらい市	8.17	9.27	90	1.76	1.87	0.60	57.9	1.02	100
ミナミユタカ	宮崎県	8.28	10.08	101	1.29 ^{*5}	1.47	0.31	-	-	-
モーれつ	佐土原町	8.28	10.08	104	1.21 ^{*5}	1.37	0.27	-	-	-
(ユメヒカリ)		8.30	10.10	71	1.21 ^{*5}	1.38	0.40	-	-	-
ニシアオバ	福岡県	8.19	9.28	105	1.97	2.24	0.65 ^{*2}	59.3	1.17	115
(ニシホマレ)	筑後市	8.21	9.26	93	1.72	1.94	0.56 ^{*2}	59.1	1.01	100
クサホナミ ^{*4}	茨城県	8.24	10.08	95	1.85	2.08	0.67	59.2	1.10	105
(はまさり)	つくばみらい市	8.30	10.07	96	1.67	1.90	0.46	61.1	1.05	100
クサノホシ ^{*3}	広島県	8.28	10.18	104	1.63	2.06	0.65	57.1	0.94	107
(クサホナミ)	福山市	8.24	10.13	96	1.50	1.86	0.61	58.3	0.88	100
リーフスター	茨城県	8.31	10.16	109	1.92	2.14	0.42	61.0	1.17	111
(はまさり)	つくばみらい市	8.31	10.08	96	1.73	1.92	0.51	60.7	1.05	100
タチアオバ	福岡県	8.29	10.19	106	2.13	2.41	0.66	59.5	1.27	127
(ミナミヒカリ)	筑後市	8.25	10.09	86	1.69	1.95	0.56	59.5	1.00	100

ホシアオバ、クサホナミ、クサノホシ以外は新品種決定に関する参考成績書による。

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

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

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

表 1-2 WCS 用イネ品種の特性

品種名	耐倒伏性	穂発芽性	脱粒性	葉いもち		縞葉枯 病耐病性	障害型 耐冷性	玄米の形	玄米千 粒重 _g	毛茸
				真性抵抗性	圃場抵抗性					
きたあおば	やや弱	不明	難	+	弱	不明	やや強	やや円	21.7	有
べこごのみ	強	易	難	<i>Pib,Pik</i>	強	罹病性	やや弱	中	22.0	有
夢あおば	極強	中	難	<i>Pita-2,Pib</i>	不明	抵抗性	やや弱	中	26.5	有
べこあおば	強	やや易	難	<i>Pita-2 or Pita</i>	やや弱	罹病性	弱	やや細長	30.6	有
クサユタカ	強	やや易	難	<i>Pia,Pik</i>	中	罹病性	弱	やや細長	35.0	有
ホシアオバ	やや強	やや易	やや難	<i>Pita-2,Pib</i>	不明	抵抗性	不明	やや細長	29.4	有
たちすがた	強	難	難	<i>Pib</i>	不明	抵抗性	中	やや細長	25.1	有
モミロマン	極強	やや易	難	不明	不明	罹病性	中	やや細長	24.1	有
ミナミユタカ	強	易	難	不明	不明	抵抗性	不明	極長	17.2	有
モーれつ	強	やや易	極易	不明	不明	抵抗性	不明	極長	16.9	有
ニシアオバ	中	易	難	<i>Pia,Pikm</i>	中	罹病性	不明	やや細長	29.3	有
クサホナミ	強	やや易	難	<i>Pia,Pii,Pik+α</i>	不明	抵抗性	不明	やや円	21.7	無
クサノホシ	やや強	難	難	<i>Pita-2,Pib</i>	不明	抵抗性	不明	やや円	24.3	有
はまさり	強	難	難	<i>Pia,Pish</i>	やや強	抵抗性	不明	やや細長	18.4	無
リーフスター	強	やや易	難	不明	不明	罹病性	不明	やや細長	20.3	無
タチアオバ	極強	中	難	<i>Pia,Pii</i>	中	抵抗性	不明	中	22.2	有
食用イネ品種 (比較)										
日本晴	やや強	難	難	<i>Pia</i>	中	罹病性	極弱	中	20.4	有
ニシホマレ	やや強	やや易	やや易	<i>Pia</i>	中	罹病性	不明	やや細長	21.2	有
コシヒカリ	極弱	極難	難	+	弱	罹病性	強	中	20.6	有

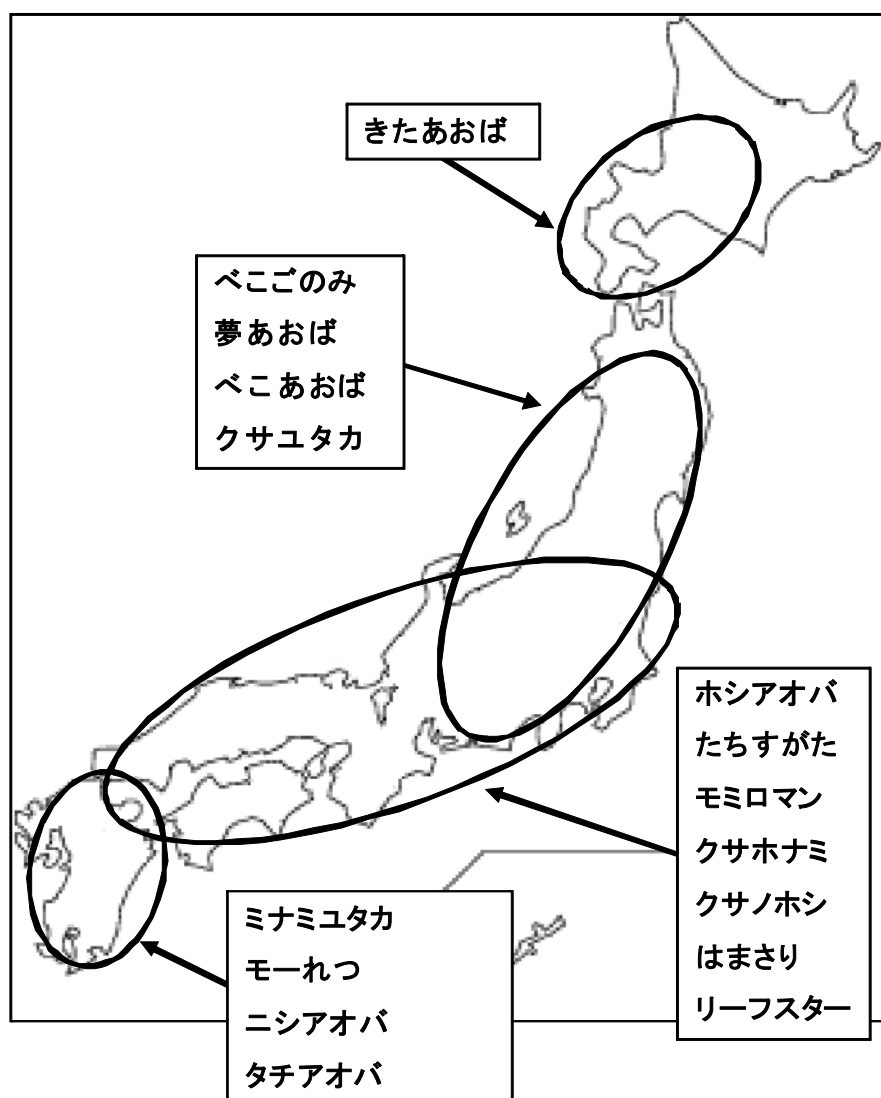


図 1-1 WCS 用イネ品種の栽培適地

[illegible]

図 1-2 WCS 用イネ品種の熟期区分

表 1-3 WCS 用イネ品種の概要

品種名	長所	短所	飼料米適性
きたあおば	乾物収量が高い 玄米収量が高い	いもち病抵抗性が不十分 耐冷性が不十分	高い
ぺこごのみ	乾物収量が高い 熟期が早い	耐冷性が弱い	高い
夢あおば	乾物収量が高い 耐倒伏性が強く、湛水直播栽培に適する 大粒で識別性がある	耐冷性が弱い	高い
ぺこあおば	乾物収量が高い 耐倒伏性が強く、湛水直播栽培に適する 大粒で識別性がある	いもち病抵抗性が弱い 耐冷性が弱い	高い
クサユタカ	乾物収量が高い 大粒で識別性がある	白葉枯病に弱い 耐冷性が弱い	高い
ホシアオバ	乾物収量が高い 縞葉枯病に抵抗性がある 大粒で識別性がある	ニカメイガに対する抵抗性が弱い	高い
たちすがた	乾物収量が高い 耐倒伏性が強い 縞葉枯病に抵抗性がある		やや低い
モミロマン	玄米収量が高い 耐倒伏性が強い	縞葉枯病に罹病性である 白葉枯病に弱い	高い
ミナミユタカ	乾物収量が高い 耐倒伏性が強い 玄米が長粒で識別性がある		低い
モーれつ	乾物収量が高い 耐倒伏性が強い 玄米が長粒で識別性がある	脱粒性が極めて易である	低い
ニシアオバ	乾物収量が高い 大粒で識別性がある	多肥条件で耐倒伏性が不十分である	やや低い
クサホナミ	乾物収量が高い 縞葉枯病に抵抗性がある	ニカメイガに対する抵抗性が弱い	高い
クサノホシ	乾物収量が高い 縞葉枯病に抵抗性がある	ニカメイガに対する抵抗性が弱い	やや高い
はまさり	茎葉部分が大きく、乾物収量が高い 耐倒伏性が強い やや長粒で識別性がある	紋枯病にやや弱い	低い
リーフスター	茎葉部分が大きく、乾物収量が高い 未消化物の排泄量が少ない	直播での耐倒伏性が不十分である 縞葉枯病に罹病性である	低い
タチアオバ	乾物収量が高い 耐倒伏性が強い	いもち病・白葉枯病にやや弱い	やや低い

④ 今後育成されるWCS用イネ

幅広い熟期の WCS 用イネ品種が育成され、日本全国で WCS 用イネが栽培できるようになった（図 1-1）が、WCS 用の専用品種が開発されていない東北北部の一部では、主食用品種で多収の「むつほまれ」、「アキヒカリ」、「トヨニシキ」等が、また、沖縄では「トヨニシキ」、「チヨニシキ」等が WCS 用として利用されている。東北北部向けの玄米多収型系統として「ふ系 211 号」が開発され有望視されており、これらの地域において安定した WCS 用イネ生産を行うため、地域に適応した WCS 用イネ品種の早急な育成・選定が望まれる。今後品種化が検討されている系統としては、「西海 203 号（九州向き玄米多収型）」、「西海飼 261 号（九州向き、早生、WCS 用イネ向き）」、「西海飼 262 号（九州向き、中生、茎葉型玄米重型の中間型）」、「THS 1（九州向き、WCS 2 回刈り専用）」がある。

(3) WCS 用イネ品種の活用上の留意点

① WCS 用イネ品種にはいもち病の真性抵抗性（*Pita-2*、*Pita*、*Pib*、*Pik*、*Pikm* は真性抵抗性になる場合が多く、*Pia*、*Pii* は通常は優先菌により真性抵抗性を発揮しない）を持つものが多く、圃場抵抗性が不明の場合が多い。真性抵抗性を持つ品種は、通常は発病が見られないが、いもち病菌のレースの変化によって抵抗性が大きく変化し、急にいもち病が発病するようになることがある。圃場で病斑を見た場合は防除を行う必要がある。

- ② 脱粒性は難の品種が収穫時の脱粒による収穫ロスが少なく優れている。また、穂発芽性は易の品種が、こぼれたモミが当年中に圃場で発芽し、翌年の漏生苗になりにくい。
- ③ 「夢あおば」、「べこあおば」、「クサユタカ」の耐冷性は弱く、「きたあおば」の“やや強”も北海道の食用イネ品種に比べれば、冷害に弱い。それ以外の品種の耐冷性は不明であり、冷害の常発地域に WCS 用イネ品種を導入する場合には注意が必要である。
- ④ 現在育成された WCS 用イネ品種はトビイロウンカには感受性のため、発生動向に気を配る必要がある。また、イネツトムシやニカメイチュウ、コブノメイガ、フタオビコヤガなどの鱗翅目害虫の食害を受けることもあるので、十分な防除を行う必要がある。
- ⑤ 玄米の形、千粒重、毛茸の有無は立毛状態やモミ、玄米での品種の識別に有用である。
- ⑥ 脱粒性が“やや難”の品種については、種子のこぼれモミを増やさないため、刈り遅れないように注意する。また、次年度の食用イネ品種の栽培は移植栽培で行いこぼれ種子からの漏生苗を除草剤で枯らす。圃場で漏生株が見られた場合は鎌で刈り取り除去する。
- ⑦ WCS 用イネでも食用イネ品種でもイネの交雑率は通常 1%以下と低く、それぞれが隣り合った圃場に栽培されていても通常は問題ない。なお、WCS 用イネ品種も食用イネ品種同様に毎年種子を購入して更新し、種子の取り扱いに注意を払うことが、生産物の純度を保つ上では重要である。

(4) 種子の入手先・問い合わせ先

種子の入手先は、以下のとおりである。なお、種子の生産状況、販売量、許諾に関する変更等により入手できない場合もある。また、平成 20 年以降、多くの県等において WCS 用イネ品種の採種に着手しているので、最寄りの普及センター等に問い合わせるのも有効である。

① 種子の入手先

ア「べこごのみ」、「夢あおば」、「べこあおば」、「ホシアオバ」、「モミロマン」、「ニシアオバ」、「クサホナミ」、「クサノホシ」、「はまさり」、「リーフスター」、「タチアオバ」：(社)日本草地畜産種子協会 〒104-0031 東京都中央区京橋 1 丁目 19 番 8 号大野ビル TEL 03-3562-7032

② 問い合わせ先

ア「きたあおば」：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 番地 TEL 011-857-9311

イ「クサユタカ」：農研機構 中央農業総合研究センター北陸センター 〒943-0193 新潟県上越市稲田 1-2-1 TEL 025-526-3239

ウ「たちすがた」：農研機構 作物研究所 〒305-8518 茨城県つくば市観音台 2-1-18 TEL 029-838-8860

エ「ミナミユタカ」：宮崎県総合農業試験場作物部 〒880-0212 宮崎県宮崎郡佐土原町下那珂 5851 TEL 0985-73-2126

オ「モーれつ」：キリンアグリバイオ(株)植物開発研究所・知財部 〒329-1414 栃木県さくら市早乙女字申塚 3377 TEL 028-686-0501

カ「スプライス」：みむら楽農 〒861-2231 熊本県上益城郡益城町安永 678
TEL 096-286-2711 FAX 096-200-1074

2 低コスト栽培

WCS 用イネは収穫が黄熟期に早まるので食用イネより柔軟な品種選定や作期決定が可能である。栽培の基本は食用水稲と変わらないが、栽培の目標はわらを含む全乾物の多収と飼料の栄養価やサイレージ品質を高めることである。また、省力・低コスト化のために、多肥栽培や耕畜連携による堆肥の活用、直播栽培などを積極的に導入し、全乾物多収とコスト削減に努める。

WCS 用イネの生産には堆肥の積極的な施用が有効であり、連年施用により高い乾物収量を確保しつつ、窒素肥料を削減できる。黄熟期に収穫することにより、硝酸態窒素やカリウムの含量は安心して給与できる水準となる。

病害虫や雑草の防除は使用可能な薬剤が限られているので、農薬だけに依らない環境保全的な病害虫管理、耕種的な防除法を組み合わせた効果的な防除を行う。雑草が WCS 用イネに混入した場合の飼料品質の低下、漏生苗（落下再生種子）対策に留意する。

(1) 栽培管理

① 作期・作型の設定

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

ア 収穫時期が黄熟期に早まることと品種の熟期を勘案した上で、食用イネや他作目と作業競合が生じないようにする。直播は移植より生育が遅れる点も考慮する（図 2－1）。

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

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

エ 食用イネとは水管理が異なることや収穫作業の効率化を踏まえ、作付ほ場はできる限り団地化を図る。

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

② 各栽培方式共通の留意点

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

ア 寒地・寒冷地や高標高地では移植や直播播種はできるだけ早い時期に行う。

イ 飼料イネ専用品種は、食用イネと玄米が識別できるように大粒～極大粒としてある場合が多い（表 2－1）ので、播種量の設定では千粒重に注意する。WCS 用イネ専用品種を利用する場合は必ず千粒重を確認し、苗箱当たり播種量の割り増しを行う。

表2-1 主な飼料イネ専用品種の玄米千粒重

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

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

表2-2 窒素施肥と飼料イネ品種の全乾物収量(kg/10a)

窒素施肥	夢あおば ¹⁾	クサユタカ ¹⁾	クサホナミ ²⁾	ホシアオバ ²⁾	ニシアオバ ³⁾	コシヒカリ(参考)
標肥	1450 (100)	1499 (100)	1610 (100)	1664 (100)	1490 (100)	1396 (100)
多肥	1711 (118)	1799 (120)	1790 (111)	1774 (107)	1530 (103)	1466 (105)倒伏
極多肥	1827 (126)	1934 (129)	2020 (125)	1843 (111)	1660 (111)	1550 (111)倒伏

注) かつこ内は各品種とも標肥収量を100とした値。1)中央農研・栽培生理研、2)中央農研・総研3チーム、3)九州沖縄農研・栽培生理研。ホシアオバは湛水直播、それ以外は移植栽培。総窒素施肥量は試験場所により5～27kg/10aの範囲で異なる。

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

オ 収穫を効率的に行うには作業時の地耐力を高く保つ必要があり、中干しの徹底や早期落水などを行う。落水時期はほ場の透水性や天候条件により千差万別なので一律に断言できないが、食用より早い出穂後 10 日ころでも、その後降雨が皆無で過乾燥にならない限り収量への影響はない。ほ場乾燥は、実はイネ自身による水の吸い上げ蒸散の寄与が大きく、直播栽培で苗立ち不良のため稲株がまばらになると乾燥が進まない。苗立ち不良箇所が目立つようであれば早期に追い播きを行う。

③ 直播栽培

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

（参考 1） 直播栽培技術マニュアル（この他、各県独自の栽培基準や技術指針もある）

- 1) 「日本型直播稲作導入指針」（農業研究センター、平成 9 年）
- 2) 「大区画水田における先進的稲作技術導入の手引き」（農水省構造改善局資源課、平成 10 年）
- 3) 「関東地域における直播栽培指針」（関東地域直播稲作推進会議、平成 11 年）
- 4) 「北陸地域水稻湛水直播栽培技術導入・定着マニュアル」（北陸地域直播稲作推進会議、平成 11 年 2 月）
- 5) 「近畿地域における直播稲作の普及・定着の指針」（近畿地域直播稲作推進会議、平成 11 年）
- 6) 「中国四国地域における水稻直播栽培の手引き」（中国四国地域日本型稲作技術推進会議、平成 12 年）
- 7) 「《北陸版》稲発酵粗飼料・大麦生産利用技術マニュアル」（中央農業総合研究センター北陸研究センター、平成 20 年、<http://narc.naro.affrc.go.jp/inada/wcs/manual/manual.htm>から電子版のダウンロードが可能）

表2－3 播種様式別の特徴

項目	湛 水 直 播	乾 田 直 播
降雨	播種時期に降雨の多い地域でも導入が可能である。	播種時期に降雨が多いと、播種作業ができず、苗立率も低下しやすい。 【適地の条件】 播種時期の旬別降雨量が 30mm 以下（砂壤土で排水性が良い場合でも 30mm～60mm 程度）
土壌	土壌条件による影響は少ないが、播種機により播種作業を行う場合には、湛水状態での十分な地耐力が必要である。	排水が良好であるとともに、播種後乾燥しても硬くならない、または亀裂の多くできる土質である必要がある。
漏水・地力	漏水や養分の流亡は少ない。	代かきを行わないため、漏水や養分の流亡が多い。このため、湛水後、漏水が少ないこと（日減水深 30mm 以下）が必要である。
水利	播種前には場に用水の供給ができ、かつ湛水が可能であることが必要である。	春先に用水が不足する地域でも導入が可能である。ただし、乾田期間中に周辺の水田も乾田状態にあるとともに、播種後の入水時に十分な用水の供給が可能であることが必要である。
省力性	代かきが必要であり、乾田直播と比べて省力性は劣る。	代かきが不要であり、湛水直播よりも省力性は高い。耕起を省略した不耕起乾田直播ではさらに高い。
耐倒伏性	表面播種では、転び型倒伏を生じやすい。	湛水直播と比べて播種深度が深く、比較的耐倒伏性が高い。
鳥害・雑草害等	ほ場の均平度、播種深度にもよるが、鳥害を受けやすい。また、暖地ではスクミリンゴガイによる被害を受けやすい。	湛水直播と比べて播種深度が深く、鳥害を受けにくい。また、苗立ちまでに時間がかかり、乾田状態の期間が長いこと、雑草害を受けやすい。



図2-1 大区画ほ場での点播直播の播種作業

④ 移植栽培

直播栽培の導入が困難な場合には移植栽培を行うが、低コスト化を図るため、育苗期間が短く本田 10a 当たり必要箱苗数の少ない乳苗、同じく本田 10a 当たり必要箱苗数の少ない疎植栽培、育苗から移植まで一貫して省力化が可能なロングマット水耕育苗等の技術から、地域と営農条件に適合するものを J A や農業改良普及センターの指導を受けつつ導入する。

移植栽培は、直播栽培に比べて①本田生育期間が短く二毛作など作付体系への導入や、晩生品種の利用が容易、②倒伏の危険性が小さく多肥栽培が容易、③気象による収量変動が小さい、④雑草防除が容易などの利点がある。WCS 用イネ栽培を実施するに際し、直播栽培の実践経験が全くない場合は、技術習熟までの期間、直播と移植を組み合わせる作付全体の危険分散を図る。作付規模が大きい場合、直播と移植の組み合わせで WCS 用イネ内部での作期分散を行うことも可能である。

⑤ 麦類あと栽培の留意点

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

ア 生育期間を少しでも確保するため、麦収穫後は速やかに飼料イネ栽培を行う。

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

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

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

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

カ 直播きは、省力的であるが、麦あと栽培では収量が劣る。

⑥ 2回刈り

暖地では2回刈りも可能であり、九州南部では移植栽培での技術が開発されている（参考2）。2回刈りは倒伏の回避、不作時の危険分散、異なる栄養価の飼料生産、作業競合の緩和等の利点があり、気象・栽培条件によっては1回刈りよりも多収となる。刈取り時期は1回目が出穂前後で2回目は糊熟期から黄熟期が適している。品種はスプライスが収量・栄養価・発酵品質すべての面で良好で、その他 Te-Tep や KB3506 等もやや栄養価は落ちるが十分な予乾と添加物利用等すれば充分利用できる。最近、台湾在来品種の Taporuri の2回刈り栽培法が開発されたが（参考1）、基肥を増して4月中下旬に移植し、7月下旬の穂揃期に1回目収穫および追肥し、10月下旬の黄熟期に2回目収穫することで合計乾物収量 1.8 ～ 1.9t/10a の多収を得ている。

（参考2） 2回刈の解説がある技術マニュアルや技術情報

- 1) 「飼料イネの栽培・給与技術マニュアル（九州中南部版）」（九州沖縄農研・熊本県・大分県・宮崎県・鹿児島県、2004）
- 2) 「飼料イネ品種 Taporuri の2回刈り乾物多収栽培法」（平成19年度九州沖縄農業研究成果情報、2007、<http://www.naro.affrc.go.jp/top/seika/2007/14konarc/konarc07-02.html> から閲覧可能）

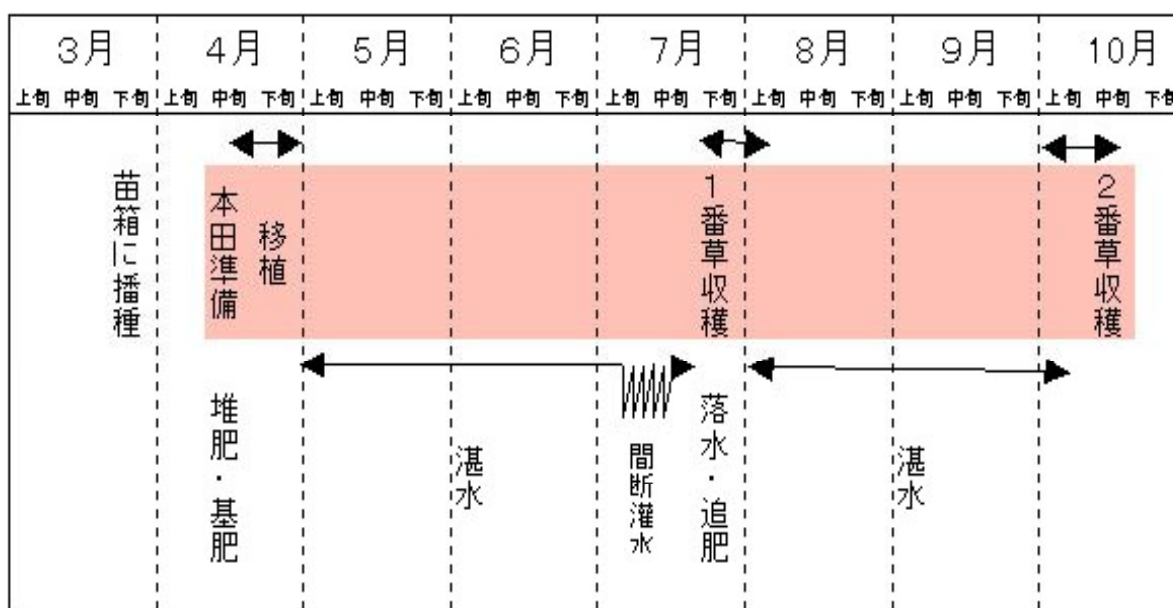


図2-2 2回刈りの栽培体系（九州沖縄農研・飼料生産研究室）

平成12年度九州沖縄農業研究成果情報第16号上巻112p、「中生の晩品種

「スプライス」を用いた暖地における飼料イネの2回刈り栽培技術」の図1。

⑦ 水田輪作への導入

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

ア 食用水稲との施設・機械共用によるコスト低減

イ 田畑輪換の輪換田初年目、転換畑復元田初年目への導入

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

エ 転作ほ場の地力低下防止

食用品種の高温登熟被害が多発している地域では、食用の田植時期を遅くして出穂を遅延させ障害を回避する技術が普及しつつある。新潟県や富山県など北陸地域では田植最盛期が5月初旬から中旬に繰下がった所も多く、こうした地域では食用と WCS 用早生品種との作業競合が田植・収穫両方で回避しやすくなっている。

(参考3)

－WCS用イネ品種の異なる地域における特性－

WCS 用イネ品種の栽培・利用は育成地の上に止まらない。食用稲品種の作業との関係で、移植あるいは直播時期が早まったり遅くなったりするばかりでなく、麦類や冬作牧草等との二毛作との組合せ等で早晚性の異なる WCS 用イネ品種の選択が必要とされる。このように多様な栽培利用に適した品種の選択の一助にするため、日本草地畜産種子協会では代表的な WCS 用イネ品種を用いて東北（秋田県大仙市）、関東（栃木県那須塩原市）及び九州（熊本県合志市）の3箇所で行った。

表2-4に示したように、寒冷地の秋田では中生品種の「北陸193号」及び「ホシアオバ」の乾物収量が大きく、早生品種は総じて収量が低い。温暖地の栃木でも傾向は秋田と同様であるが、極晩生の「はまさり」の乾物収量が少ない。比較対照とした食用米品種の「あきたこまち」と「コシヒカリ」は秋田、栃木のそれぞれの試験地で収量が低く、特に栃木の「コシヒカリ」は飼料イネ品種と同じように施肥を多くすると倒伏がひどくなり、収量が著しく低くなる。

表2-4 全国3場所におけるWCS用イネ品種の収量

品種・系統	収穫日			乾物収量 kg/10a			モミ収量 kg/10a		
	秋田	栃木	熊本	秋田	栃木	熊本	秋田	栃木	熊本
ベコごのみ	9月5日			1069 d			711 a		
ふくひびき	9月12日	9月8日		1216 c	1305 cd		733 a	732 a	
あきたこまち	9月12日			1196 c			664 a		
夢あおば	9月12日	9月9日		1272 bcd	1401 bcd		682 a	761 a	
ベコあおば	9月12日			1060 d			607 a		
コシヒカリ		9月16日			1221 d			380 b	
タカナリ		9月25日	9月11日		1516 abc	1110		717 a	572 a
ホシアオバ	10月7日	9月28日	9月11日	1447 b	1666 ab	1060	640 a	708 a	487 a
北陸193号	10月7日	9月28日		1769 a	1693 a		747 a	786 a	
モミロマン		9月27日	9月17日		1487 abcd	1035		702 a	515 a
ヒノヒカリ			9月19日			1224			524 a
クサホナミ	10月16日	10月14日	9月19日	1251 bcd	1475 abcd	1095	213 b	484 ab	527 a
ニシアオバ			9月21日			1330			503 a
クサノホシ	10月16日	10月17日	9月22日	1300 bc	1506 abc	1228	134 b	401 b	548 a
はまさり		10月17日	9月22日		1378 cd	919		292 b	403 a
タボルリ			10月4日			1444			256 b
タチアオバ			10月4日			1283			355 ab
場所平均				1287	1465	1195	570	596	469

注①：表中の数値は早植区（秋田：5月23日、栃木5月17日、熊本6月3日）と遅植区（早植区のそれぞれ10日後）の平均値。

注②：施肥量は秋田が堆肥1.5t、化成肥料が基肥として窒素、リン酸、加里各10kg/10a及び追肥として各5kgを2回に分施。
栃木が堆肥2t、化成肥料が基肥として窒素、リン酸、加里各10kg/10a及び追肥として各5kgを2回に分施。
熊本が化成肥料が基肥として窒素、リン酸、加里各12kg/10a及び追肥として各3kgを施用。

注③：表中形質値に共通のアルファベットを付したものはその場所の形質において品種間に有意差(5%)がないことを示す。

図2-3及び図2-4には栃木における10品種の黄熟期刈りと完熟期刈りの収量を示した。乾物収量は黄熟期刈りと完熟期刈りの間に大きな違いはなかったが、モミ割合とモミ収量は完熟期刈りが黄熟期刈りより高い。完熟期刈りのモミ収量の品種間の差は倒伏により登熟が進まなかった「コシヒカリ」を除き、早生品種が高い傾向にあり、中でも「夢あおば」のモミ収量が極めて高い。一般に熟期の遅い品種のモミ収量が低い傾向にあるが、中生品種の「タカナリ」、「モミロマン」及び「北陸193号」のモミ収量が多い。これは「北陸193号」の多収は乾物収量が高いことによるが、「モミロマン」と「タカナリ」は完熟期刈りのモミ割合が早生品種並に高く、これを反映してモミ収量が多い。「北陸193号」と「モミロマン」は完熟するまでに比較的長い期間を必要とすると言われており、両品種の収穫期をさらに遅くすることでモミ収量はさらに多くなることが期待される。

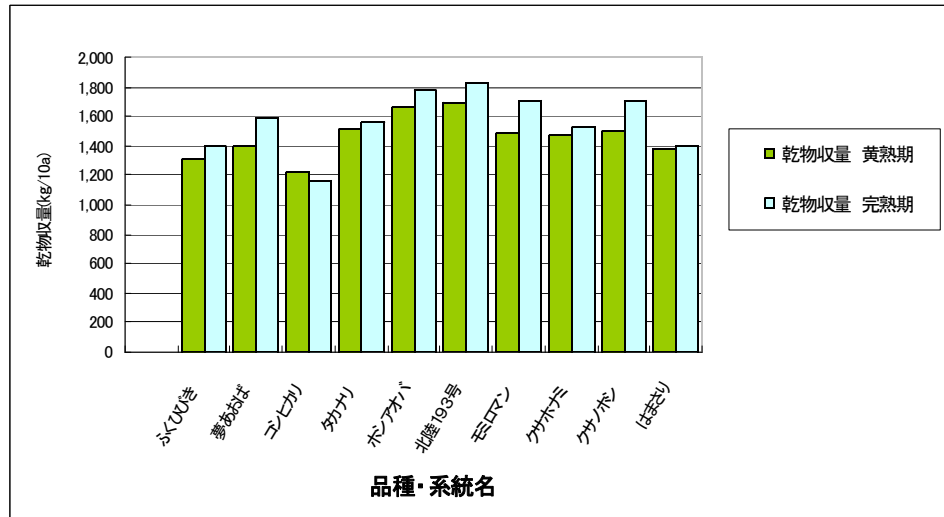


図2-3 栃木におけるWCS用イネ品種の黄熟期及び完熟期刈り乾物収量

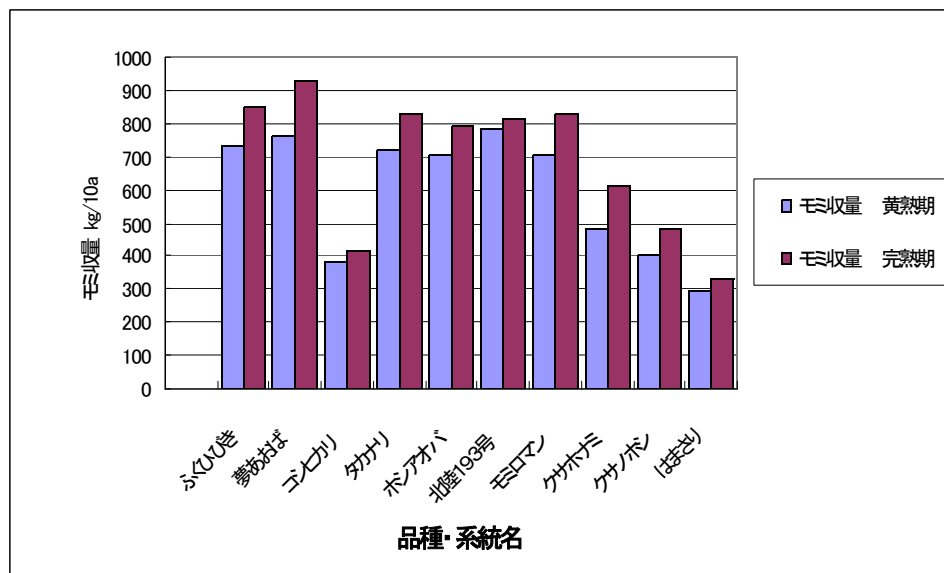


図2-4 栃木におけるWCS用イネ品種の黄熟期及び完熟期刈りモミ収量

以上の結果より、ホールクロップサイレージ用として栽培する場合は寒冷地でも「北陸 193 号」や「ホシアオバ」のように乾物収量の多い中生品種を選択するのが望ましい。また、西南暖地ではさらに多収が望める晩生～極晩生品種の選定が望ましい。

一方、WCS 用イネを飼料米としての利用を想定して栽培する場合は、その地域の登熟可能期間を配慮した品種の選択が重要で、寒冷地では「北陸 193 号」や「ふくひびき」、温暖地では「北陸 193 号」、「夢あおば」及び「モミロマン」のようなモミ収量の多い早生～中生品種を選択することが望ましい。しかし、食用イネの収穫作業、二毛作体系との調整を図ることが大切である。

(参考4)

－国内3箇所におけるWCS用イネの多収実証栽培－

WCS 用イネの多収栽培を目指して、寒冷地の秋田県大仙市、温暖地の群馬県前橋市及び西南暖地の熊本県合志市の国内3箇所で多収実証栽培試験を行った。この実証試験に供試したWCS 用イネ品種、施肥様式等の諸条件が地域により異なるため、それぞれ別個に紹介する。

① 秋田県大仙市における多肥多収実証栽培試験

表2-5に移植日、収穫日及び諸特性を示した。両年とも多肥区の草丈が高く、茎数も多いが、乾物率は両年とも多肥区が標肥区より低い。乾物収量は両年とも多肥区が標肥区より多く、平成19年の「夢あおば」の多肥区は標肥区より20%ほど多収を示し、これを反映してモミ収量も16%ほど多い。乾物収量については、堆肥の量を増やし、北陸193号等の多収品種を供試することにより1,800kg/10aの水準を達成することは可能と思われる。

表2-5 秋田・群馬・熊本県におけるWCS用イネの多収実証栽培試験

試験場所	年次	品種	施肥処理	移植日	収穫日	収穫時 草丈 cm	収穫時茎 数 本/株	風乾率 %	風乾収量 kg/10a	モミ収量 kg/10a
秋田県大仙市	平成19年	ベこあおば	多肥区	5月25日	9月14日	94 *	27.2	36.2	1471 *	847
			標肥区	5月25日	9月14日	87	23.5	40.1	1222	732
	平成20年	ホシアオバ	多肥区	5月26日	10月7日	136 *	16.3	34.0	1553	688
			標肥区	5月26日	10月7日	128	15.4	37.0	1489	683
群馬県前橋市	平成19年	夢あおば	液肥-液肥区	6月21日	10月15日	127	13.9	39.8	1588	845
			堆肥-液肥区	6月21日	10月15日	122	13.2	41.3	1530	818
	平成20年	クサホナミ	液肥多肥区	6月19日	11月3日	139 *	22.2 *	39.5	1792	667
			液肥標肥区	6月19日	11月3日	132	19.7	39.1	1734	652
熊本県合志市	平成20年	タチアオバ	多肥区	6月8日	10月2日	137	22.1 *	27.3	1614 *	560
			標肥区	6月8日	10月2日	133	20.1	27.6	1380	486

注①：秋田 10a 当たり施肥量；堆肥 1.5 トン、化成肥料を 19 年に基肥として多肥区に窒素 10kg、標肥区に 7kg、追肥として多肥区に窒素 6kg、標肥区に 3kg を 2 回に分施。20 年に化成肥料を基肥として多肥区に窒素 12kg、標肥区に 8kg、追肥として多肥区に窒素 6kg、標肥区に 3kg をそれぞれ 2 回に分施。

注②：群馬 10a 当たり施肥量；19 年が液-液区に尿液肥を基肥としてパキュムカー 2 台、追肥として 2 台（合計の窒素 20.2kg 相当）を施用。堆-液区に基肥として堆肥 3.6 トン、液肥を追肥としてパキュムカー 2 台（合計の窒素 36.7kg 相当）を施用。20 年が多肥区に堆肥 2.5 トン、液肥を基肥として窒素 15.2kg 相当、追肥として窒素 10.1kg 相当を施用した。標肥区が堆肥 2.5 トン、液肥を基肥として窒素 10.1kg 相当、追肥として窒素 10.1 kg 相当を施用。

注③：熊本 10a 当たり施肥量；堆肥 4 トン、化成肥料を基肥として多肥区に窒素、リン酸、加里各 12kg 施用し、追肥として各 3kg 施用。標肥区は堆肥が 4 トン、化成肥料を基肥として窒素、リン酸、加里各 8kg を施用し、追肥として各 2kg を施用。

注④：表中の*は同一場所・年次内の施肥処理間に 5%水準の有意差があることを示す。

② 群馬県前橋市における液肥活用による多収実証栽培試験

表2-5に移植日、収穫日及び諸特性を示した。草丈は平成19年の液-液区及び平成20年の多肥区が高く、茎数も多い。乾物率は平成19年の液-液区及び平成20年の多肥区が低く、乾物収量及びモミ収量は平成19年の液-液区と平成20年の多肥区が多かった。両年とも乾物収量は、化学肥料を全く施用しない栽培法により、多肥区でほぼ1,800kg前後の多収を確保することができた。

③ 熊本県合志市における多肥多収実証栽培試験

表 2 - 5 に移植日、収穫日及び諸特性を示した。多肥区と標肥区を比較すると、収穫時の草丈は多肥区が高く、茎数も多い。また、乾物率は多肥区と標肥区にほとんど差が無いが、乾物収量は多肥区が 1,614kg で標肥区より 17 % 多い。

以上のように、全国 3 場所において行った実規模での多収実証栽培試験では、群馬と熊本の実例で明らかのように、堆肥施用の効果が期待されることから秋田、栃木でも堆肥の施用量を 4 ～ 5 トンに増やすことにより化成肥料を節約した低コスト多収栽培が可能になる。

(2) 堆肥活用

① 堆肥施用の基本

WCS用イネは、茎葉も含めて収穫が行われ、ほ場への有機物の供給が不十分となるため、稲作農家と畜産農家との連携を図りつつ、堆肥等の有機物の施用に努める。地力の低い水田では、10a 当たり 2 トン程度の堆肥施用が必要である。資源循環の観点から、稲発酵粗飼料を利用している畜産農家で生産された堆肥を施用することが望まれるが、輸送・散布作業の担当について、十分協議する必要がある。

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

なお、堆肥を施用しても、湛水状態で栽培する WCS用イネについては、硝酸態窒素含量が、多窒素条件下で乾物当たり 2,000ppm を超えるイタリアンライグラスやスーダングラスなどのイネ科牧草と異なり、極めて低い（図 2 - 5）。また、黄熟期の収穫では子実部分の比率が高くなるので、カリウム含量も乾物当たり 2 % を下回り（図 2 - 6）、畜産農家にとって安心して利用できる粗飼料である。

② 施肥

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

堆肥を連用することにより、基肥として施用する緩効性窒素量を削減しても、黄熟期の乾物収量が維持できる（図 2 - 7）。

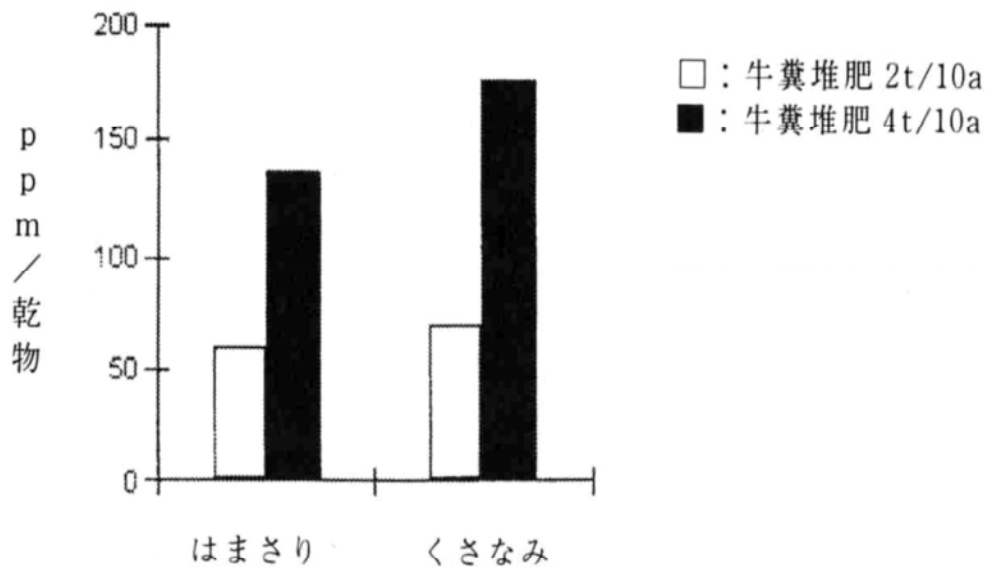


図2-5 黄熟期収穫時における硝酸態窒素含有量 (1999. 埼玉農総研)

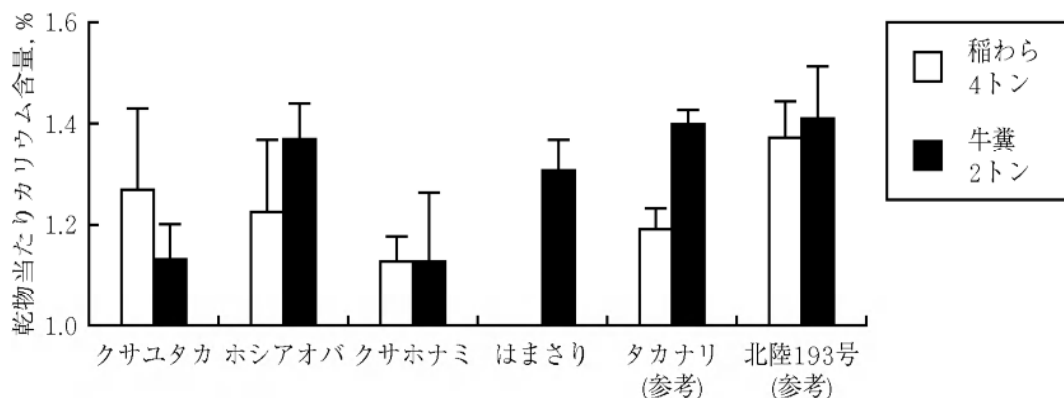


図2-6 堆肥を施用して移植栽培したWCS用イネの黄熟期収穫時におけるカリウム含有量 (2003. 中央農研)

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

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

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

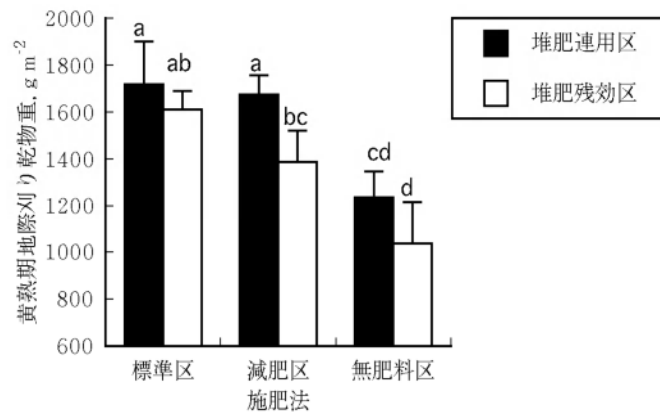


図2-7 堆肥連用と施肥法の違いによる黄熟期の乾物収量（2005. 中央農研）

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

③ 堆肥化による雑草対策

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

（参考5）

- 1) 西田瑞彦・加藤直人・住田弘一・関矢博幸(2005) 寒冷地水田に施用した重窒素標識有機物の窒素収支(第2報) 稲わら堆肥と家畜ふん堆肥の連用開始から3作の経過 日本土壌肥料学会講演要旨集 51
- 2) 春日政夫・山井英喜・青山達也・吉田宣夫(2002) 飼料イネの栽培・調製の省力化と飼料加工技術の確立
1. 堆肥活用ならびに効率的な予乾技術 埼玉県農林総合研究センター研究報告 第2号
- 3) 中央農業総合研究センター編(2003) 平成15年度 共通基盤研究成果情報
- 4) 石川哲也・草佳那子・三枝貴代・石田彦彦・阿部薫(2005) 堆肥施用と窒素施肥法が飼料イネ品種「ホシアオバ」の湛水直播栽培における生育に及ぼす影響 日本作物学会関東支部会報 第20号

④ 暖地二毛作地帯における牛ふん堆肥の腐熟度と施用法

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

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

一般に、堆肥の腐熟過程でアンモニウム態窒素が生成するが、アンモニウム態窒素は気化

したり、二次発酵など好気的な条件が長くなると硝酸態窒素に変化する。このため、生育障害や病害虫および雑草の蔓延を防ぐ点から高温となる一次発酵は必要であるものの、WCS 用イネに施用する場合、施用する堆肥の腐熟を過度に進めない方が良い。

また、土壌が乾きやすい二毛作地帯では、堆肥施用から代かきまでの期間が長いと、堆肥由来のアンモニウム態窒素が硝酸態窒素に変化し、堆肥の窒素肥料効果が低くなる（図 2 - 8）。このため、堆肥の窒素肥料的效果を活用するにはできるだけ代かき直前に堆肥を施用することが望ましい。一般に、栽培直前に堆肥を施用すると、堆肥の易分解性有機物による窒素飢餓等による生育障害やその後の急激な窒素発現による過繁茂によって、子実を収穫する食用水稻では収量や品質が低下する。しかし、水稻は畑作物に比べて生育障害が生じにくい上に、茎葉を含めた全体を収穫する WCS 用イネでは、急激な窒素発現による過繁茂がむしろ収量の増大につながるため、問題となりにくい。また、窒素肥料的效果が高い条件で堆肥を施用すれば、堆肥の施用量を削減できるため、上記のような堆肥施用による問題自体が発生しにくくなる。

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

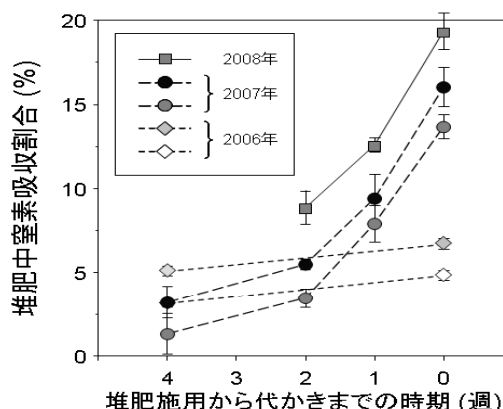


図2-8 堆肥中の窒素のうち水稻に吸収された割合に対する施用時期の影響

同じ記号は同じ堆肥の結果を示す。

(参考 6)

- 1) 「牛ふん堆肥の施用時期が飼料イネの窒素利用率に与える影響」(2007 年度九州沖縄農業研究成果情報(生産環境)、<http://www.naro.affrc.go.jp/top/seika/2007/14konarc/konarc07-45.html> から閲覧可能)

⑤ 牛の尿液肥の基肥、追肥への利用

WCS用イネ栽培では、畜産農家や堆肥処理施設から排出される牛尿や牛ふん尿分離液などを液肥として利用することで肥料コストが節減できる。牛尿や牛ふん尿分離液は、曝気処理により臭気と粘性を低減でき、尿液肥として水口施肥などに利用しやすくなる。尿液肥は、窒素成分中のアンモニア態窒素の割合が高く、化成肥料と同様に速効性の養分補給が期待で

き、WCS用イネ栽培で基肥、追肥に利用することにより、高い黄熟期乾物収量が確保できる（図2-9）。WCS用イネ中の硝酸態窒素含量、カリ含量も低く、跡地土壌への窒素蓄積が少ないなど、牛の尿液肥は、扱いやすく安心して利用できる肥料といえる。

牛の尿液肥で水口施肥を行う場合、作業性からバキュームカーではなく大型ポリタンクを設置し、用水とともに尿液肥を施用する。施肥ムラ軽減のため、ほ場の均平化に努める。運搬・施肥に伴い生活環境の保全に配慮し、民家近隣で施用を控える必要がある。

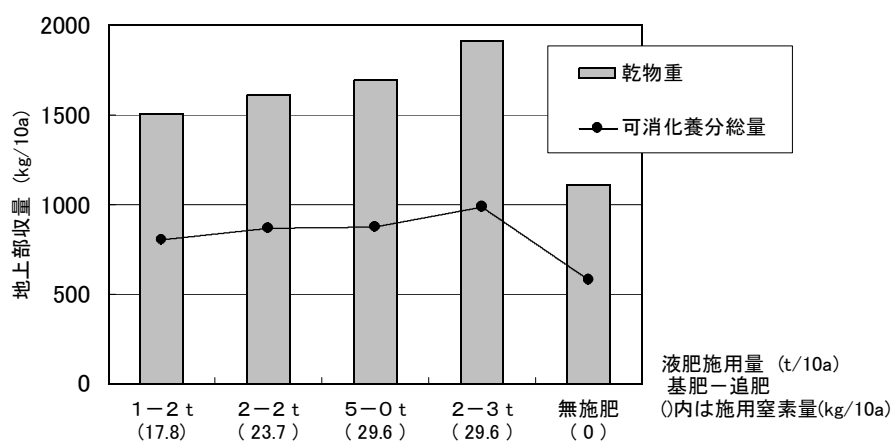


図2-9 牛尿液肥の水田水口施用によるWCS用イネの収量

（須藤・福田、2003より作図）

注1) 品種：クサホナミ、栽培法：条播湛水直播、播種量：4kg/10a

注2) 播種日：平成14年6月23日、収穫日：10月15日（出穂後34日、全区とも乳熟後期）

注3) 液肥施用時期（基肥） 1-2t区・2-2t区：代かき時、5-0t区・2-3t区：イネ4～5葉期

（追肥） 全区：イネ幼穂形成期前（播種後58日）

⑥ 豚ふん・鶏ふん堆肥などの牛ふん堆肥以外の畜産堆肥の利用

WCS用イネ栽培では、化学肥料の価格高騰に対応し、牛ふん堆肥以外の豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥などの地域内で利用できる有機資源を積極的に利用して化学肥料施用量を削減したい。堆肥施用による化学肥料の削減量は次式で示される。

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

肥効率は化学肥料養分の利用率に対する堆肥中の養分の利用率の割合を百分率で示したもので、地域ごとに堆肥の成分特性に応じた肥料養分の肥効率の目安が示されている。これらの肥効率と生産流通している家畜ふん堆肥の成分特性のデータベースに基づき、肥料的効果を考慮した施用量を簡単に算出できるソフトが開発されている。

（参考7）

1) 須藤和久・福田博文(2003) 牛・豚尿液肥の水田水口施用による稲発酵粗飼料用イネの生産特性 平成15年度 共通基盤研究成果情報

2) 牛尾進吾・吉村直美・齋藤研二・安西徹郎(2004) 家畜ふん堆肥の成分特性と肥料的効果を考慮した施用量を示す「堆肥利用促進ナビシステム」 日本土壤肥料学雑誌 第75号

(3) 病虫害防除

① 病虫害防除の基本的な考え方

WCS 用イネ栽培は病虫害発生リスクを高める要因が多い一方で、防除は最小限とすることが前提となっている。病虫害の被害許容水準は、高品質を求められる食用イネ栽培に比べて高く設定可能と考えられるが、周辺ほ場に対する病虫害の伝染源となつてはならない。これまでの調査から、WCS 用イネ栽培で問題となる病虫害は基本的に食用イネと共通することが明らかになっているが、防除対策は研究途上にある。このため、普及指導機関との連携を密にし、食用イネ栽培における総合的病虫害管理技術（IPM）を参考としながら防除対策に取り組むことが重要である。

一方、食用イネ品種とは異なる遺伝的背景を持つ品種が多いことから、マイナーな病虫害が栽培上問題になる可能性もあり研究が続けられている。WCS 用イネ栽培の普及過程で問題となった病虫害の発生事例を取りまとめた(表 2-6)。特に、被害が目立ち問い合わせの多い稲こうじ病とイネツトムシについては項目を立てて解説する。

表2-6 WCS用イネ栽培の普及過程で問題となった病虫害の例

病虫害名	発生地域	考えられる発生要因
いもち病	九州(全国)	晩植、育苗期間中の感染、抵抗性弱品種の栽培、病原性レースの分布、薬剤耐性菌の分布と薬剤選択ミス
ばか苗病	北陸、九州	薬剤耐性菌の分布と薬剤選択ミス、高汚染（保菌率）種子による温湯処理効果不安定
白葉枯病	九州	台風被害、品種抵抗性
稲こうじ病	全国	晩生品種、晩植、伝染源量、品種特性
葉しょう腐敗病	九州	(伝染源量)、(品種特性)
イネシンガレセンチュウ	九州、中国	(高汚染種子)、(品種抵抗性)、高汚染種子による温湯処理効果不安定
コブノメイガ	九州	作型、肥培管理、品種特性、飛来量、薬剤不使用
イネツトムシ	関東(全国)	作型、肥培管理、品種特性

(九州農研取りまとめ)

表2-7 主要飼料イネ品種におけるトビイロウンカの発育・増殖特性^{b)}

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

^{a)} 対照の食用品種。 ^{b)} 数値は平均値±S.E. ,

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

② 品種抵抗性の利活用

品種の持つ病虫害抵抗性を利用することは、最も効果的かつ低コストな防除対策である。食用イネ栽培では食味や品質を最優先した品種選択が行われるのに対して、WCS 用イネ栽培では病虫害抵抗性の積極的な利活用が可能である。主要病虫害のすべてに抵抗性を持つ品種は無いが、新たに育成された WCS 用イネ品種については、いもち病真性抵抗性遺伝子型をはじめ病虫害抵抗性に関する特性が示されている（表 1-2～3 参照）ので、栽培地域で問題となる病虫害に応じて品種選択の参考にする。品種の多くは交配親となった外国品種由来の抵抗性遺伝子を有しているためにいもち病の発生を認めないが、抵抗性品種の作付にも関わらず発病した場合には、いもち病菌レースの分布変動が疑われることから、普及指導機関の指導を仰ぐ。今後は、病虫害複合抵抗性の付与が WCS 用イネ品種育成の大きな課題と考えられる。特に暖地では害虫の被害が深刻であるが、現状の主要品種にウンカ類やコブノメイガに対して明確な抵抗性を示す品種は認められないことから、食用イネに準じた防除対策が必要となる（表 2-7）。

③ 健全種子の使用と種子消毒

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

④ 病虫害発生リスク・耕種的防除法と薬剤の効果的な使用

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

九州などの西南暖地、特に湛水直播栽培ではスクミリンゴガイ（ジャンボタニシ）によ

る食害が著しい。このため、スクミリンゴガイ生息地域では、田畑輪換、侵入防止網による水路から本田への侵入防止、ロータリー耕耘による貝の機械的な破砕等により貝の密度を低下させる。さらに、落水出芽や浅水管理を組み合わせることで食害を耕種的に回避する。スクミリンゴガイの生態と防除対策については、九州沖縄農業研究センターのホームページに詳しい。

イネ用として多様な薬剤が市販されていることから、農薬は本マニュアルに従い（(5) 農薬使用の項参照）WCS 用イネに使用可能な薬剤の選択に留意し必要に応じ適切に使用する。イネドロオイムシやイネミズゾウムシなどの移動性の低い害虫の発生が多い地域では、広域的な箱施用剤の隔年使用、ほ場周縁部への額縁散布等の工夫により薬剤使用量の削減が可能である。西南暖地ではウンカ類やコブノメイガなどの海外飛来性害虫の発生リスクが高い。使用基準を厳守して長期持続型の箱施用剤を使用すれば、生育初～中期の被害を大きく軽減できる。平成 20 年にメタアルデヒド剤によるスクミリンゴガイの防除が可能となったが、食用イネに対する農薬登録であり WCS 用イネには使用できないことに注意する。

平成 18 年 5 月に残留農薬のポジティブリスト制が導入されたことから、農薬散布を行う際には飛散（ドリフト）による近隣作物への影響にも留意する必要がある。農薬による病虫害防除の面からも WCS 用イネ作付の団地化が望ましく、農薬使用については地域の関係者で十分な協議を行うことが、WCS 用イネの普及推進に欠かせない。

（参考 8）

- 1) IPM マニュアルー総合的病虫害管理技術ー（養賢堂、2005 年 9 月）
- 2) 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 九州病虫害研究会報 第 52 巻
- 3) 中島 隆・平野 清（2002）飼料イネ品種における温湯種子消毒 九州病虫害研究会報 第 48 巻
- 4) 九州沖縄農業研究センター・スクミリンゴガイのホームページ
(http://konarc.naro.affrc.go.jp/kiban/g_seitai/hmpgsectn.html)

⑤ イネ稲こうじ病の生態と防除

本病に罹るともみが黒い団子のようになることから被害が目立ち、WCS 用イネ栽培ほ場でも発生が多い病害である。罹病穂では不稔粒が増加するとともに千粒重低下などにより玄米収量が低下する。さらに、病もみの混入や厚膜胞子の付着による種子汚染により、WCS 用イネ種子生産の阻害要因ともなる。

伝染源：病もみに形成される菌核と厚膜胞子が越冬し、翌年の伝染源になると考えられている。このうち菌核の形成率は通常数%以下であり、野外の水田中では腐敗することも多い。これに対して、厚膜胞子は病もみに多数形成され、収穫期までにその多くがほ場に落下して野外でも翌年まで生存していること、前年の秋に厚膜胞子を散布したほ場では翌年の発病が著しく多くなることから（表 2-8）、主要な伝染源は野外で越冬した厚膜胞子と考えられる。厚膜胞子及び菌核に生じる子嚢胞子は、いずれも発芽すると直ちに分生子を形成する。イネ葉鞘内へ分生子を注入すると容易に発病するが、厚膜胞子や子嚢胞

子を直接イネ葉鞘内に注入しても発病することは少ないことから、感染は分生孢子によって起こると考えられる（図 2-10）。すなわち、野外で越冬した厚膜孢子が翌年発芽して分生子を形成し、穂ばらみ期のイネ葉鞘内に侵入すると考えられる。このほか、WCS 用イネは晩生種が多いことから、周囲の早生品種や早期栽培稲に形成された厚膜孢子によって二次感染する可能性もある。また、発芽直後の幼芽期の感染によって成熟期のもみが発病する幼芽期感染も報告されている。

表 2-8 ほ場で越冬した厚膜孢子（病もみ）が稲こうじ病の発生に及ぼす影響

	発病株率（％）	株当たり病もみ数（個）
厚膜孢子散布	58.2	2.6
無 散 布	1.6	0.1

※）前年の 11 月 4 日に病もみ 78 g/m²をほ場に散布。

供試品種：南京 11 号（出穂期：8 月 18 日）

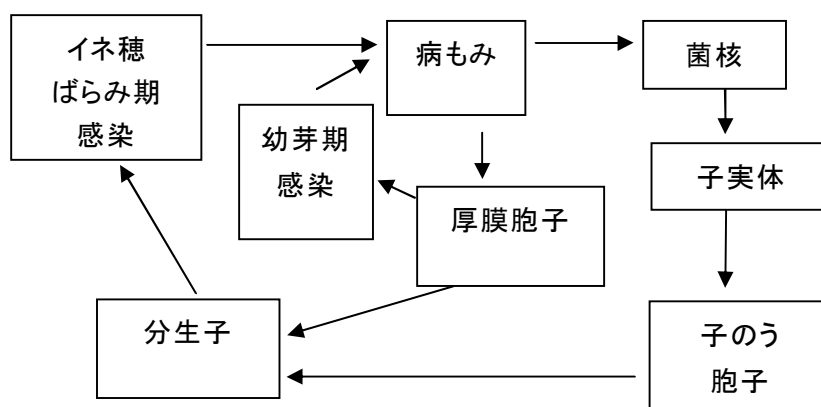


図 2-10 稲こうじ病の伝染環

表 2-9 稲こうじ病に対する銅粉剤の散布時期と防除効果

	散布時期 (出穂前、後日数)	病もみ形成数 (個／30株)
銅粉剤	8月3日(26日前)	151
	10(19)	10
	17(12)	13
	24(21)	163
	31(2日後)	193
無散布		285

※）品種：とりで 1 号、出穂期：8 月 29 日

発病条件：出穂の遅い晩生品種や晩植栽培、窒素肥料の多用、日陰や水口などで発病が多い。また、穂ばらみ期に低温で降雨が多い年や場所、とりわけ出穂前 10～20 日間に低温に遭遇すると発病が多くなる WCS 用イネは晩生で多肥栽培されるため、発病が多くなる危険性が高い。

防除法：出穂前 10～20 日間に低温・降雨が多いところや日陰など、多発しやすい場所での栽培を避ける。追肥は遅くやるほど発病を促進させるため、晩期追肥を避ける。幼芽期感染の重要性については不明だが、発病圃からの採種を避け、健全な種子を利用する。防除薬剤としては銅粉剤があり、出穂 12～19 日前に散布すると高い防除効果が得られる（表 2-9）。

⑥ イネツトムシ（イチモンジセセリ）の発生予測技術

WCS 用イネは、食用イネに比較して移植時期が遅くなる場合が多く施肥量も多いため、葉色の濃いイネを好んで産卵するイネツトムシの集中的な被害を受けやすい。7 月下旬～8 月中旬に発生する第 2 世代幼虫により葉が食害されるために茎葉重が低下する。これに加え、上位葉が欠損することにより子実の登熟歩合が低下して、大幅な減収を招く。また、イネツトムシにより食害を受けた WCS 用イネは、消化率や栄養価も低下する。収量および品質の低下を防止するためには、適期に防除を行うことが重要である。

イネツトムシの防除適期は、葉の食害がまだ軽微な若齢～中齢幼虫の時期であるが、害虫捕獲用の粘着シート（青色、黄色）や昆虫誘引捕獲器などのトラップを用いて成虫の発消長を調査することにより（図 2-11）、防除時期を予測することができる。トラップを水田に設置して日毎に誘殺された成虫数をグラフにすると、図 2-12 のような山型の発消長となる。発生ピークの 10～14 日後が幼虫の若齢～中齢時期にあたり、この時期に薬剤散布を行うと防除効果が高く、収量の低下を防げる。幼虫が老齢になると摂食量が多くなり、被害が一気に進むので防除時期を逸しないようにする。

この他に、埼玉県農林総合研究センターで開発されたイネツトムシ発生時期予測プログラム「グッタータ」など、イネツトムシの発育零点および有効積算温度を用いて気象データから防除時期を計算する方法がある。また、各都道府県から発生予察情報が発表されているのでそれを参考に防除を行う。

（参考 9）

- 1) 江村 薫・内藤 篤(1989)イチモンジセセリの発育と温度の関係及びそれを利用した防除適期の予測 埼玉県農業試験場研究報告 第 43 号
- 2) 平井一男(2002) イチモンジセセリの発生予察法の改善「成虫調査法」 植物防疫 第 56 巻第 2 号
- 3) 松山裕城ら イネツトムシにより食害を受けた稲発酵粗飼料の飼料価値 畜産草地研究成果情報 6 ((独)畜産草地研究所ホームページ <http://nilgs.naro.affrc.go.jp/SEIKA/seika.html>)
- 4) 柴田夏実ら(2006)飼料イネ栽培におけるイチモンジセセリの防除適期 平成 17 年度関東東海北陸農業研究成果情報 ((独)中央農業総合研究センター)



図 2-11 イネツトムシ（イチモンジセセリ）成虫と昆虫誘引捕獲器

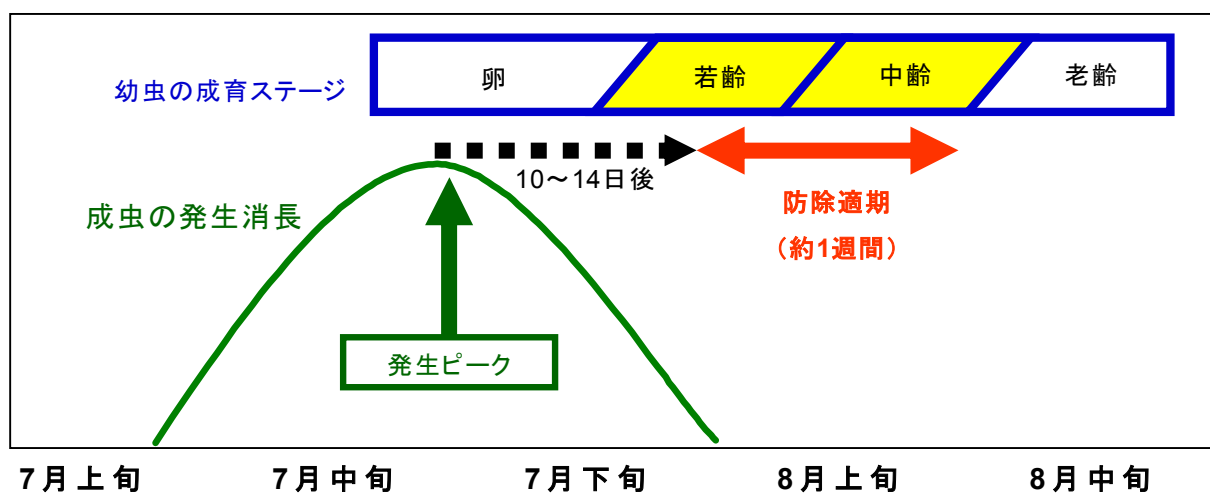


図2-12 トラップを用いたイネツトムシ防除適期の予測法
注) 発生時期は年次により変動する

(4) 雑草管理

① 雑草害と雑草管理の重要性

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

② 問題となる雑草

WCS 用イネ栽培において特に問題となる雑草には、収穫物への混入によって稲発酵粗飼料の栄養価や発酵品質を低下させる雑草（表 2-10）や水稻栽培で防除困難とされる雑草などがあげられる。

表2-10 イネWCSへの混入によって飼料価値を低下させる雑草

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

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

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

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

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

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

③ 雑草防除法

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

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

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

クログワイやオモダカなどの難防除多年生雑草やスルホニルウレア系除草剤（SU 剤）抵抗性雑草（SU 剤抵抗性イヌホタルイや SU 剤抵抗性コナギなど）が発生する水田では、それらの防除が難しい直播栽培は避け、移植栽培でそれらに有効な初・中期一発処理剤とベントゾンを含む茎葉処理剤を組合せた体系処理により防除する。WCS 用イネ栽培では難防除雑草の発生密度を低く抑えておくことが重要であり、田畑輪換や秋～冬の耕耘などが難防除多年生雑草の密度低減に有効とされる。SU 剤抵抗性雑草は SU 剤を含む同じ一発処理剤を毎年使い続けると発生しやすいことが知られているので、非 SU 剤や抵抗性雑草に効果がある対策剤とのローテーションを心がける。難防除雑草が繁茂することが事前に分っている水田では、できるだけ WCS 用イネ栽培は避け、田畑輪換や食用イネ栽培を行なって徹底防除を行い、これら雑草の発生密度を低減してから WCS 用イネを栽培することが望ましい。

表 2-11 WCS用イネ栽培において問題となる主要水田雑草と
スルホニルウレア系除草成分による防除効果

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

- 1) スルホニルウレア系除草成分は、カヤツリグサ科および広葉雑草に対して広い殺草スペクトラムを持つ除草剤である。
- 2) ○：防除効果のある草種、●：抵抗性生物型が存在する草種、×：生理的あるいは生態的な要因により防除効果が期待できない草種

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

④ 漏生イネ対策

WCS 用イネ栽培では、収穫作業時に多くのモミが圃場内に落下するので、翌年以降にこのモミからイネが発生する場合がある（図 2-13）。このような漏生イネが食用イネを栽培する圃場で多発すると、WCS 用イネ由来の玄米の混入による等級の低下、生育期の養分や光環境の競合による収量低下といった問題を生じる。

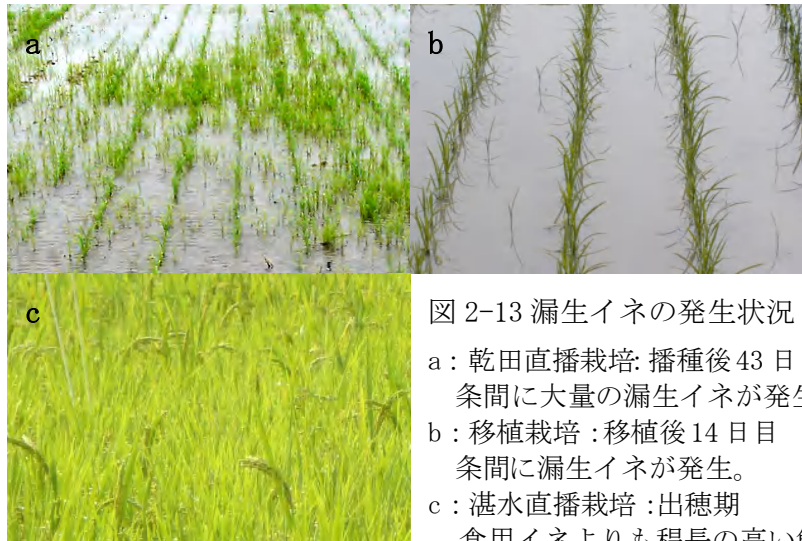


図 2-13 漏生イネの発生状況

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

対応策としては、WCS 用イネ収穫後、速やかに耕起して落下したモミを土中に埋没させる。適度な水分と温度があると、モミは発芽して冬季に枯死するので、翌春の漏生イネの発生を抑制することができる。その際、湛水を併用するとより効果的である。ただし、耕起後の秋季に有効積算気温で 130°C 日（有効積算気温 11.5°C ）以上の温度条件が必要となる。寒冷地・高冷地や鳥がイネのこぼれモミを食べることが期待される場所では、WCS 用イネ収穫後は耕起せずに冬期間の低温に加えて鳥による摂食を促すことが望ましい。休眠性の深い WCS 用イネ品種では、秋季に耕起してモミを土中に埋没させても発芽能力を保ったまま越冬するモミが多く残るので、耕起前に石灰窒素を散布してモミの発芽能力を低下させることも漏生イネの防除に有効である。

WCS 用イネを栽培した翌年は食用イネの栽培は避け、大豆や麦などの畑作物を栽培して慣行の除草体系で防除することが望ましい。食用イネの栽培が避けられない場合には、漏生イネの発生しやすい直播栽培をできるだけ避けて移植栽培とし、漏生イネの出芽前にプレチラクロールやブタクロールなどを含む初期剤の代かき前処理、または移植直後処理を行なう。漏生イネは移植後も遅れて多数出芽する場合もあるので、プレチラクロール、メフエナセット、インダノファンなどを含む初期剤およびシメトリンなどを含む中期剤をあわせて体系使用すると効果が増す。寒地・寒冷地では、できるだけ早い時期の移植栽培で上記の除草剤散布体系を実施することがポイントとなるが、暖地・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発生させ、それをロータリ耕や非選択性除草剤などによって防除する。なお、多くの農薬が市販されていることから、農薬の選択、使用に当たっては本マニュアルの(5)農薬使用、②雑草防除の項を参照し、都道府県の稲作指導指針に記載されている農薬を、地域の農業改良普及センターの指導に従って選定し、適切に使用する。

(5) 農薬使用

① 病害虫防除

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

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

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

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

殺虫剤

農 薬 の 種 類	農 薬 の 種 類
イミダクロプリド水和剤 (注)	フィプロニル粒剤
イミダクロプリド粒剤 (注)	ブプロフェジン水和剤 (注)
カルタップ水溶剤	ブプロフェジン粉剤 (注)
カルタップ粒剤	ベンフラカルブ粒剤
カルタップ・MIPC粒剤	BPMC乳剤
カルボスルファンマイクロカプセル剤	BPMC粉剤
カルボスルファン粒剤	BPMC・MEP粉剤
ジノテフラン水溶剤	MEP乳剤
ジノテフラン粉剤	MEP粉剤
ダイアジノン乳剤	MEPマイクロカプセル剤
ダイアジノン粉剤	MIPC粒剤
ダイアジノン粒剤	MPP粉剤
ダイアジノン・BPMC乳剤	MPP粒剤
チアメトキサム粒剤	

注) 栽培中に (注) が付記されている農薬が使用された稲発酵粗飼料その他の粗飼料を牛（肉用に出荷する牛又は搾乳を行うために飼養する牛）に給与する場合、当分の間、その割合を飼料全体の概ね 7 割以下に抑えること。

殺菌剤

農 薬 の 種 類	農 薬 の 種 類
アゾキシストロビン水和剤	銅・フルジオキシソニル・ペフラゾエート水和剤
アゾキシストロビン粒剤	ヒドロキシイソキサゾール液剤
イソプロチオラン水和剤	フルジオキシソニル水和剤
イソプロチオラン乳剤	フルジオキシソニル・ペフラゾエート乳剤
イソプロチオラン粉剤	フルトラニル水和剤（フロアブルは除く）
イブコナゾール水和剤	フルトラニル乳剤
イブコナゾール乳剤	フルトラニル粉剤
イブコナゾール・銅水和剤	フルトラニル粒剤
オキシリニック酸水和剤	ベノミル水和剤
オキシリニック酸・フルジオキシソニル水和剤	ペフラゾエート水和剤
オキシリニック酸・ペフラゾエート水和剤	ペフラゾエート乳剤
チウラム・ベノミル水和剤	T P N 水和剤
チウラム・ペフラゾエート水和剤	T P N 粉剤
銅粉剤	

殺虫殺菌剤

農 薬 の 種 類	農 薬 の 種 類
イミダクロプリド・カルプロパミド・チフルザミド・ダイムロン粒剤（注）	チアメトキサム・ピロキロン粒剤
	フィプロニル・アゾキシストロビン粒剤

注）栽培中に（注）が付記されている農薬が使用された稲発酵粗飼料その他の粗飼料を牛（肉用に出荷する牛又は搾乳を行うために飼養する牛）に給与する場合、当分の間、その割合を飼料全体の概ね 7 割以下に抑えること。

農薬肥料

農 薬 の 種 類
ウニコナゾール P 複合肥料

植物成長調整剤

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

② 雑草防除

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

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

除草剤を使用する場合には、これらの中から、都道府県の稲作指導指針等に記載されている農薬を、地域の農業改良普及センターの指導に従って作型や雑草の発生動向等を踏まえて選定する。除草剤の使用に当たっては、病虫害防除と同様に、農薬のラベルに記載されてい

る「収穫〇日前まで」という使用時期の「収穫」を WCS 用イネの収穫（黄熟期）にそのまま適用するため、防除可能な期間が食用イネより 1 週間～ 10 日程度早まることに留意する必要がある。

除草剤（直播栽培に適用できるもの）

農 薬 の 種 類	農 薬 の 種 類
イマゾスルフロン・エトベンザニド・ダイムロン粒剤	シハロホップブチル・ベンタゾン液剤
エトベンザニド・ピラゾスルフロンエチル粒剤	ダイムロン・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤
オキサジクロメホン・クロメプロップ・ベンスルフロンメチル水和剤	トリフルラリン乳剤
グリホサートアンモニウム塩液剤	トリフルラリン粒剤
グリホサートイソプロピルアミン塩液剤	ビスピリバックナトリウム塩液剤
グリホサートカリウム塩液剤（ただし、水田畦畔での使用は除く） ※	ピラゾキシフェン粒剤
シハロホップブチル乳剤	ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド粒剤
シハロホップブチル粒剤	ピラゾレート粒剤
シハロホップブチル・ピラゾスルフロンエチル・メフェナセット粒剤	ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤
	ベンタゾン液剤

注）※については平成21年3月追加。

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

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

除草剤（移植栽培に適用できるもの）

農 薬 の 種 類	農 薬 の 種 類
イマゾスルフロン・オキサジクロメホン・ダイムロン水和剤	シハロホップブチル・ベンタゾン液剤
インダノファン・クロメプロップ・ベンスルフロンメチル粒剤	ダイムロン・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤（有効成分含有量がダイムロン4.5%、ベンスルフロンメチル0.51%、メフェナセット10%の農薬に限る）
オキサジクロメホン・クロメプロップ・ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル剤	ビスピリバックナトリウム塩液剤
オキサジクロメホン・クロメプロップ・ベンスルフロンメチル水和剤	ピラゾスルフロンエチル粒剤
カフェンストロール・シハロホップブチル・ダイムロン・ベンスルフロンメチル水和剤	ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド水和剤
グリホサートカリウム塩液剤（ただし、水田畦畔での使用は除く） ※	ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド粒剤
シハロホップブチル乳剤	プレチラクロール粒剤
シハロホップブチル粒剤	ベンタゾン液剤
シハロホップブチル・ピラゾスルフロンエチル・メフェナセット粒剤	ベンタゾン粒剤
	ペントキサゾン水和剤

注）※については平成21年3月追加。