

II

稲発酵粗飼料の生産

## Ⅱ 稲発酵粗飼料の生産

### 1 品種

以前からある稲発酵粗飼料(WCS)用イネ専用品種としては、「はまさり」、「くさなみ」、「ホシユタカ」がある。このうち「はまさり」は、茎葉型の専用品種で、現在でも埼玉県を中心に比較的広く利用されている。近年育成され、作付けが伸びている品種としては「クサユタカ」、「ホシアオバ」、「クサホナミ」、「クサノホシ」、「モーれつ」、「スプライス」がある。これらに加えて、最近育成された「夢あおば」、「ニシアオバ」、「ミナミユタカ」、「べこあおば」、「リーフスター」があり、WCS用イネ専用品種の栽培適地や特性の幅が広がってきている。

#### (1) WCS用イネ専用品種に求められる特性

WCS用イネ専用品種と食用イネ品種では、求められる特性が異なる。WCS用イネ専用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TDN 収量が高いことである。食用イネ品種の地上部乾物全重が10a 当り1.5t 程度、TDN収量が0.9t程度であるのに対して、最近開発されたWCS用イネ専用品種では、育成地の試験で地上部全重が10a 当り2.0t 程度、TDN 収量で1.1t 程度まで向上している。さらに高いTDN 収量を達成するには、さらに大量の窒素の投入が不可欠であると考えられ、耐倒伏性の大幅な強化が必要である。また、耐倒伏性の付与は、直播による低コスト栽培を可能にするためにも重要な特性となる。加えて、農薬コストの低減化が必要であり、耐病虫性の付与も重要である。

#### (2) 育成されたWCS用イネ専用品種の特性

##### ① 収量性

表 1-1 ~ 3 に、これまでに育成された WCS 用イネ専用品種の特性を示した。表 1-1 は、育成地における特性であり、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、大まかな傾向を見ることができる。WCS 用イネ専用品種で最も重要な TDN 収量は「ニシアオバ」と「リーフスター」の 1.17t/10a が最大である。

風乾全重を食用イネ品種「日本晴」と比べると、「ホシアオバ」が 12%、「クサホナミ」が 19%、「クサノホシ」が 20%高い。「クサユタカ」は「キヌヒカリ」に比べて風乾全重が 4%高い。TDN 収量では、「ニシアオバ」が「ニシホマレ」に比べて 15%高い。全重と TDN 収量は、玄米多収品種として育成された「ふくひびき」、「オオチカラ」に比べても、WCS 用イネ専用品種の「夢あおば」、「べこあおば」、「クサユタカ」が上回っている。玄米重で比べても、玄米多収品種とほぼ同等の多収を示している。

なお、「スプライス」、「ミナミユタカ」、「モーれつ」については、表1-3に特性を記載している。

## ② 耐倒伏性及びその他の形質

耐倒伏性は食用イネ品種の「コシヒカリ」が“極弱”であるのに対して、“やや強”以上の品種が多い。WCS用イネの稈長は高いものが多く、「ニシアオバ」や「リーフスター」では1m以上である。「べこあおば」は短稈であるが、玄米の多収によって全重の多収を達成している。出穂早晚性には多様性があるので、地域に適したものを選ぶ必要がある。

なお、WCS用イネは黄熟期に収穫するため、地域の出穂限界よりもさらに晩生の品種でも栽培できる。

## ③ 栽培適地

表1-1～3では、WCS用イネ専用品種を(独)農業・生物系特定産業技術研究機構作物研究所のほ場(茨城県谷和原村)で栽培した場合の早晚性に基づいて、早生から晩生の順に配列しており、図1-1は専用品種の栽培適地を示している。「ニシアオバ」、「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、関東の普通期である5月中下旬に移植すると、「クサホナミ」よりも早生である。関東の晩生品種である「クサノホシ」、「クサホナミ」、「はまさり」、「リーフスター」は、九州の普通期では極端に晩生になる場合があるが、これらより早生の「ホシアオバ」は九州でも栽培可能な場合が多い。同様に「夢あおば」、「べこあおば」、「クサユタカ」は、地図に示した範囲より広い適応範囲(関東から九州にかけて)を持つ可能性がある。同様に、九州の「ニシアオバ」、「モーれつ」、「スプライス」、「ミナミユタカ」も、より広い適応範囲を持つ可能性がある。

なお、初めてWCS用イネを導入する場合は、数品種を試験栽培して適応性を把握しておくことが望ましい。

表1-1 WCS用イネ専用品種の育成地での移植栽培による成績

品種名 (比較品種)	試験場所	出穂期 (月 日)	成熟期 (月 日)	稈長 (cm)	風乾全量 (t/10a)	乾物全量 (t/10a)	玄米量 (t/10a)	推定TDN 含量(%)*1	推定TDN 収量(t/10a)	推定TDN 収量比率(%)
夢あおば	新潟県	7.29	9.10	86	-	1.52	0.722	61.2	0.93	105
(ふくひびき)	上越市	7.27	9.07	78	-	1.44	0.739	61.6	0.89	100
べこあおば	秋田市	8.07	9.24	70	-	1.37	0.732	61.9	0.85	118
(ふくひびき)	大仙市	8.04	9.12	72	-	1.23	0.689	62.6	0.72	100
クサユタカ	新潟市	8.05	9.26	87	1.71	-	0.729	58.1	0.94	103
(オオチカラ)	上越市	8.06	9.23	88	1.70	-	0.699	58.9	0.91	100
(キヌヒカリ)		8.06	9.21	85	1.64	-	0.628	-	-	-
ホシアオバ	広島市	8.14	10.02	90	1.72	-	0.694	60.9	-	-
(日本晴)	福山市	8.15	9.26	87	1.53	-	0.538	61.1	-	-
ニシアオバ	福岡県	8.19	9.28	105	-	1.97	0.653 *2	59.3	1.17	115
(ニシホマレ)	筑後市	8.21	9.26	93	-	1.72	0.561 *2	59.1	1.01	100
クサホナミ	茨城県	8.24	10.16	93	2.14	-	0.966	60.4	1.09	112
(はまさり)	谷和原市	8.3	10.13	97	1.87	-	0.522	59.7	0.97	100
(日本晴)		8.15	9.28	88	1.80	-	0.524	-	-	-
クサノホシ	広島市	8.28	10.17	93	1.88	-	0.670	58.5	-	-
(日本晴)	福山市	8.15	9.27	87	1.57	-	0.533	61.1	-	-
リースター	茨城県	8.31	10.16	109	2.14	1.92	0.420	61.0	1.17	111
(はまさり)	谷和原市	8.31	10.08	96	1.92	1.73	0.505	60.7	1.05	100

新品種決定に関する参考成績書による。\*1：畜産草地研究の推定式による。\*2：籾量

表1-2 WCS用イネ専用品種の特性

品種名	耐倒伏性	穂発芽性	葉いもち		脱粒性	耐冷性	玄米の形	千粒重 (g)	毛茸
			真性抵抗性	圃場抵抗性					
夢あおば	極強	中	<i>Pita-2, Pib</i>	不明	難	やや弱	中	26.5	有
べこあおば	強	やや易	<i>Pita-2 or Pita</i>	やや弱	難	弱	やや細長	30.6	有
クサユタカ	強	やや易	<i>Pia, Pik</i>	中	難	弱	やや細長	35.0	有
ホシアオバ	やや強	やや易	<i>Pita-2, Pib</i>	不明	やや難	不明	やや細長	29.4	有
ニシアオバ	中	易	<i>Pia, Pikm</i>	中	難	不明	やや細長	29.3	有
クサホナミ	強	やや易	<i>Pia, Pii, Pik+α</i>	不明	難	不明	やや円	21.7	無
クサノホシ	やや強	難	<i>Pita-2, Pib</i>	不明	難	不明	やや円	24.3	有
はまさり	強	難	<i>Pia, Pish</i>	やや強	難	不明	やや細長	18.4	無
リーフスター	強	やや易	<i>Pia, Pik</i>	極強	難	不明	やや細長	20.3	無
(比較)食用イネ品種									
日本晴	やや強	難	<i>Pia</i>	中	難	極弱	中	20.4	有
ニシホマレ	やや強	やや易	<i>Pia</i>	中	やや易	不明	やや細長	21.2	有
コシヒカリ	極弱	極難	+	弱	難	強	中	20.6	有

表1-3 WCS用イネ専用品種の概要

品種名	長 所	短 所	出穂期
夢あおば	乾物収量が多い。 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。	「ひとめぼれ」と同じ
べこあおば	乾物収量が多い。 耐倒伏性が強く、湛水直播栽培に適する。 耐肥性に優れ多肥栽培に適する 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。	「ひとめぼれ」と同じ
クサユタカ	乾物収量が多い。 大粒で識別性がある。	白葉枯病、耐冷性が弱い。	「コシヒカリ」より2日早い
ホシアオバ	乾物収量が多い。 縮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。 登熟期が低温の場合、脱粒し易くなる傾向がある	「日本晴」より1日早い
スプライス	乾物収量が多い。 白葉枯病に抵抗性がある。	耐倒伏性が中程度である。	「日本晴」と同じ
ミナミユタカ	乾物収量が多い。 耐倒伏性が強い。 玄米が長粒で識別性がある。		「ヒノヒカリ」より5日遅い
モーれつ	乾物収量が多い。 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。	「ヒノヒカリ」より5日遅い
ニシアオバ	乾物収量が多い。 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。	「ヒノヒカリ」より5日遅い
クサホナミ	乾物収量が多い。 縮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。	「日本晴」より9日遅い
クサノホシ	乾物収量が多い。 白葉枯病、縮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。	「日本晴」より13日遅い
はまさり	茎葉部分が大きく、乾物収量が多い。 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。	「日本晴」より15日遅い
リーフスター	茎葉部分が大きく、乾物収量が多い。 未消化粗の排せつ量が少ない。 いもち病に抵抗性がある。	直播での耐倒伏性が不十分である。 縮葉枯病に罹病性である。	「日本晴」より15日遅い

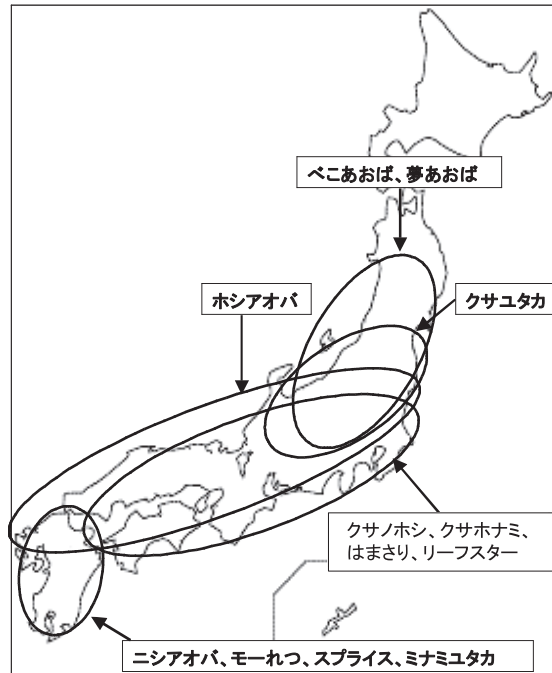


図1-1 WCS用イネ専用品種の栽培適地

#### ④ WCS 用イネ専用品種が無い地域

WCS 用イネ専用品種の数近年増えてきているが、東北北部、北海道、沖縄向けの専用品種はまだない(図 1-1)。東北北部では、食用イネ品種で多収の「むつほまれ」、「アキヒカリ」、「トヨニシキ」等の適正が高いと考えられる。北海道では、多収で直播にも適する業務用品種の「大地の星」、酒米で多収の「初雫」等の適正が高いと考えられる。沖縄では「トヨニシキ」、「チヨニシキ」等の適正が高いと考えられる。

これら地域において WCS を定着させていくため、早急な WCS 用イネ専用品種の育成・選定が必要である。

#### (3) WCS用イネ専用品種の普及上の留意点

- ① WCS用イネ専用品種にはいもち病の真性抵抗性(Pita-、Pita、Pib、Pik、Pikmは抵抗性になる場合が多く、Pia、Piiは通常は抵抗性にならない)を持つものも多く、ほ場抵抗性が不明の場合が多い。真性抵抗性による抵抗性はいもち病のレースの変化によって抵抗性が大きく変化し、罹病性になることがあるため、ほ場で病斑を見た場合は防除を行う必要がある。
- ② 脱粒性が難の品種は脱粒による収穫ロスが少ない。また、穂発芽性の易の品種は、こぼれたモミが当年にほ場で発芽し、翌年の漏生苗になりにくい。
- ③ 「夢あおば」、「べにあおば」、「クサユタカ」は耐冷性が弱く、冷害の常襲地帯での作付けには向かない。他の品種は耐冷性が不明であるが、常襲地帯の作付けには向かないと思われる。

- ④ 全ての専用品種は、トビイロウンカには感受性のため、発生動向に注意する必要がある。また、イネツトムシ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 WCS用イネ専用品種と食用イネ品種との混種については、「モーれつ」以外のWCS用イネ専用品種は脱粒性が難であり、またどの品種も赤米や黒米ではないので、農家はほ場で食用イネ品種の品種変更を行った場合とほぼ同じ状況である。また、WCS用イネ専用品種は長稈や大粒のものが多く、漏生した場合にはほ場で目立つので、少数の漏生株の除去ならば、適宜、鎌で刈り取るにより比較的容易に行うことが可能である。
- ⑦ WCS用イネ専用品種と食用イネ品種、異なる食用イネ品種同士の交雑は通常ほとんど起こらないので、それぞれが隣り合ったほ場に栽培されていても問題はない。なお、WCS用イネ専用品種でも食用イネ品種でも、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

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。

- ① 「夢あおば」、「べこあおば」、「クサユタカ」、「ホシアオバ」、「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」  
:(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 「スプライス」  
:みむら楽農 〒861-2231 熊本県上益城郡益城町安永378 TEL 096-286-2711
- ③ 「ミナミュタカ」  
:宮崎県総合農業試験場作物部 〒880-0212 宮崎県宮崎郡佐土原町下那珂5851  
TEL 0985-73-2126
- ④ 「モーれつ」  
:キリンビール株式会社アグリバイオカンパニー  
〒104-8288 東京都中央区新川 2-10-1  
TEL 03-5541-5875



## 2 低コスト栽培

WCS 用イネは収穫が黄熟期に早まるので品種選定や作期決定が食用イネより柔軟である。栽培の基本は食用イネと変わらないが、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、全乾物収量の増加とコスト削減に努める。

WCS 用イネの生産には、堆肥の積極的な還元が有効であり、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。

病虫害や雑草の防除は、使用可能な薬剤が限られているので、農薬だけに依らない環境保全的な病虫害管理、耕種的な防除法を組み合わせた効果的な防除を行う。雑草が WCS 用イネに混入した場合の飼料品質の低下、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、収穫が黄熟期に早まり米の食味を考慮する必要が無い場合、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の間に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や温暖地では、水利が保証される限り柔軟に設定しやすいが、寒地や寒冷地、高標高地等冷涼な地域では、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、作付ほ場はできるだけ団地化を図る。
- 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 (P22) に記した対策を行う。

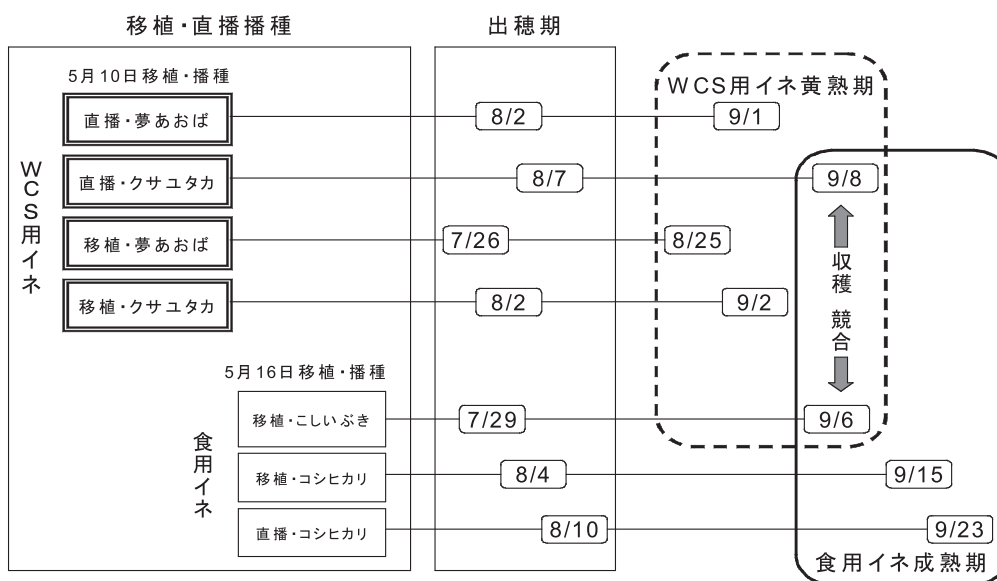


図 2-1 新潟県における WCS 用イネと食用イネの作期例 (中央農研・栽培生理研)

## 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イネと異なる場合がある。特に、近年育成の WCS 用イネ専用品種を用いる場合、従来の食用イネ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 WCS 用イネ専用品種は、食用イネと玄米での識別ができるように、食用イネに比べ大粒～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て、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
べ こ あ お ば	30.6	1.5 ~ 1.3
ホ シ ア オ バ	29.4	1.3 ~ 1.5
ニ シ ア オ バ	29.3	1.3 ~ 1.5
夢 あ お ば	26.5	1.2 ~ 1.3
ク サ ノ ホ シ	24.3	1.1 ~ 1.2
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。表2-2 に示したように、WCS用イネ専用品種は、食用イネ品種に比べ、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低下するので、いもち病の常発地帯での多肥栽培は避ける。WCS用イネは、耕畜連携で生産されることが多いが、資源循環と水田地力の維持・増強の点から家畜排せつ物を堆肥や液肥として活用することが望ましい。

表2-2 窒素施肥とWCS用イネ専用品種の全乾物収量(kg/10a)

窒素施肥	夢あおば <sup>1)</sup>	クサユタカ <sup>1)</sup>	クサホナミ <sup>2)</sup>	ホシアオバ <sup>2)</sup>	ニシアオバ <sup>3)</sup>	(参考)コシヒカリ
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) ( )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 育苗にかかる資材や施設、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 WCS用イネ収穫を収穫機によって効率的に行うためには、中干しの徹底や登熟期の早期落水などにより作業時の地耐力を高めておく必要がある。

### ③ 直播栽培

省力・低コスト化に効果が高い直播栽培は、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、基本技術は食用イネに準ずるので、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(参考1)を参考にしつつ、(表2-3)の特徴等を踏まえた方式を選定する。移植栽培とはかなり異なる技術が必要となるので、導入・実施に当たっては上記マニュアル等を参考にするほか、JAや農業改良普及センター、農業試験場に指導協力を依頼することが望ましい。

なお、ア 条件に合った播種方式の選定、イ 出芽・苗立ちと初期生育の安定確保、ウ 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) 「北陸地域水稲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稲直播栽培の手引き」(中国四国地域日本型稲作技術推進会議、平成12年)

表2-3 播種様式別の特徴図

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ことが必要である。
漏水・地力	漏水や養分の流亡は少ない。	代かきを行わないため、漏水や養分の流亡が多い。このため、湛水層、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うけやすい。	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と、雑草害をうけやすい。



図2-2 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10a当たりの必要箱苗数が少ない乳苗、同じく本田10a当たりの必要箱苗数が少ない疎植栽培、育苗から移植まで一貫して省力化が可能なロングマット水耕育苗等の技術から、地域と営農条件に適合するものをJAや農業改良普及センターの指導を受けつつ導入する。

移植栽培には、ア 本田育成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、イ 倒伏の危険性が小さく多肥栽培が容易、ウ 気象による収量変動が小さい、エ 雑草防除が容易等の利点もある。WCS用イネ栽培の実施に際し、直播栽培の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 2 回刈り

暖地では 2 回刈りが可能であり、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。

（参考 2）

2 回刈の解説がある技術マニュアル

「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）

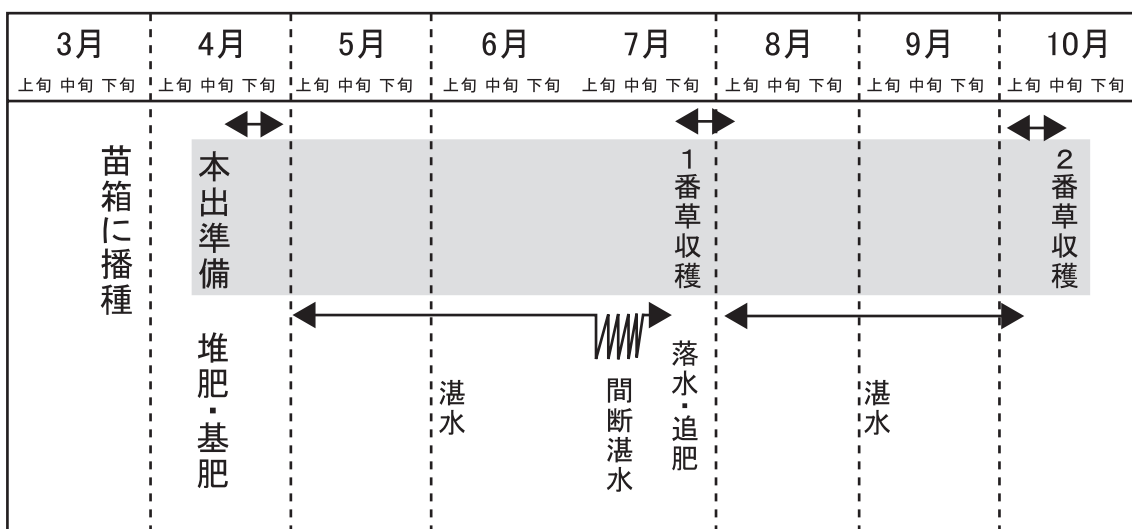


図 2-3 2 回刈りの栽培体系（九州沖縄農研・飼料生産研究室）

平成 12 年度九州沖縄農業研究成果情報第 16 号上巻 112 p、  
「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。

## ⑥ 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。

- ア 食用イネとの施設・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 クリーニングクロー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

また、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。

## (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ることから、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・散布作業の分担について、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 年間施用された牛糞堆肥の窒素のうち、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、多窒素条件下で硝酸態窒素含量が 2,000ppm/ 乾物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、湛水状態で栽培する WCS 用イネの硝酸態窒素含量は、極めて低い(図 2-4)。また、黄熟期の収穫では子実部分の比率が高くなり、カリウム含量が 2%/ 乾物を下回ることから(図 2-5)、畜産農家にとって安心して利用できる粗飼料となる。

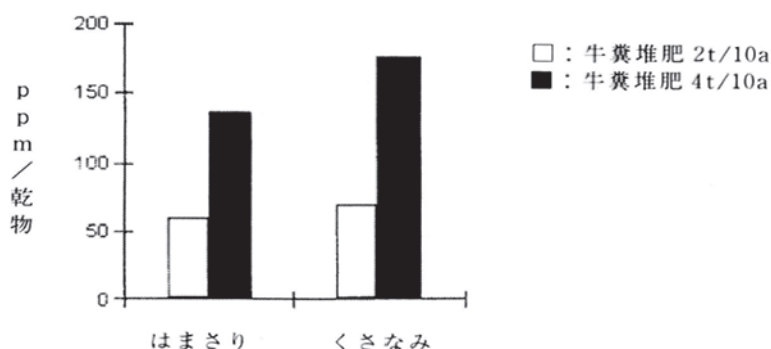


図 2-4 黄熟期収穫時における硝酸態窒素含有量 (1999. 埼玉農総研)

注) 堆肥は基肥として施用。化成肥料は基肥 7.0kg/10a、穂肥 3.0kg/10a

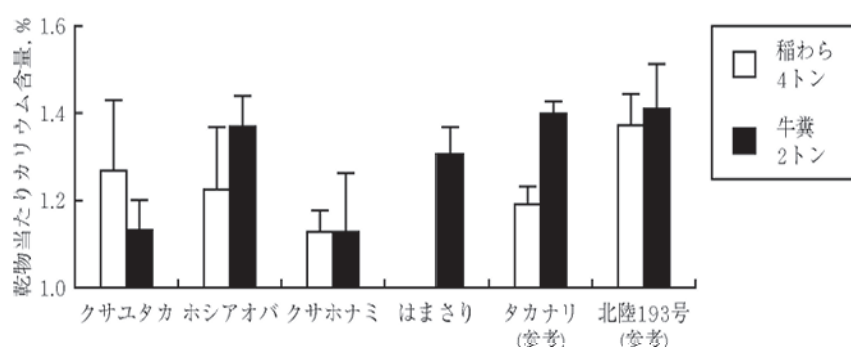


図 2-5 堆肥を施用して移植栽培した WCS 用イネの黄熟期収穫時におけるカリウム含有量 (2003. 中央農研)

注 1) 稲わら施用は 2002 年、牛糞施用は 2003 年、いずれも 5 月中旬移植。

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

## ② 施肥

WCS 用イネの生産においては、子実だけでなく茎葉も含めた収量の向上を図るため、堆肥施用が困難な場合には、食用イネ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、全体の収量も増加するが、労力競合にも留意する必要がある、基肥に重点をおいた施肥法が基本である。

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

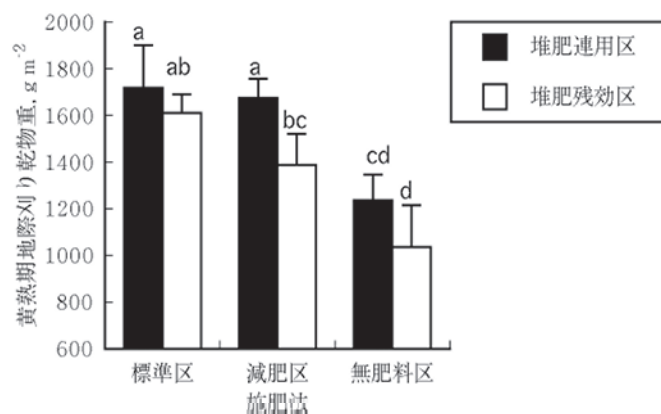


図 2-6 堆肥連用と施肥法の違いによる黄熟期の乾物収量 (2005. 中央農研)

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肥量は標準区 8.3kg、減肥区 6.3kg/10a 堆肥連用区は牛糞堆肥約 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

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。

### 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排せつ物の利用技術として水田に牛糞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、牛糞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)

- 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 日本土壤肥料学会講演要旨集 51
- 2) 春日政夫・山井英喜・青山達也・吉田宣夫(2002) 飼料イネの栽培・調製の省力化と飼料加工技術の確立
  1. 堆肥活用ならびに効率的な予乾技術 埼玉県農林総合研究センター研究報告 第2号
- 3) 中央農業総合研究センター編(2003) 平成15年度 共通基盤研究成果情報
- 4) 石川哲也・草佳那子・三枝貴代・石田元彦・阿部薫(2005) 堆肥施用と窒素施肥法が飼料イネ品種「ホシアオバ」の湛水直播栽培における生育に及ぼす影響 日本作物学会関東支部会報 第20号

### (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、食用イネ栽培に比べ高く設定することが可能と考えられるが、周辺は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となっている。しかし、一般の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る。このため、普及指導機関と連携して、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。

#### ② 品種抵抗性の利用

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を優先した品種選択が可能である。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 用イネ専用品種では、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。なお、いもち病抵抗性品種を作付けしたにも関わらず発病を認めた場合には、いもち病菌レースの分布変動が疑われることから、普及指導期間の指導を仰ぐ。

#### 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やイネシガラ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。使用可能な薬剤の少ないWCS用イネ栽培では、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。

#### ④ 耕種的防除法と効果的な薬剤の使用

イネの栽培条件と病害虫の発生には密接な関係があり、病害の多くは多肥栽培による過繁茂状態で発生が助長される。また、作型の影響も大きく、暖地においては晩植により高温多湿で発生し易い紋枯病が抑制されるが、冷涼な条件で発生し易いもち病は発生リスクが高まる事例がある。

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。このため、WCS用イネ栽培は病害虫の発生リスクが高いと考えられ、発生予察情報を参考にほ場での発生に留意し、転作復元田では施肥量を調節する。イネドロオウムシやイネミズゾウムシ等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。

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スクミリンゴガイの機械的な破碎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

([http://konarc.naro.affrc.go.jp/kiban/g\\_seitai/hmpgsctn.html](http://konarc.naro.affrc.go.jp/kiban/g_seitai/hmpgsctn.html)) に詳しい。

なお、農薬の使用に当たっては、別項に従い適切に使用する。平成18年5月には、残留農薬のポジティブリスト制が導入されることから、農薬散布を行う際には飛散(ドリフト)による近隣作物への影響にも留意する必要がある。病害虫防除の面からも作付の団地化が望ましく、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。

(参考)

IPM マニュアルー総合的病害虫管理技術ー(養賢堂、2005年9月)

#### (4) 雑草管理

##### ① 雑草防除法

難防除雑草が繁茂した水田では省力・低コストな雑草管理は難しいため、WCS 用イネ栽培は避ける。このような水田は、次年度から食用イネの移植栽培に戻して徹底防除を行い、これら雑草の発生密度を低減してから再びWCS 用イネを栽培する。

表2-4 WCS 用イネ栽培において問題となる主要水田雑草に対するスルホニルウレア系除草剤の効果

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

注1) スルホニルウレア系除草剤は、イネ科を除くカヤツリグサ科および広葉雑草に対しては広い殺草スペクトラムを持つ除草剤である。

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

雑草防除法には化学的防除法(除草剤)の他に、ア 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、イ 水田除草機を利用した機械的防除法、ウ 再生紙あるいはアゾーラ(アカウキクサ)を利用したマルチによる物理的防除法等がある。これらの防除法は、単独で化学的防除法に代替する効果を持つものではなく、かつ、必ずしも省力・低コストな雑草管理法となるものではないが、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。なお、スルホニルウレア系除草剤に対して抵抗性を示す生物型を有する雑草がある(表2-4)ので、WCS用イネを栽培する場合には、発生状況を確認する。

##### ② 漏生苗対策

WCS用イネ栽培では、収穫等の作業時に多くのモミがほ場内に落下する。休眠性の浅い品種は、年内に発芽あるいは冬季に死滅するが、休眠性の深い品種では、落下したモミの多くは次年度に発芽してくる。したがって、次年度に食用イネを栽培する場合、WCS 用イネの収穫後の湛水(WCS 用イネ栽培が早期栽培の場合)、あるいは翌年の食用イネ作付前の湛水(食用イネ栽培が普通期栽培の場合)によって、ほ場に落下したWCS 用イネ種子を発芽させ、ロータリ耕や代かき、非選択性除草剤の散布などによって防除する。また、食用イネへの転換の初年度目には直播栽培は避け、プレチラクロールまたはメフェナセットを含む土壌処理型除草剤を初期に散布して、発生したWCS用イネを防除する。

## (5) 農薬使用

### ① 病虫害防除

抵抗性品種の導入や病虫害発生予察を活用した的確な防除対策を基本とし、病虫害の発生が周辺の食用イネに影響を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事前に十分な協議を行う必要がある。

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

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

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

#### 殺虫剤

農薬の種類	農薬の種類
イミダクロプリド水和剤	ダイアジノン・BPMC乳剤
カルタップ水溶剤	フィプロニル粒剤 ※
カルタップ粒剤	ブプロフェジン水和剤
カルタップ・MIPC粒剤	ブプロフェジン粉剤
カルボスルファンマイクロカプセル剤	BPMC乳剤
カルボスルファン粒剤	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
ダイアジノン粉粒剤	MPP粉剤
ダイアジノン粒剤	MPP粒剤

注) ※については、平成17年6月追加。

#### 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	フルジオキシニル・ペフラゾエート乳剤
アゾキシストロビン粒剤	フルジオキシニル水和剤
イソプロチオラン水和剤	フルトラニル水和剤（フロアブルは除く）
イソプロチオラン乳剤	フルトラニル乳剤
イソプロチオラン粉剤	フルトラニル粉剤
イプコナゾール水和剤	フルトラニル粒剤
イプコナゾール乳剤	ベノミル水和剤
オキシリニック酸・フルジオキシニル水和剤	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
オキシリニック酸水和剤	TPN粉剤

## 農薬肥料

農薬の種類
ウニコナゾールP複合肥料

## 植物成長調節剤

農薬の種類	農薬の種類
ウニコナゾールP液剤	ウニコナゾールP粒剤

## 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
イマズスルフロン・エトベンザニド・ダイムロン粒剤	トリフルラリン乳剤
	トリフルラリン粒剤
エトベンザニド・ピラズスルフロンエチル粒剤	ビスピリバックナトリウム塩液剤
グリホサートアンモニウム塩液剤	ピラゾキシフェン粒剤
グリホサートイソプロピルアミン塩液剤	ピラズレート粒剤
シハロホップブチル粒剤 ※	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
シハロホップブチル乳剤 ※	
シハロホップブチル・ベンタゾン液剤 ※	DCPA乳剤
ダイムロン・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤	

注)※については、平成 16 年 5 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
シハロホップブチル粒剤	ベンタゾン粒剤
シハロホップブチル乳剤	ベンスルフロンメチル・ベンチオカーブ・メフェナセット粒剤
シハロホップブチル・ベンタゾン液剤	

注)全ての剤を平成 16 年 5 月追加。

### 3 収穫・調製

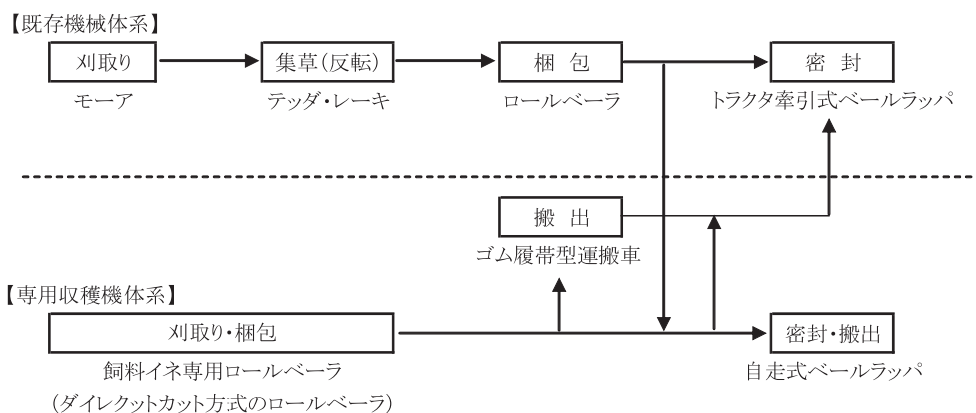
WCS 用イネの収穫時期は、モミの消化性と脱粒性を考慮して TDN 含量が最大となる黄熟期（出穂後 30 日頃）が最も適当である。WCS 用イネは主にロールベールサイレージとして収穫調製され、その体系には牧草用として利用されている既存のトラクタ牽引式作業機械の利用体系と WCS 用イネ専用の収穫機の利用体系がある。トラクタ牽引式作業機械体系は大区画で排水条件が良好な乾田での作業には高能率な体系として活用できる。一方、専用収穫機体系は軟弱ほ場でも作業ができ、耕種農家でも容易に収穫調製できる。専用収穫機は 2 つのタイプが実用化されており、導入にあたっては条件に適した機械の選定が必要である。

サイレージ調製にあたっては梱包密度の目標値は 150kg/m<sup>3</sup> 以上とし、密度が低い場合、乳酸菌などの添加物を利用して、6 層巻き以上のラッピングにより発酵品質と貯蔵性を改善することができる。予乾処理を組込んだサイレージ調製はβ-カロテン含量の低減化に有効である。長期間保管する場合は適切な鳥獣害対策と置き場周辺の管理を徹底し、サイレージ品質の低下をきたすフィルム破損防止に留意する。

稲発酵粗飼料を穀類などの飼料と混合し、完全混合飼料 (TMR) に調製することができる。

#### (1) 機械作業

WCS 用イネの収穫調製体系にはフォーレージハーベスタにより収穫し、固定サイロに調製する方法とロールベールサイレージとして調製する方法があるが、WCS 用イネの収穫調製の合では、ロールベールサイレージ体系が一般的である。さらにロールベールサイレージ体系においても、既存機械による体系と専用収穫調製機械による体系がある（図 3-1）。特に既存機械体系では、収穫時期に大型機械での作業が可能な水田の地耐力が得られていることが必要となる。そのために収量にも影響を及ぼさず、大型既存機械の作業に支障のないように落水時期を検討することが重要である。



注) ゴム履帯型運搬車と自走式ベールラップは既存体系の運搬、密封作業にも利用できる。  
既存ロールベアラで梱包したベールにもゴム履帯型運搬車や自走式ベールラップが利用できる。

図 3-1 WCS 用イネのロールベールサイレージ収穫体系

## ① 既存機械体系

WCS 用イネを既存の牧草用作業機械を利用して収穫調製することの利点は、特に大区画ほ場で水管理が容易にでき、畜産農家が収穫調製作業を行う場合では、新たな資本投資を必要とせず、高能率に WCS 用イネをロールベールサイレージとして調製することができることにある。この場合、予乾作業（反転）は収穫時期の WCS 用イネの水分によっては省略する方が望ましいが、予乾をする必要がある場合でも土砂の混入による品質低下やモミの脱粒による栄養価の低下を防止するため、過度の反転作業は控える。また、特に和牛肥育に稲発酵粗飼料を利用する場合、β-カロテン含量が問題となるが、予乾を行うことで低いβ-カロテン含量の稲発酵粗飼料を収穫調製することができる。

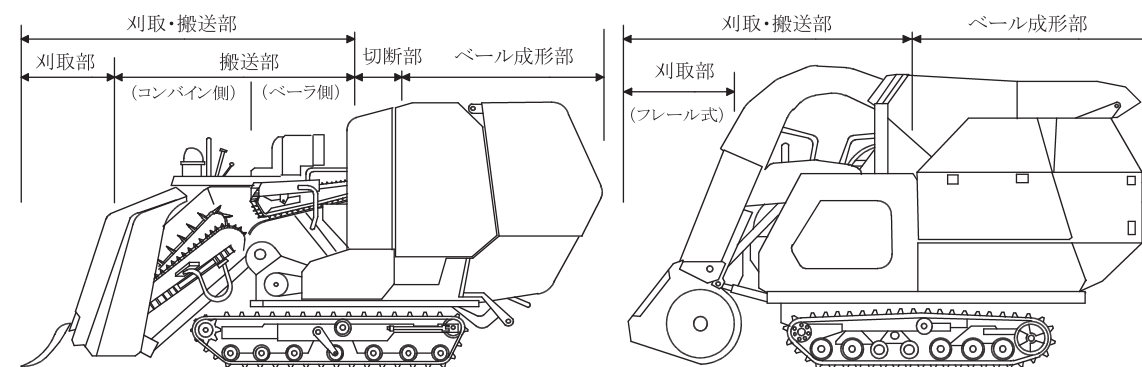
## ② 専用収穫機体系

立毛状態の WCS 用イネの刈取りから梱包までの作業を連続的に行う専用収穫機械（専用ロールベアラ）には、現在 2 つのタイプの自走式ロールベアラが実用化されている（図 3-2、表 3-1）。1 つはモミ収穫用の自脱型コンバインの刈取部と走行部を利用し、脱穀部の替わりに材料イネの切断部（ディスクカッタ）とベール成形室を搭載したタイプのコンバイン型専用ロールベアラである（図 3-2-a）。もう 1 つのタイプは刈取部をフレール式として、脱穀部の代わりに同様にベール成形室を搭載したフレール型専用ロールベアラである（図 3-2-b）。両機とも食用イネ収穫用のコンバインをベース機としたダイレクトカット方式のカッティングロールベアラであり、走行部はゴム履帯を利用していることから平均接地圧も小さく、軟弱ほ場でも安定した作業を行うことができる。

これら専用ロールベアラは、立毛状態の WCS 用イネ（生草収量：約 2.5t/10a）の刈取りから梱包までの作業を約 20 ～ 30 分 /10a で行うことができ、各機種ともそれぞれの特徴がある。特にコンバイン型専用ロールベアラは自脱型コンバインの刈取り部を利用していることから、成形ベールの片側に穂部が偏る傾向はあるが、操作性はコンバインに類似しており、耕種農家でも容易に WCS 用イネの収穫作業を行うことができる。一方、フレール型専用ロールベアラはベールサイズがコンバイン型専用ロールベアラよりやや小さく、穂部が均一に混合されたベールに成形ができ、専用品種のような太い茎部も破碎できる利点はあるが、コンバイン型専用ロールベアラと比較してモミの脱粒がやや多く、超軟弱なほ場条件での作業性はやや劣る。なお、両機とも発酵品質の安定化や向上を目的に、乳酸菌等を噴霧するための添加装置を装備することができる。

既存ロールベアラや専用ロールベアラで梱包したベールは、ベールラップにより 6 層巻以上で完全に密封をすることが重要である。この場合、トラクタ牽引式ベールラップでも密封作業を行うことはできるが、刈取り・成形作業と同様にトラクタでの牽引作業が困難なほ場条件では、ゴム履帯型運搬車を利用してほ場外へベールを搬出した後に密封作業を行う。また、主に水田作業用に開発・実用化された自走式ベールラップはほ場内で密封処理を行った後にほ場外へ搬出する。

このように専用収穫機体系は、軟弱なほ場においても安定した作業を行うことができるとともに、専用ロールベアラは全面刈りの自走式作業機であり、ゴム履帯型運搬車や自走式ベールラップは専用ロールベアラから放出されるベールを前方から積載できる特徴がある。そのため、サイドマウント方式のトラクタ牽引式既存機械体系と比較して、立毛状態の WCS 用イネを踏圧せずに中割り作業ができ、区画の大きなほ場においても効率的に収穫調製作業を行うことができる。なお、自走式ベールラップの作業能率はコンバイン型専用ロールベアラ(φ 1,000mm)で刈取り・成形し、放出したベールを1ベールずつ密封し、ほ場外へ搬出する体系で作業を行った場合、作業時間は10a 当たり約30分である。但し、ロールベールサイレージ体系では収量の増加にともないベール個数が増加し、作業能率に大きく影響を及ぼすと言われている。特に新たに育成された WCS 用イネ専用品種の中には乾物収量で2tを越える超多収品種もあるが、専用収穫調製機械は現在も改良が進められており、今後、一層の作業能率の向上が期待されている。



a. コンバイン型専用ロールベアラ

b. フレール型専用ロールベアラ

図3-2 実用化されているWCS用イネ専用ロールベアラの概念図

表 3-1 実用化されている WCS 用イネ専用ロールベアラの主要諸元

項目		コンバイン型専用ロールベアラ	フレール型専用ロールベアラ
機体寸法	全長 (mm)	4,730	4,150
	全幅 (mm)	1,950	2,200
	全高 (mm)	2,250	2,250
	機体質量 (kg)	3,170	3,040
エンジン出力 (kW/rpm)		44.1/2000	42.7/2800
走行部	履帯幅×接地長 (mm)	450×1,780	400×1,548
	平均接地圧 (kPa)	19.7	24.1
変速方式		HST式	HST式
刈取部	刈取方式	自脱型コンバインの刈取部を利用	フレール方式
	刈幅 (mm)	1720-1770	1,400
	刈取条数 (条)	5	5
切断方式		ディスクカッタ(平均150mm)	(100-150mm)
梱包部	ベール方式	チェーンバー方式(定径式)	スチールローラ方式(定径式)
	ベール寸法 (mm)	直径 1,000×幅 1,000	直径 900×幅 860
	トワイン条数 (条)	2	2

注) 両機の主要諸元は各メーカーのカタログにより抜粋した。

## (2) サイレージ調製

### ① 材料草の条件

黄熟期で収穫する WCS 用イネは水分 65 % 以下のものが多く、比較的良質発酵できる適当な水分範囲であり、ダイレクトカット収穫が可能である。WCS 用イネの茎は堅い中空構造であり、トウモロコシなどの飼料作物に比べ、サイロ内に残存する酸素量が多いため、嫌気条件作りが難しい。また WCS 用イネには不良菌である好気性細菌、カビおよび酵母菌数が多く付着する反面、発酵品質の決め手である乳酸菌数は少ない。乳酸菌の栄養源となる可溶性糖類をみると、飼料イネ乾物中のサッカロース、グルコースおよびフルクトースの含量は、トウモロコシに比べ遙かに低い。従って確実に良質サイレージを調製するためには、乳酸菌等の添加が必要である。

### ② 稲発酵粗飼料の調製

#### ア 収穫時期の把握

WCS 用イネの TDN 含量は完熟期で高いが、生育が進むとモミの家畜排せつ物中への排出率は高くなる(図 3-3)。家畜排せつ物へ排出されるモミの養分を勘案しても、TDN 収量が最大になるのは、黄熟期である(図 3-4)。モミの消化性と収穫時の脱粒性を考慮すると、黄熟期(出穂後 30 日頃)に収穫するのが最も適当である。専用収穫機(ダイレクトカット方式)を使用する場合は、必ず黄熟期に収穫する。それに対して、刈った後 2 ~ 3 日予乾する体系の場合は、刈り倒し後に水分を下げる(予乾)ができるので、収穫適期は糊熟期~黄熟期と幅をもたせることができる。熟期の判定にあたっては、出穂後の日数、穂の状態を目安とする(表 3-2)。ただし、WCS 用イネの登熟は、高温多照条件下では促進され、低温少照条件下では遅延するので、登熟期の気象経過に注意する。

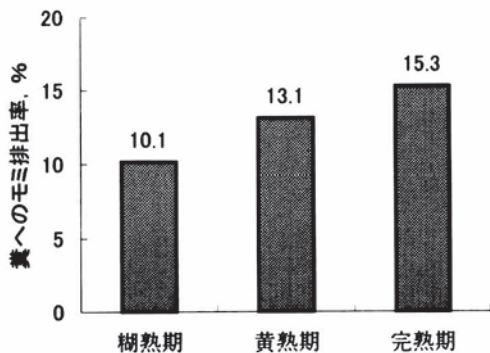


図 3-3 稲の熟期とモミの排出率

(東北農試 1988)

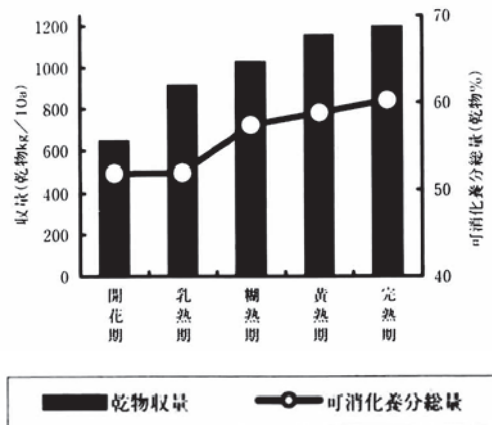


図 3-4 稲の熟期と収量、栄養価との関係

(東北農試 1981、1988、愛媛大学 1979、新得畜試 1986 の平均値)

雨のなかでの収穫は高水分サイレージとなり発酵品質が低下するので避ける。特に予乾を伴う作業体系の場合、気象予報に留意しつつ 2 ~ 4 日間程度の晴天を見込んで収穫を開始する。

なお、脱粒しやすい品種の場合には、刈り取りを早めて(糊熟期)、脱粒を極力回避する。

## イ 梱包密度

表 3-2 WCS 用イネの熟期の判定方法

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

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

ロールベアラ体系（既存機械体系）では、乳酸発酵を促進するため、材料中の空気を排除して成形性のよいロールを作ると同時に、ロールの梱包密度を高める必要がある。梱包密度の目標値は 150kg/m<sup>3</sup> 以上であるが、密度が低い場合、乳酸菌や尿素などの添加物を利用して発酵品質と貯蔵性を改善することができる。また収穫する際、土砂が材料に混入しないよう注意する。

## ウ ラッピング

ロール梱包後長期間空気にさらされていると、イネ体の呼吸作用や好気性微生物によって材料草中の単少糖が消費されるため、できるだけ短時間でラッピング作業を完了し、フィルム 6 層巻きで密封する。作業効率を考慮し、水田で 2～3 層に仮のラッピングをして、保管場所へ移送後に再度ラッピングして合計 6 層巻きにすることが有効である。

## エ 運搬

ほ場と牛舎が近接していない場合には、ほ場で調製されたロールを牛舎近くへ移送する。また、ほ場と利用農家が離れている地域では、稲発酵粗飼料は流通飼料としても利用されるため、丁寧な運搬作業が求められる。ラッピング後のロールベールは、フィルムの小さなピンホールでもカビ発生などの変敗の原因となる。ラッピング後に運搬する場合、ロールベールの積載、積み下しに細心の注意が必要である。水田と畜産農家の距離、作業人員、運搬手段や作業機などを事前に検討し、ラッピングの場所と運搬方法を考慮するとともに、フィルム破損防止策をとることが重要である。万一、フィルムが破損した場合には直ちに補修する。

## ③ 添加物の利用

### ア 乳酸菌添加

乳酸発酵能力が優れ、稲発酵粗飼料の品質改善効果を有する優良菌株「畜草 1 号」の凍結乾燥添加剤が商品化されている（図 3-5）。「畜草 1 号」は水溶性・噴霧タイプの製品で、添加量は WCS 用イネの新鮮材料草 1 トン当たり 5 g である。水道水で溶かして添加することができ、ロール 20 個分の添加液調製時間は 5 分程度である。添加方法にはロールベアラに装着する自動添加装置で集草しながら噴霧する方法や、市販の動力式噴霧器で添加する方法がある。

「畜草1号」を添加した稲発酵粗飼料は、無添加区に比べ、乳酸菌数が高まり、不良菌である好気性細菌や酪酸菌、カビの菌数が減少する。また、乳酸菌を添加した稲発酵粗飼料はpHが低下し、乳酸が多く作られ、発酵品質が向上するとともに、長期貯蔵性も改善される(図3-6)



図3-5 乳酸菌「畜草1号」添加剤(左)と凍結乾燥粉末(右)

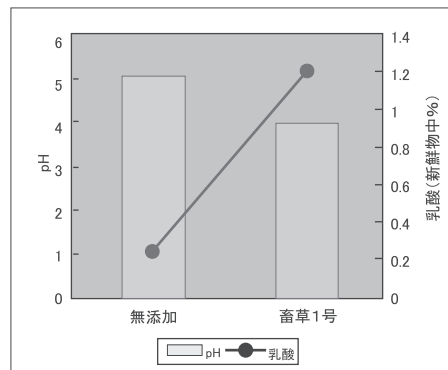


図3-6 稲発酵粗飼料の添加調製(左)と発酵品質(右)

(参考)尿素添加について

尿素を添加したサイレージでは、材料自体のウレアーゼ活性により貯蔵中にアンモニアが生成し、開封後の好気変敗を抑制することができる。尿素添加は水分含量の低い予乾サイレージに適している。尿素を添加すると見かけ上粗蛋白質補給の効果がある。近年、ロールベアラ積載型の尿素添加装置が開発され(図3-7)、予乾飼料イネを安定品質で省力・低コストに調製する技術が確立されている。尿素的添加量は生草重の約1%である。尿素を添加した稲発酵粗飼料はpHとアンモニア態窒素が高くなり、サイレージのVスコアが低くなるが、貯蔵性が安定する効果がある。尿素処理は低コストで取扱い易いが、給与できるまでの貯蔵期間は長く、100~120日程度が必要となる。尿素処理したサイレージはVスコア評価に適していないとされている。

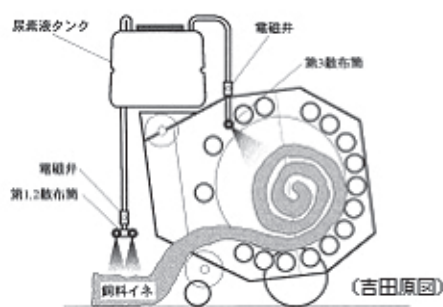


図3-7 ロールベアラ積載型尿素連続添加装置

### (3) 予乾処理

#### ① WCS 用イネの $\beta$ -カロテンとビタミン E 含量

植物に含まれるカロテン類の一つである  $\beta$ -カロテンは、生体内でビタミン A に変換される (1mg の  $\beta$ -カロテンは 400 国際単位 (IU) のビタミン A に変換される)。

(図 3-8) に示したように、WCS 用イネに含まれる  $\beta$ -カロテン含量は生育にともない減少し、稲発酵粗飼料の収穫適期とされる黄熟期では乾物中に約 20mg/kg となる。WCS 用イネに含まれる  $\beta$ -カロテン含量を部位別でみると、葉部が最も高く、次いで茎部、穂部の順である。しかし、品種や栽培条件等の影響を受け  $\beta$ -カロテン含量は大きく変化し、生草や牧草サイレージと同程度の含量を示すこともある。

ビタミン E は、生物的抗酸化剤として肉質(肉色)の保持に関与し、植物中には  $\alpha$ -、 $\beta$ -、 $\gamma$ -、 $\delta$ -トコフェロールと、それらの立体異性体の計 8 種類(同族体)が存在している。その中でも、 $\alpha$ -トコフェロールは生理活性が最も高く、生草中に多く含まれている。

(図 3-9) に示したように、WCS 用イネに含まれる  $\alpha$ -トコフェロール含量は生育にともない減少し、乳熟期と黄熟期でそれぞれ、乾物当たり 340mg/kg、260mg/kg 程度となるが、 $\beta$ -カロテンに比べてその減少は緩慢である。

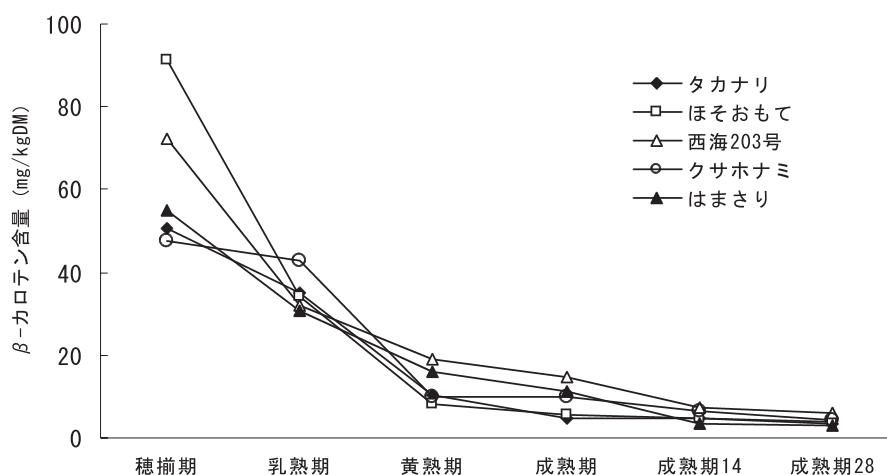


図 3-8 WCS 用イネの生育ステージに伴う  $\beta$ -カロテン含量の推移 (2002 平岡ら)

注) 各ステージは穂揃期で出穂後 5 日、乳熟期で 15 日、黄熟期で 30 日、成熟期で 40 日を目安とした。成熟期 14 および 28 は、成熟期経過後 14 日目、28 日目を示す。

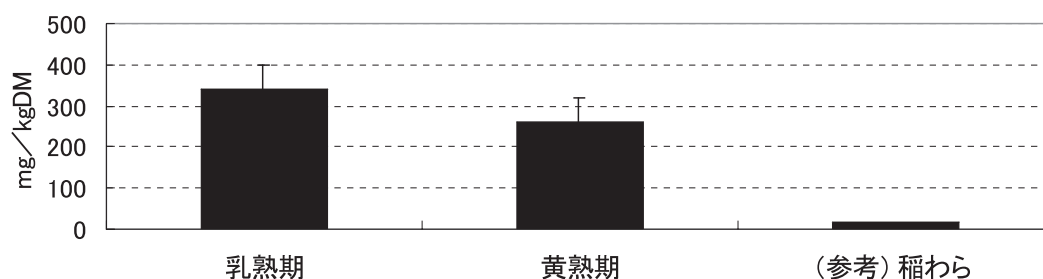


図 3-9 WCS 用イネのビタミン E ( $\alpha$ -トコフェロール) 含量 (2005、金谷ら)

注) 夢あおば、クサユタカを含む早~中生 6 品種の平均値。

## ② 予乾処理によるβ-カロテン含量の低減化

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

（図3-10,11）に示したとおり、WCS用イネのβ-カロテンとα-トコフェロール含量は予乾処理を行うことで低下する。一方、（図3-12）に示すように、サイレージ貯蔵中のβ-カロテンとα-トコフェロール含量は比較的安定して推移するため、予乾処理の有無が両成分の含量を大きく左右する。

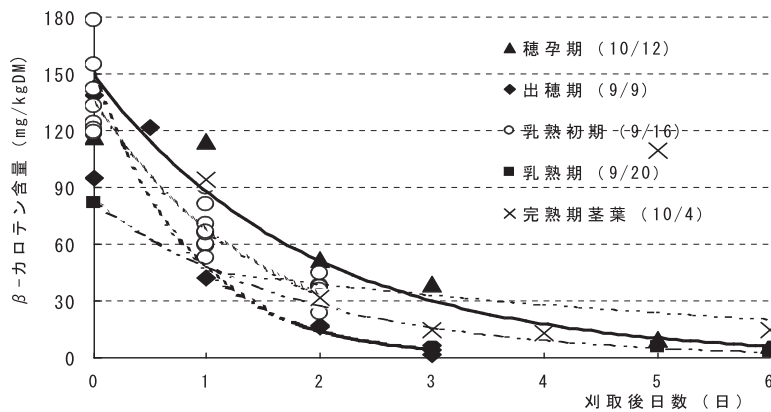


図3-10 天日乾燥に伴うβ-カロテン含量推移(2005、大宅ら)

注)凡例の( )内の数値は刈取り月日を示す。

供試品種にモーれつを用い、刈取り(モアコン)、反転(テッダ)を実施。

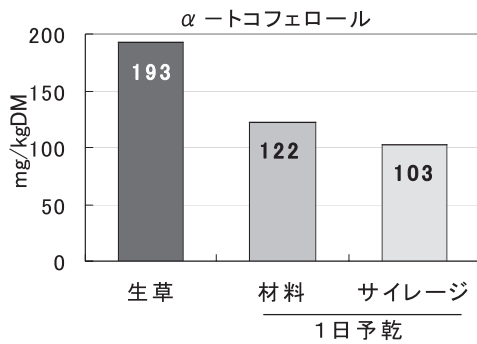


図3-11 黄熟期における1日の予乾が飼料イネのビタミンE(α-トコフェロール)含量に及ぼす影響(2005、金谷ら)

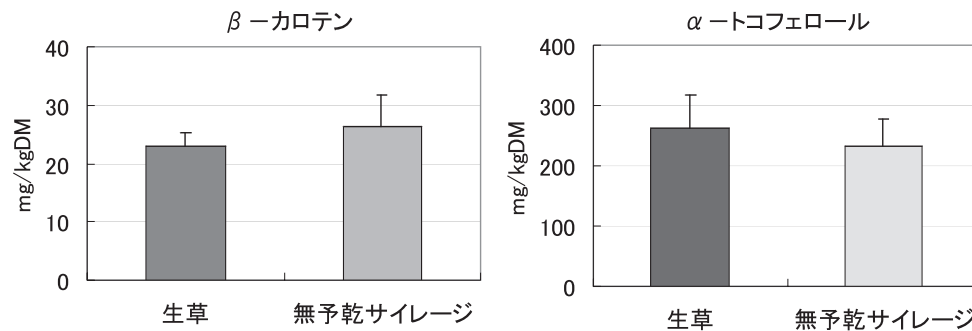


図3-12 黄熟期におけるサイレージ調製前後の飼料イネのβ-カロテンとビタミンE(α-トコフェロール)含量(金谷ら、2005)

注) 夢あおば、クサユタカを含む早～中生6品種の平均値。

### ③ 葉緑素計を用いたβ-カロテン含量の簡易推定法

一般に、β-カロテンの測定は、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を用いて行われるが、前処理等が煩雑で測定に時間を要し生産現場では迅速な対応ができない場合もある。

SPAD-502 とは、イネの葉緑素 (クロロフィル) を測定するハンディタイプの計測器で施肥設計等に利用されている。

(図 3-13) に示したように、WCS 用イネの止葉の SPAD 値とイネ全体のβ-カロテン含量との間には高い相関が認められたことから、SPAD-502 を用いてβ-カロテン含量を推定することができる。

なお、SPAD-502 による簡易推定法は、あくまでも収穫前の立毛イネのβ-カロテン含量を推定するものであり、サイレージ中のβ-カロテン含量の推定には利用できない。また、品種や栽培条件、気象条件等により SPAD 値とβ-カロテン含量の回帰式は異なることが予測されるため、給与設計の際には化学分析を実施し正確な値を把握することが望ましい。

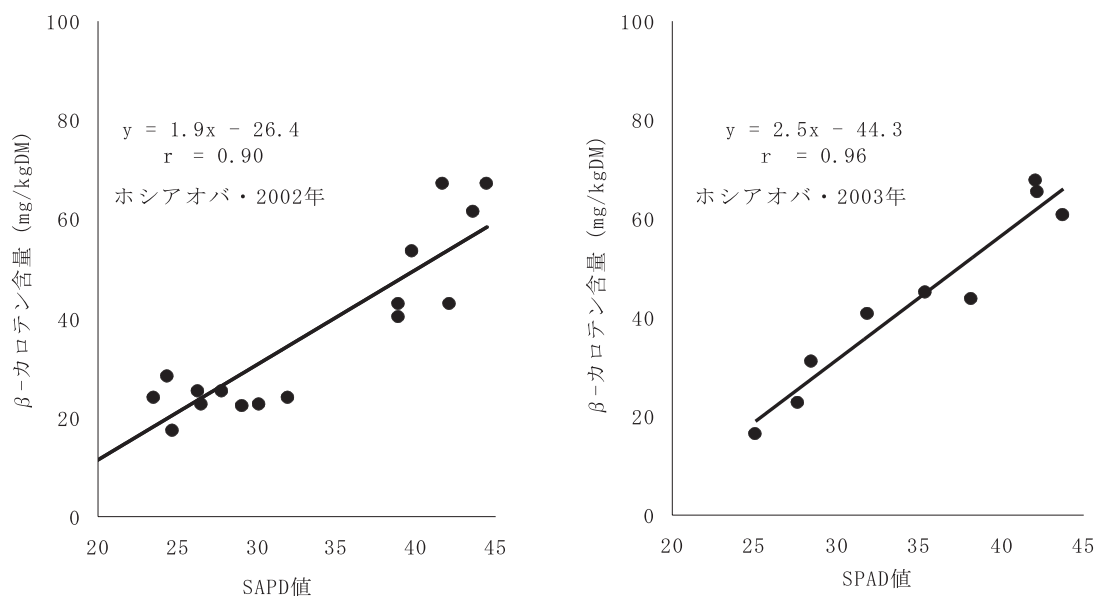


図 3-13 ホシアオバの SPAD 値とβ-カロテン含量との関係 (2003、平岡ら)

注) SPAD 値は止葉の値、β-カロテン含量はイネ全体乾物当たりの値を示す。  
2002 年および 2003 年の両推定式の係数の間には、傾きと回帰定数ともに有意差なし。  
両推定式を併合した結果、新たに得られた推定式は、 $y=2.068x-30.62$  となる。

(参考)

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

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

#### (4) 長期保管技術

稲発酵粗飼料の生産拡大に伴って、多数のロールベールを安定的に長期間保管しなければならない。貯蔵中にロールベールラップの破損やゆるみ等が発生すると、糸状菌が増殖して腐敗を起こし、給与できなくなる場合もある。最も重視すべき点はサイレージの嫌気的条件下を給与まで確保することであり、保管場所の選定や貯蔵中の管理方法、鳥獣害対策に留意する必要がある。

##### ア 保管場所の選定

保管場所については台風などで冠水が予想される場所は避け、排水が良好で平坦な場所を選定する。屋外保管の場合、コンクリート盤上がもっともネズミの食害を受けにくく、砂利を敷いた場所も有効である。

##### イ 堆積と管理法

梱包密度の低いロールの場合、縦置き、2段積み程度とする。コンバイン型ロールベールで収穫したロールベールの場合、下段ベールは穂を上向きに定置するとネズミの食害を受けにくい(図3-14)。鳥害を回避するためには、ロールベール全体を防鳥ネットやテグス、網等で覆うことが有効である。テグスは堆積した高さまで2～3段に張るのが効果的である。保管場所が裸地の場合、草木はネズミや昆虫が集まり易く、移動空間となるので定期的に除草する。

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

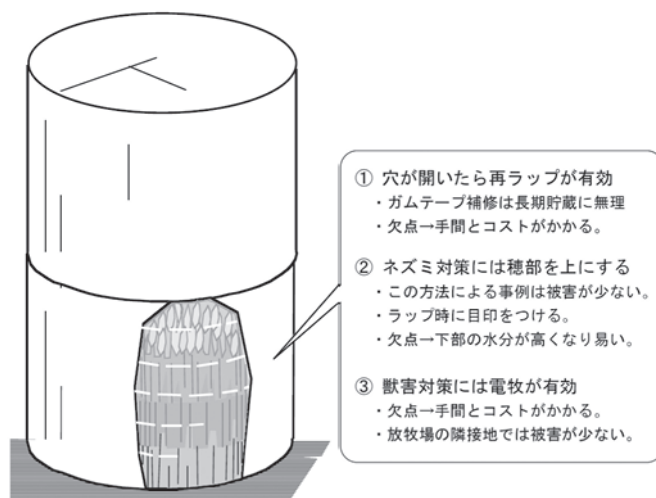


図 3-14 ロールベール保管定置法

## ウ 獣害対策

中山間地ではイノシシやタヌキ等による被害が多くなっている。イノシシ等の獣害防止には、電気牧柵等を設置することが望ましい。これらは市販されており、(図 3-15)のように高さ 30 ~ 40cm の 2 段張りにすると効果的である。電源はソーラー式もしくは電池式とし、定期的に漏電がないかを管理する。なお、放牧地の近くではイノシシ等の獣害が少ないとの報告があるので、放牧地の近くは保管場所に適している。

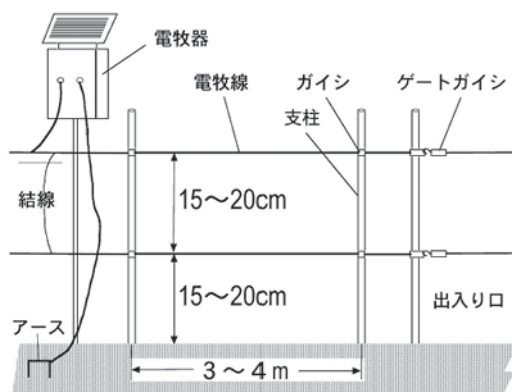


図 3-15 電気牧柵の設置法(イノシシ対策の場合)

以上のように、WCS 用イネの栽培、収穫、調製、貯蔵など各工程において、栄養分の損失をできるだけ少なくすることは、嗜好性のよい稲発酵粗飼料作りのポイントであり、適期の収穫、適切な調製方法、十分なラッピングと貯蔵ロールの徹底管理が欠かせない。調製に失敗した劣質な稲発酵粗飼料は、家畜に給与しないことや、病原性菌や糸状菌の増殖による家畜への悪影響等が危惧されることから、カビ発生部分等がある場合、完全に取り除いてから家畜へ給与する必要がある。このような変敗を防ぐには、適切な添加物を利用して良質なサイレージに調製すると同時に、ラッピング後の貯蔵管理を徹底する等サイレージ調製の基本を遵守することが極めて大切である。

### (5) TMR 調製

栄養のバランスがとれた飼料として牛に与えるために、稲発酵粗飼料を穀類などの飼料と混合し、完全混合飼料(TMR)に調製することがあり、乳牛に与える飼料として使われることが多い。乳用牛や肥育牛の飼養において群飼した場合、粗飼料と濃厚飼料を分離給与すると、強い牛だけが濃厚飼料を多く食べることが多く、このような場合にも個体ごとの飼料摂取のかたよりを防ぐため、TMRの給与は有効である。

TMRは調製後すぐに与えることが多いが、夏場は熱をもち嗜好性が悪くなることもある。この対策として、混合後、密封して乳酸発酵させ発酵TMRにすることにより泌乳牛への給与において良好な採食量や乳生産が確保できる(表 3-3)。また、発酵TMRは密封すれば長期保存できることから、流通飼料とするために調製されることもある。

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

項目	通常	発酵
平均体重 (kg)	634	636
体重増減量 (kg)	5	7
乾物摂取量 (kg/日)	21.8	22.4
乳量 (kg/日)	29.0	30.7
FCM 乳量 (kg/日)	28.1	29.9
乳成分量 (kg/日)		
乳脂肪量	1.12	1.18
乳蛋白質量	0.92	0.99 *
乳糖量	1.27	1.37
無脂固形分量	2.46	2.66
第一胃内溶液性状		
揮発性脂肪酸 (mM/dl)	9.0	9.2
A/P比	3.9	3.6 *

注 1) 試験期間中はミスト噴霧と送風機による暑熱対策を実施。

注 2) \*: 区間に有意差あり (P<0.05).

注 3) FCM:4% 脂肪補正乳、A/P: 酢酸 / プロピオン酸

TMR の調製は、図 3-16 に示す手順で行われる。刃の付いた飼料混合機であれば、稲発酵粗飼料のロールベールをそのままほぐしながら投入しても攪拌の過程で切断され、他の飼料と混ざる。刃の付いていない混合機では、5cm 程度に切断してから投入する。

発酵 TMR を調製する場合には、混合後、トランスバッグに入れて、袋内の空気を抜いてから密封することが多い。この場合、発酵初期に多量のガスが発生するので、仮止めして、1 週間程放置し、ガスの発生がおさまってからしっかりと密封する。発酵に要する時間は季節によって異なるが、21 日間程度である。袋内に空気が入るとカビ発生の原因となるので、袋詰め時の脱気を十分に行った後に、しっかりと密封し袋を破らないように注意する。

発酵 TMR 調製における密封方法として、混合した飼料を細断型ロールベアラで成形・ラッピングする方法がある。また、角型のベールに調製する方法も開発されている。

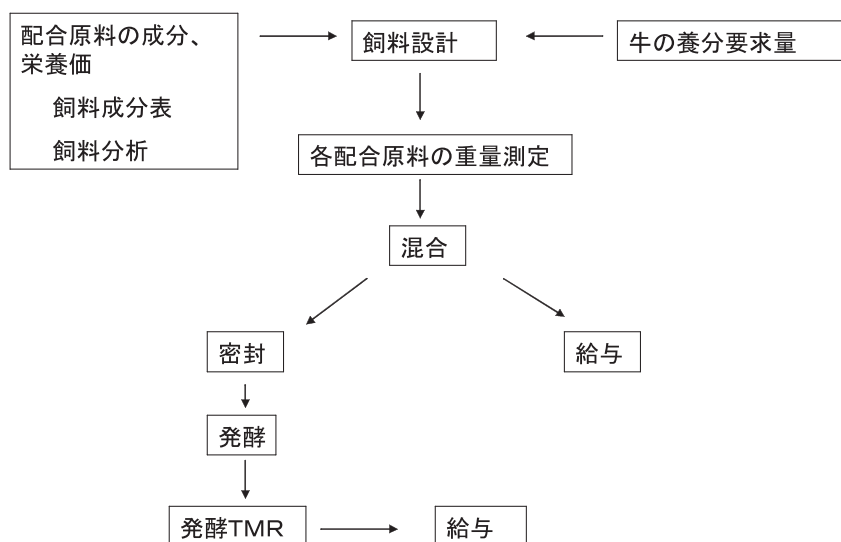


図 3-16 TMR 調製の手順