

2 ダイレクト収穫を前提とした飼料用稲麦二毛作体系を導入するための栽培技術

飼料用稲麦二毛作は、適期作業を行うことが安定収量を確保するためには重要となる。気象条件に合った適切な作期を確保することにより、二毛作限界地帯の東北地域においても実乾物収量として 1.6t/10a 以上が確保できる。以下には、東北～東海地域の4研究事例を紹介しつつ、飼料用稲麦二毛作における省力多収栽培技術を解説する。これらの技術は、条件が整えば、他地域に応用できる技術である。

北東北地域では、飼料用イネ移植とチゼルプラウシーダーを用いた飼料用オオムギの簡易耕同時播種法を組み合わせた体系がある。北東北地域の二毛作で飼料用イネの育苗箱数を削減するには、株間を広げるよりも苗かき取り量を減らす方法が適する。簡易耕同時播種によりオオムギへの作目切り替えが迅速にでき、無代かき、荒代かき跡であればオオムギの初期生育が安定する。この体系により年間の実乾物収量(両作とも黄熟期収穫)1.6t/10a 以上が得られている。

南東北地域では、主食用米の栽培技術で開発した乳苗移植法(ベタ懸け乳苗)によって、飼料用イネの育苗期間を 10 日間に短縮できる。また、飼料用イネの疎植栽培とオオムギの二毛作体系によって、実乾物収量は年間で 1.8t/10a程度が得られている。なお、「リーフスター」のような茎葉多収型品種を用いて疎植栽培によって多収を得るため、追肥は生育中期以降の茎葉乾物増加を促進する時期に行うことが有効である。

北関東地域における乳牛曝気尿液肥を使った飼料用イネ栽培と牛ふん堆肥を使った飼料用オオムギ栽培体系では、ともに追肥施用が多収のポイントとなる。飼料用イネでは穂肥期に液肥 1t/10a、飼料用オオムギでは茎立ち前に堆肥 1t/10a を追肥する方法により、実乾物収量は年間最大で 2t/10a 以上が得られている。

東海地域における麦立毛間飼料用イネV溝直播栽培体系では、オオムギよりも耐湿性に優れるコムギを利用し、コムギ茎立ち前の立毛条間に飼料用イネを不耕起V溝直播して、慣行飼料用イネ移植栽培との作業分散が可能となる。飼料用イネ品種に極晩生の「タチアオバ」を利用することで、実乾物収量は年間で 1.8t/10a 程度が得られている。

飼料用麦類栽培で特に留意すべきは、現在、地上部全体を発酵粗飼料として利用する場合に農薬を使用できないことである。除草剤を使用しない栽培によって、雑草の繁茂は麦類の地上部収量の減少だけでなく、病虫害の発生源、収穫作業の妨げ、水分含量の違いなどによる麦類のホールクロップサイレージ(WCS)の栄養価や発酵品質の低下を招く。さらには、残草より脱落した多量の雑草種子が翌年以降の雑草多発の原因となる。したがって、飼料用麦類栽培であっても、雑草害が生じない程度に残草量を低く抑える適正な管理が重要である。

(1) 寒冷地における省力低コスト栽培技術

① 寒冷地における飼料用稲麦二毛作の特徴

岩手県以北の北東北地域では寒冷で根雪期間が長く、生育期間の確保が難しいため、温暖地で行われているような食用の稲麦二毛作は行われていない。一方、飼料用イネやオオムギのホールクロップ

サイレージ(WCS)を生産するための飼料用稲麦二毛作体系では、飼料用イネや麦類の早生品種や迅速な作物切り替え技術を導入することにより、寒冷な北東北の気象条件でもそれぞれの作目で WCS として収穫調製するまでの作期確保が可能となる。

飼料用イネは直播では生育期間が確保できないために移植体系となる。後作に麦類を導入するにあたって、生育促進を目的とする無代かきや荒代かきなどの排水性を考慮した圃場準備がポイントとなる。また、オオムギ品種は初期生育が良好な早生種を導入することにより、簡易な播種法でも安定な収量を確保できる。

②飼料用イネの省力低コスト栽培技術

ア 飼料用イネの移植および栽培管理

寒冷地二毛作の飼料用イネ栽培は、基本的には「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル」(以下、技術マニュアル)の移植体系に準じて行う。岩手県中部ではダイレクト収穫による飼料用麦類を収穫できるのは6月上～中旬であるため、飼料用イネの移植は6月下旬となる。早生品種である「べこごのみ」、「うしゆたか」を用いても6月下旬より移植が遅れると収量減少が顕著であり(表 2-1)、移植作業は6月下旬までに行うことが望ましい。育苗が高温条件となる場合、暖地の育苗指針等に沿った管理を行う。

表 2-1 飼料用イネの生育、坪刈り収量

試験年	品 種	移植日	出穂日	穂数 (本/m ²)	黄熟期 乾物収量 (kg/10a)	収穫時 水分 (%)
2010	きたあおば	6/17	8/6	412	1085	61.2
		7/1	8/15	427	647	63.3
	べこごのみ	6/17	8/14	312	1267	59.9
		7/1	8/23	302	882	60.1
2011	うしゆたか	6/25	8/23	296	1184	61.6
		7/4	9/2	256	960	65
	べこごのみ	6/25	8/24	266	1051	62.3
		7/4	8/31	276	999	66.1

注) 収穫日は2110年の「きたあおば」6/17移植が9/10、7/1が9/16、「べこごのみ」6/17移植が9/24、7/1が10/6。2011年の6/25移植が9/27、7/4が10/11
収量は地際から10cm以上

飼料用麦類を収穫後に迅速に作目切り替えするためには、ロータリ耕よりもチゼルプラウによる耕起、バーチカルハローによる碎土を行う体系の方が能率は高い。水持ちのよい圃場であれば、そのまま無代かき移植が可能であり、収穫時の地耐力確保、碎土率向上による麦作への迅速な作目切り替えにも有効である。なお、水持ちが悪い東北農研盛岡市水田圃場(多湿黒ボク土)では、チゼルプラウ耕起、バーチカルハロー碎土後に荒代かきを1回行っている。

施肥は「技術マニュアル」に準じ食用米の1.5倍量の窒素肥料を基肥に施用する。無代かき移植の場合、基肥には土壌窒素発現量の低減に合わせて肥効調節型窒素肥料を含む肥料を用いる必要がある。追肥は栽培生育期間が短く、虫害発生リスクを回避するために省略する。堆肥散布は麦作時に実施する。また、雑草管理は「技術マニュアル」に準じて通常の初期除草剤を用いる。病虫害防除につ

いては「技術マニュアル」を参考に、8月上旬にスミチオン散布などの防除対策を行う。特に晩植ではイネアオムシやツトムシ等の虫害のリスクが高くなるので、過度の施肥を行わないような対応を組み合わせ、徹底した防除が必要である。

イ 飼料用イネ移植における育苗箱数の節減

育苗箱数の節減は飼料用イネの省力、低コスト化に有効である。育苗箱数の節減には栽植密度を減らす疎植と苗かき取り量を減らす方法があるが、生育期間の短い寒冷地二毛作条件では、苗かき取り量を減らす方法が適する。欠株率はやや高くなるが減収割合は少なく、葉色上昇による虫害リスクを低減できる(表 2-2)。育苗箱数を半減できることで資材費が半減し、労働時間も低減できる。

表 2-2 異なる移植条件における飼料用イネの収量

試験区	使用育苗箱 (箱/m ²)	植付け 苗数 (本/株)	欠株率 (%)	黄熟期生育		黄熟期 乾物収量 (kg/10a)	葉色値 (8/6) (SPAD値)
				稈長 (cm)	穂数 (本/m ²)		
慣行移植(60株/坪)	19.6	4.2	1.4	85.5	323	1178(100)	40.8
37株/坪 疎植	12.1	4.0	1.1	84.5	286	1054(89.5)	42.6
苗かき取り最少	10.0	2.8	9.2	85.9	329	1085(92.1)	40.6

注:()内は60株/坪通常を100とする指数。葉色値はSPAD502を使用。収量は地際から10cm以上。
オオムギWCS収穫後、6/28に17日箱移植(乾籾播種量180g/箱)。施肥は基肥N、P₂O₅、K₂O 各8kg/10a。
収穫日は9/25(黄熟期)。収量、葉色値について試験区間に有意差なし。

③飼料用麦類の省力低コスト栽培技術

ア チゼルプラウシーダー(CPS)による簡易耕同時播種技術

簡易耕同時播種技術は寒冷な気象条件の北東北地域の輪作体系において、迅速な作目切り替えを行うために開発された技術である。作業に用いるチゼルプラウシーダー(CPS)は、チゼルプラウに施肥および播種ユニットを取り付けたもので、耕起・碎土・施肥・播種を同時に行うことができる(図 2-1)。現在、施肥ユニット搭載チゼルプラウが市販されており、これに播種ユニットを増設すれば試作機と同等の仕様となる。CPSは作業速度が1.6~2m/sと非常に高速で、50a以上の圃場条件における圃場作業量が50a/h以上となり、逆転ロータリ浅耕同時播種体系と比較して約2倍の作業能率で作目切り替えできる(2009年研究成果情報「汎用性が高く短期間で作目切替ができる簡易耕同時施肥播種技術」)。



図 2-1 簡易耕同時播種の播種機(チゼルプラウシーダー)と主要諸元

図 2-2 に 30a 規模の圃場試験におけるオオムギ播種の作業時間を示した。グレーンドリルを用いる播種体系に比較して、CPSを用いた簡易耕同時播種体系では、播種作業における作業時間の合計が半以下となる。なお、簡易耕同時播種では、耕起条件によっては圃場の凸凹が大きくなり、ダイレクト収穫作業時に収穫機の揺動が大きい場合に土が混入するなどのリスクがでてくる。播種後1ヶ月以降にカルチパッカなどを用いて鎮圧を行う必要がある。

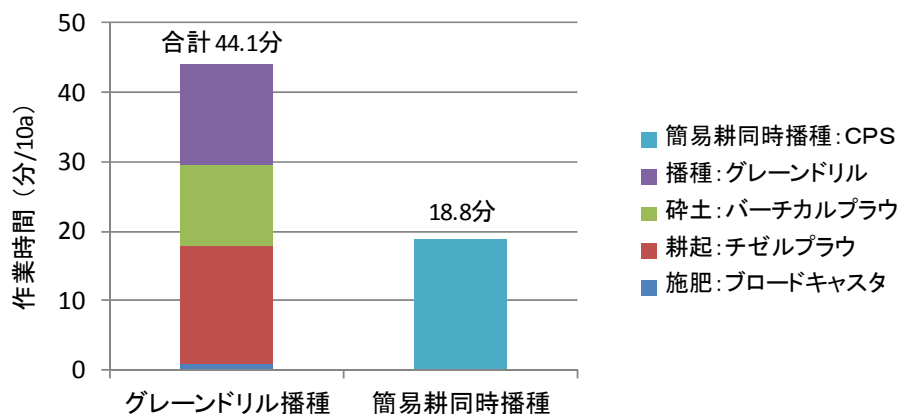


図 2-2 飼料用オオムギの播種作業に要する作業時間

注) 30a 規模の圃場試験における計測値。

イ 簡易耕同時播種における栽培管理および収量性

現在の栽培体系では CPS を用いて基肥窒素 10 kg/10a (化成肥料 N-P₂O₅-K₂O:15-20-15)を散布し、オオムギ種子 15kg/10a を同時播種する。また、茎立期に広幅散布機等を用いて追肥で窒素 3kg/10a (硫酸)を施用する。堆肥は 2t/10a を耕起直前か播種後に施用する。

簡易耕同時播種では前作水稻で無代かき、荒代かきを行うことで、代かき圃場に比較して碎土率が高まり(図 2-3)、苗立ち率が向上するとともに越冬前の乾物重も増加する(表 2-3)。黄熟期の坪刈り

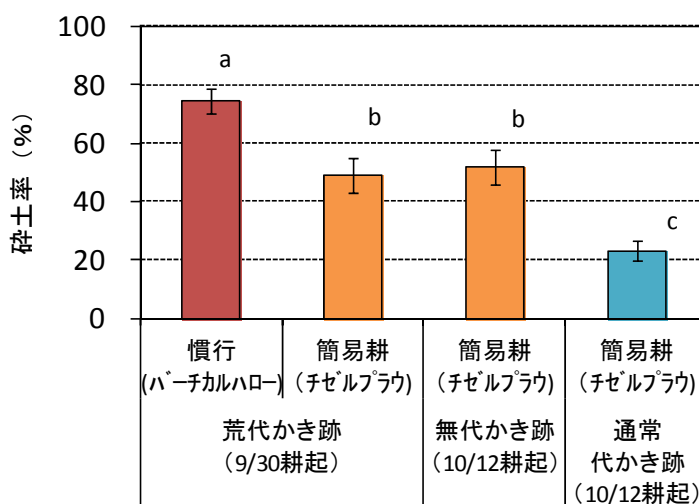


図 2-3 CPS 播種時の碎土率

注)各水分含量(深さ2~12cm)は、荒代かき跡(9/30) 43.9%、無代かき跡(10/12) 41.1%、代かき跡(10/12) 43.9%。英小文字は同一文字間で有意差が無いことを示す(Tukey 法、有意水準5%)。

乾物収量は代かき圃場で 1t/10a 以下であったが、無代かき圃場および荒代かき圃場では 1.4t/10a 以上が得られる。なお、排水性の悪い圃場では、サブソイラや明渠を掘るなどの対策を行う必要がある。無代かき、荒代かき圃場の後作の飼料用ムギは、全刈り乾物収量でも 900 kg/10a 以上が確保でき、後作のイネ WCS と合わせると 1.8t/10a 程度の全刈り収量が得られる(図 2-4)。

表 2-3 飼料用麦の苗立ち、越冬前生育量および黄熟期坪刈り収量

試験区	播種法	播種日	圃場前歴	播種量 (kg/10a)	苗立ち数 (本/m ²)	苗立ち率 (%)	越冬前生育量 (12/2)			黄熟期坪刈り 乾物収量 (g/m ²)
							草丈 (cm)	乾物重 (g/m ²)	乾物重 (g/株)	
CPS播種		9/30	荒代かき	24.7	531	76.8 ab	29.5	286	0.55	1356 a
		10/12	無代かき	26.3	593	85.7 a	17.8	111	0.19	1480 a
		10/12	通常代かき	26.3	467	67.5 b	15.3	46	0.12	891 b
慣行		9/30	荒代かき	11.1	279	89.9 a	29.4	203	0.91	1233
		10/14	無代かき	10.8	249	80.5 ab	13.0	27	0.12	1401

注：苗立ち数は播種後約15日目に調査。英小文字は同一文字間で有意差無し(Tukey法、有意水準5%)。

黄熟期坪刈り乾物収量は地上部10cm以上。試験は 2010年に実施。品種は「ミノリムギ」。

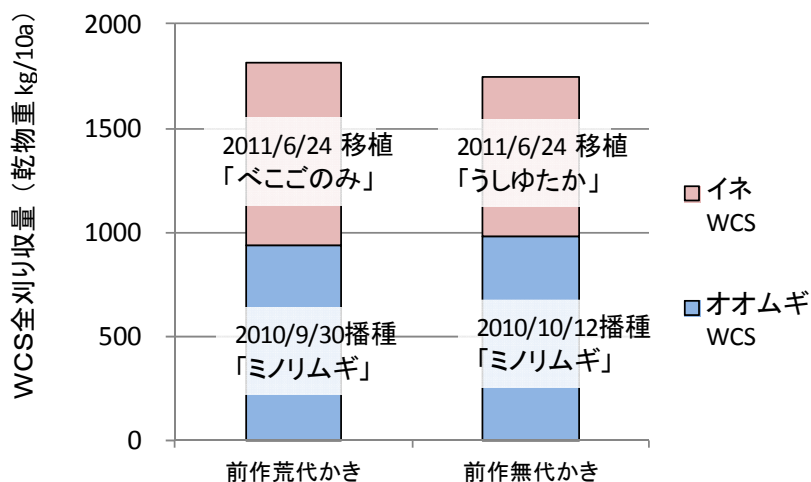


図 2-4 飼料用稲麦二毛作の WCS 全刈り収量(2010~2011 年試験)

注)イネ WCS、オオムギ WCSともにモーア刈り倒し、ロールベアラー収草による黄熟期の全刈り収量。イネ WCS「うしゆたか」では、カモ被害により収量減少。

(2) 南東北における飼料用イネの乳苗育苗技術と疎植栽培による技術

乳苗移植栽培は育苗期間が短縮でき、飼料用麦類を導入した場合の収穫作業との回避技術として有効である。また、乳苗では箱当たりの播種量を多くできるため育苗箱数も削減できる。疎植栽培も育苗箱数の削減につながり、低コスト生産に有効な技術である。乳苗と疎植を組み合わせることで更なるコスト削減が期待される。

ア 乳苗育苗

ハウス平置きでの常時被覆・無灌水とする簡易な育苗法(ベタ掛け乳苗:2009年古川農試、図 2-6)は、慣行培土を利用した機械移植が可能な苗丈とマット強度を有する短期育苗法であり、育苗期間は10日間程度に短縮できる。さらに、温湯消毒だけで無農薬育苗が可能である。

乳苗育苗では無肥料床土を利用し、育苗箱に種籾が重ならないように播種量を調整することが重要であり、覆土には肥料混合の慣行培土を利用する。稲麦二毛作体系に本技術を導入する場合は、飼料用オオムギの収穫後を想定すると、5月播種になることから、出芽器を用いずに無加温でも出芽する。また被覆資材を常時被覆して保湿状態を保つようにすると、播種後、約10日間で草丈は8cm(第1葉鞘高が5~6cm程度)まで生育する(図 2-6)。乳苗育苗の栽培法では育苗期間を約10日間としており、移植時期に合わせて播種時期を設定する。

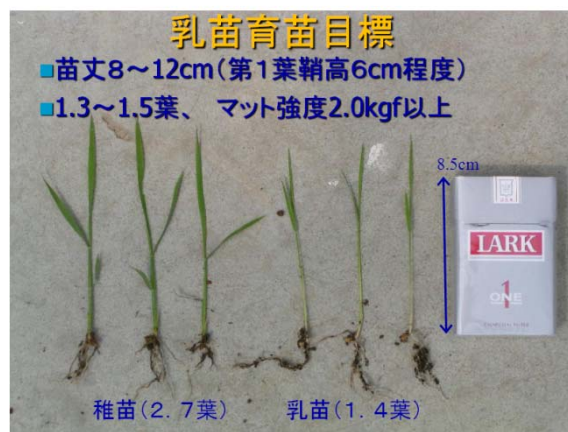
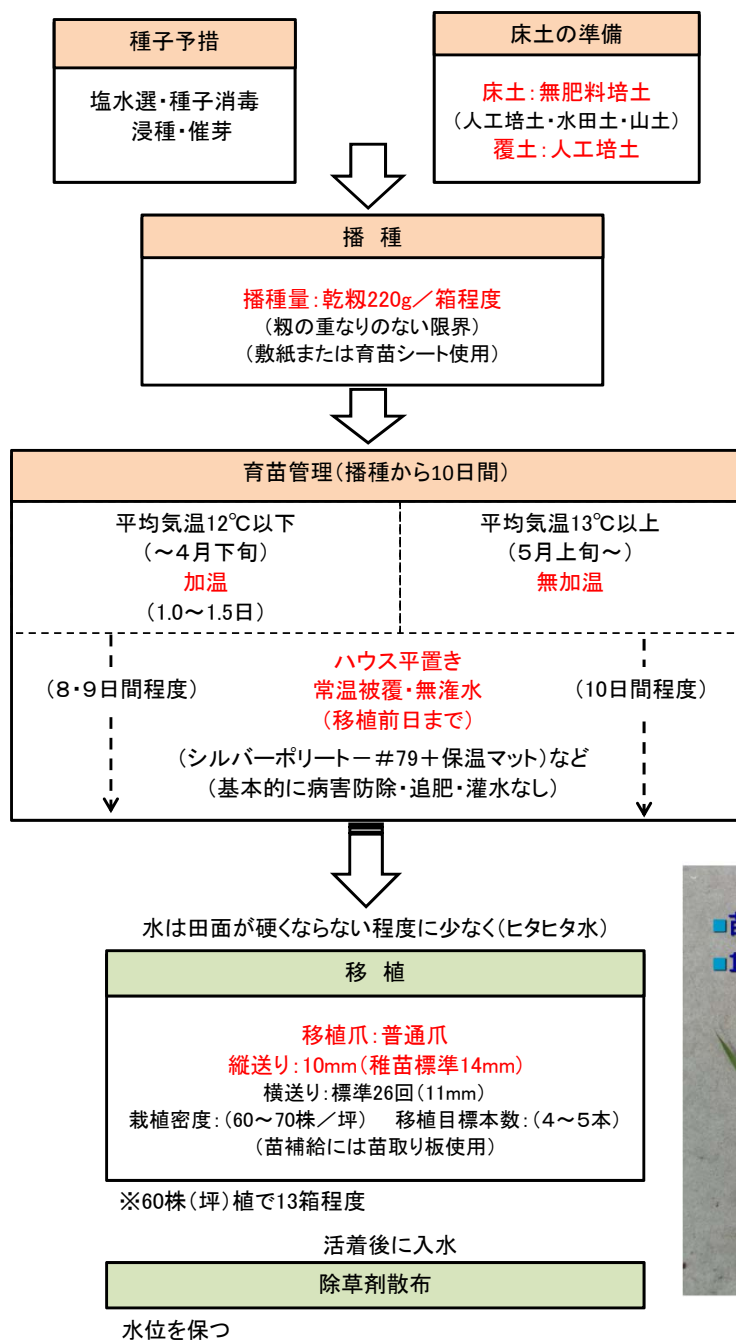
乳苗移植は慣行の田植機の移植爪をそのまま利用できる。また、播種量 220g(乾籾換算)/箱、植付縦送り10~12mm、横送り26回(10.8mm)の設定で植付本数5本程度、欠株率3.3%程度となり、稚苗移植と比較して所用箱数の低減(20~40%)が可能であり(宮城県「普及に移す技術」84号より)、実証圃場での労働時間の試算によると(表 2-4)、慣行の稚苗移植栽培に対して、乳苗移植によって約15%程度削減できる(乾田直播では60%程度削減)。

表 2-4 稲 WCS 実証圃場における稚苗移植と乳苗移植の収穫前までの作業時間比較 (2009年)
(時間/ha)

作 業		移植栽培						乾田直播栽培				
		慣行(苗代)稚苗移植			(ハウス)乳苗移植							
作業機等	員数	延べ作業時間	作業機等	員数	延べ作業時間	作業機等	員数	延べ作業時間				
種子予措	種子予措	浸漬消毒 風乾・浸種	1	0.7	5/7	温湯消毒 浸種	1	0.5	5/4	温湯消毒 浸種・脱水・風乾	1	1.2
育苗管理	催芽 苗代準備 播種 箱移動 育苗	4/25 ロータリ・ハロー 播種機 苗代・トンネル 苗代開閉	1 1 5 4 1	0.3 0.4 4.8 4.0 1.5	5/14 5/15	催芽器 播種機 ハウス ハウス	1 5 3 1	0.3 3.9 1.8 0.7				
本田準備	除草剤散布 施肥 耕起 代かき	4/中 ブームスプレーヤ プロードキャスト ロータリ ハロー	2 2 1 1	0.9 0.6 3.5 0.9	4/中 ブームスプレーヤ プロードキャスト ロータリ ハロー	2 2 1 1	0.9 0.6 3.5 0.9	4/中 ブームスプレーヤ プロードキャスト ロータリ	2 2 1	0.9 0.6 3.5		
移植・播種	苗運搬 移植・播種	5/25 軽トラック 田植機(6条)	4	12.8	5/25 軽トラック 田植機(6条)	4	12.8	5/13 UCローリ+播種機	2	6.0		
管理	除草剤散布 病害虫防除	6/1 6/21 背負動散 背負動散	1 1	0.5 0.5	6/1 手散布	1	0.5	手散布	1	0.5		
合計(時間)	延作業時間			31.35			26.4			12.7		
(比率%)				(100)			(84.1)			(40.5)		
	乾物重kg/a			137.5			131.7			132.7		
	換算ロール数/10a			11.8			11.3			11.4		
	(刈高10cm、水分65%換算、300kg/ロール)											

注) 品種は「夢あおば」であり、本田水管理および草刈り作業除く。

乾田直播栽培は参考データとして付記した。



留意事項

- 1) 育苗期間が10日間以上想定される場合は、リゾプス菌対象に殺菌剤灌注が必要
- 2) 積重加温では積重期間が長いと根が伸び、箱同士が結合するので加温期間を厳守する
- 3) ハウス内の置床は水がたまらない条件とし、敷物も透水性のあるものを使用する
- 4) 箱内が乾かないように被覆資材の端を押さえる
- 5) 育苗期間10日以上では被覆を剥ぎ通常管理とする

図 2-5 乳苗育苗・移植の作業フロー

イ リーフスターの疎植栽培と肥培管理

「リーフスター」の疎植栽培では、栽植密度を50株/坪に設定しても、面積あたり乾物増加量や収量は慣行の栽植密度(60~70株/坪)で栽培した場合と同程度になる(図2-6(左))。これは株当たりの乾

物重は疎植ほど大きくなるためと考えられる(図表略)。また、植付本数は3本/株でも、一般的な植付け本数である5本と比較して、地上部乾物重には差はない(図2-6(右))。また、追肥時期が遅くなるにつれて、草丈や稈長は長くなる傾向にあり、地上部乾物重も増加する(図2-7)。

このことから、「リーフスター」のような茎葉多収型の品種では、植付け本数を増やす栽培や初期生育を促すような栽培方法ではなく、生育中期以降の茎葉乾物収量の増加を促す栽培方法が適すると考えられる。特に大豆後栽培や堆肥投入などを基本とした栽培において疎植栽培は有効な技術である。

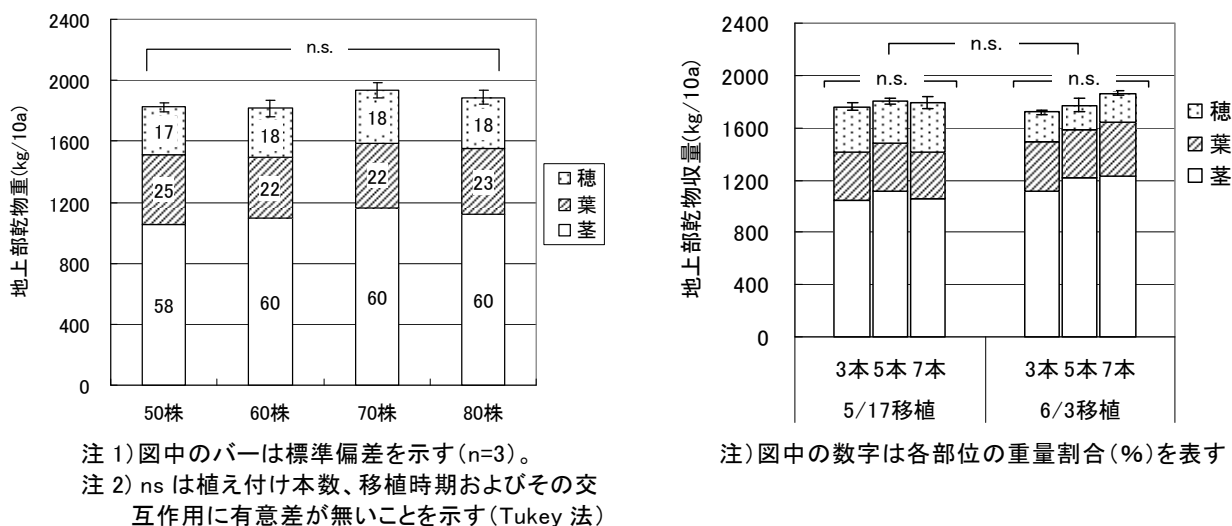


図 2-6 「リーフスター」の栽植密度と地上部乾物重(左)および植付本数と乾物収量(右)の関係
 注) 乾物収量は坪刈り収量

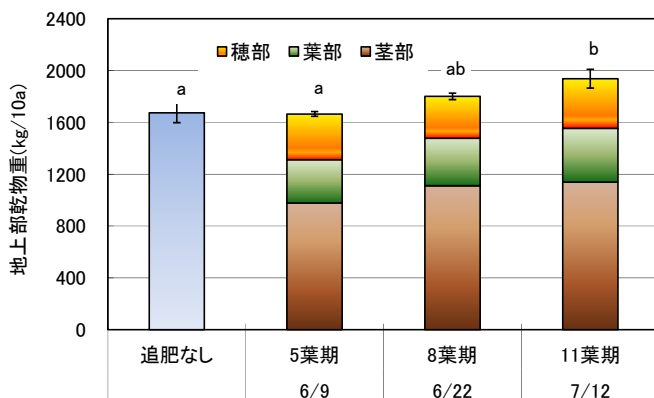


図 2-7 「リーフスター」の追肥施用時期と乾物収量(坪刈り)の関係
 注) 横軸は追肥の時期を示す。

ウ オオムギの散播による省力的栽培と雑草対策

オオムギは苗立ちが良いため、散播による省力播種法が適する。現地実証で行っている体系では、10月下旬にマニュアルブレッダで堆肥 1.5t/10a を施用後、ブロードキャスタで化成肥料(窒素 8.5kg/10a) を施肥、ロータリ耕起してからブロードキャスタでオオムギ種子 10kg/10a を散播、バーチカルハローで表層混和と鎮圧を行い、3月上旬に硫安(窒素 3kg/10a)を追肥している。麦類の播種時期については、南東北地域では10月下旬の播種が安定しており(図2-8)、飼料用として栽培する場合には除草

剤が使用できないことから、南東北地域における食用向けに栽培されている標準的な播種時期(10月中旬)では雑草量が多くなり、逆に遅すぎると生育量が少なく、雑草抑草効果も少ないので注意が必要である(図2-9)。

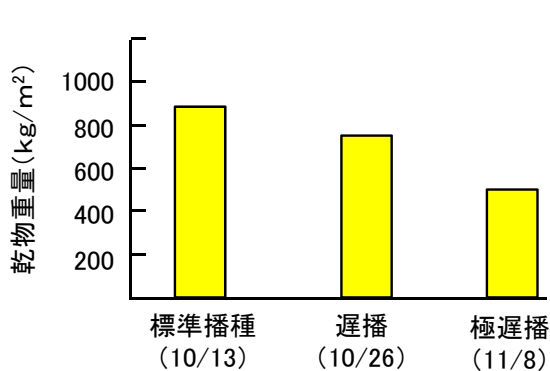


図 2-8 オオムギの播種時期別の乾物収量

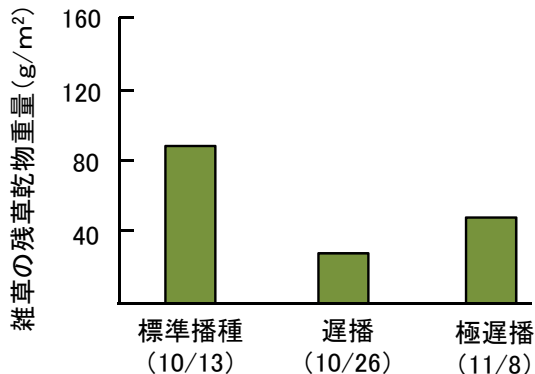


図 2-9 オオムギの播種時期別の雑草残存量

エ オオムギ散播栽培と飼料用イネ疎植栽培による年間乾物収量

南東北地域において飼料用稲麦二毛作体系を行うには、作物の切り替えに作業期間の余裕がなく、オオムギの収穫時期としては、5月中旬に収穫する必要がある、穂部と茎葉部を合わせた地上部全体の水分含量が70%程度になる時期がダイレクト収穫体系における収穫適期である。ただし、水分が70%程度まで低下しない場合は、牧草用収穫機を用いた予乾体系で対応する。この時期のオオムギは約0.7t/10a程度の実乾物収量が見込まれる(図2-10)。また、飼料用稲麦二毛作体系における飼料用イネの疎植栽培での実乾物収量は「夢あおば」で1.1t/10a、「リーフスター」で1.3t/10a以上となり、南東北地域でも飼料用稲麦二毛作体系によって、年間実乾物収量で1.8t/10a程度は確保できる(図2-10)。

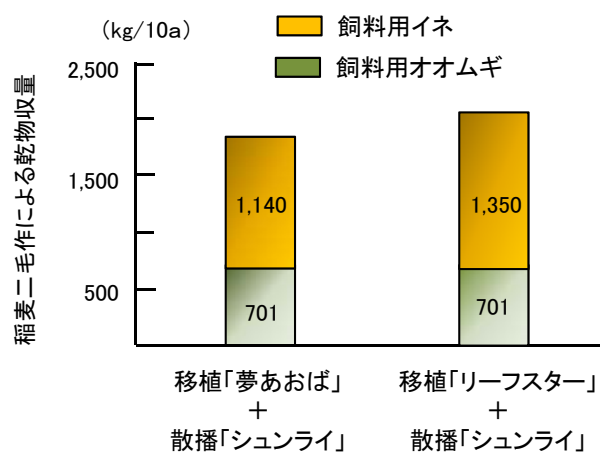


図 2-10 飼料用イネの疎植栽培による稲麦の乾物収量

注)オオムギは10月下旬播種、飼料用イネは5月下旬移植

施肥: 麦は堆肥1.5t+基肥尿素+追肥尿素(1回)、水稻は大豆後無肥料

(3) 北関東における飼料用イネの液肥栽培と飼料用オオムギの堆肥を活用した省力栽培技術

①北関東二毛作地帯における作期の特徴と基本的な栽培体系

北関東でも特に群馬県は、古くから食用稲麦二毛作が展開されてきた地域である。飼料用イネは食用と同様に移植栽培が中心であり、移植時期は6月上旬から7月上旬まで幅広く行われている。収穫は飼料用イネ専用収穫機でのダイレクト体系が多く、専用収穫機を持たない地域では牧草用収穫体系で行っている。一方、麦作は食用のコムギ栽培が最も多く、ビール用や精麦用などオオムギも栽培されている。飼料用麦類の栽培は、いくつかの地域で取り組まれており、麦種はオオムギを用いることが多い。播種は11月に行い、収穫調製は5月中～下旬に専用収穫機のダイレクト体系で行われている。飼料用イネおよび飼料用オオムギともに耕畜連携体制の生産が図られ、堆肥を有効に活用した栽培が多い。

②飼料用イネの液肥栽培技術

飼料用イネにおける液肥栽培のメリットは、水口施用ができるため作業の軽労化が図れることや家畜尿液肥を利用することで肥料代の削減、資源循環型生産システムを構築できることにある。また、液肥施用は、耕耘時や代かきなどの時期でなく移植後に施用できるため、作業が集中しやすい二毛作栽培体系では本田準備作業における省力化や作業分散を図れるメリットもある。堆肥を麦作時に施用する技術と組み合わせて、液肥体系では慣行体系と比較して本田準備までの作業時間を2割以上削減できる(表 2-5)。

表 2-5 慣行と液肥を使った栽培による本田準備までの作業時間比較例

作業内容	堆肥散布 (マニユアスプレッタ)	耕起 (ロータリー)	施肥 (ブロードキャスター)	代かき (サイバーハロー)	本田準備 合計(分/10a)
慣行栽培	6	30	6	12	54
液肥栽培	—	30	—	12	42
短縮時間	6	—	6	—	12

注)20a/筆の水田で77ps程度のトラクタを想定、施肥は粒状化成を利用

ア 液肥の特徴

乳牛曝気尿液肥の成分値の例を表 2-6 に示した。含有窒素の主形態は作物が吸収しやすいアンモニア態窒素であり、速効性肥料として利用できる。また曝気処理を行うことで臭気を大幅に抑えることができるため、施用時の環境に配慮できる。

表 2-6 乳牛曝気尿液肥の成分値の例

pH	EC (ms/cm)	T-N	MgO	K ₂ O	CaO	P	NO ₃ -N	NH ₄ -N
		(%)					(mg/100g)	
7.86	19.78	0.38	0.08	0.37	0.28	0.05	0.03	233

注)T-N:全窒素、MgO: 苦土、K₂O: カリ、CaO: 石灰、P: リン、NO₃-N: 硝酸態窒素、NH₄-N: アンモニア態窒素

イ 液肥の施用方法

尿液肥は、臭気の低い曝気処理尿の利用が望ましい。自治体によっては利用制限があるため、各自治体の条例等に基づき適正に利用する。

尿液肥は畜産農家等の貯留槽からバキュームカーで運搬する方法(図 2-11)や、ポンプを使ってポリタンクに充填して運ぶ方法などがある。液肥は予め地面が見える程度に落水をしておき、水口から用水と一緒に施用する(図 2-12)。実証試験においては1tあたり12分かけて、用水で希釈しながら行っている。液肥を施用する前の水田が湛水していると、液肥が全体に回らずに施用ムラができ、逆に田面がひび割れる程乾いている状態でも均一な施用ができない。このため、田面水が多い時は施用前日に落水し、乾燥状態の時には事前に用水を入れ、湛水深を1cm程度に調整しておくことが重要である。また液肥の拡散を行うため、施用後2~3日間は4cm程度の湛水深を維持する。なお、施肥ムラを無くして圃場全体に行き渡るよう、田面を均平に整地することに留意する。



図 2-11 バキュームカーでの液肥施用方法

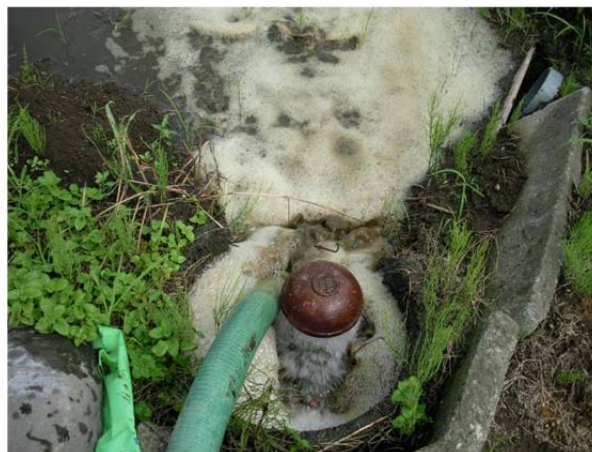


図 2-12 水口からの液肥施用

表 2-7 乳牛曝気尿液肥を使った夢あおぼの栽培成績(2010年、2011年平均値、群馬畜試)

水田No	初期施用 2,500kg/10a	追肥 1,000kg/10a	乾物収量 (kg/10a)	葉緑素値 (SPAD)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	粗タンパク質 (乾物中%)
1	移植直後	あり	1,607	29.8	84.5	22.5	6.9
2	(移植2日後)	なし	1,223	28.0	73.3	19.7	5.8
3	活着後1週	あり	1,631	34.1	83.8	21.3	7.7
4	(移植12日後)	なし	1,376	31.6	80.2	20.3	6.9
5	活着後3週	あり	1,523	34.8	84.0	21.5	7.8
6	(移植26日後)	なし	1,386	32.6	79.8	20.6	7.0

注1) 移植日: 2010年6月25日、2011年6月28日。標高約250mの二毛作水田で栽培。

注2) 追肥は穂肥として実施。2010年は8月11日(移植後47日)、2011年は8月12日(移植後45日)に施用。

注3) 調査は黄熟期(2010年10月1日、2011年10月3日)に実施。刈取り高は地際から10cm。

注4) 水田No5,6は2010年にイネツトムシ被害により減収。

ウ 液肥の施用時期と散布量

乳牛曝気尿液肥(液肥:表 2-6)を用いた「夢あおぼ」の栽培試験の結果(表 2-7)では、初期施用2.5t/10aに、追肥1.0t/10aを加えた合計3.5t/10aの液肥施用で、乾物収量が1.5t/a以上(坪刈

値)を確保できた。また追肥は粗タンパク質も高められる。一方、遅い時期の液肥施用は、葉緑素が濃く保たれるため、イネツトムシの被害を受けやすく注意が必要である。液肥を自家利用した場合、上記の栽培体系では 10a あたり約 6,400 円(化成肥料 N-P₂O₅-K₂O=14-14-14:1,500 円/20 kg 試算)の肥料購入コストを削減できる。

③堆肥を活用した飼料用オオムギの栽培技術

飼料用オオムギは飼料用イネよりも栽培期間が長く、幼苗で越冬する作物であるため、施肥が多収のポイントとなる。このため、牛ふん堆肥と化成肥料を基肥に施用し、さらに牛ふん堆肥で追肥を行う場合の留意点は以下に示すとおりである。

ア 基肥

飼料用オオムギの播種は、平均気温が 10℃程度となる 11 月であるため、堆肥のみの基肥では初期生育を確保することが難しく、最終的な収量の低下に繋がることが見受けられる(表 2-8 堆肥区参照)。このため通常基肥は、堆肥 2.0t/10a 程度と速効性肥料である化成肥料(N-P₂O₅-K₂O=14-14-14)を 20 kg 程度組み合わせて施用する。

イ 堆肥を使った追肥方法

堆肥を使った追肥は、発芽後の早い段階ではトラクターのタイヤで幼苗を傷つけてしまうため、播種後 1 カ月以降から茎立ち前までにマニユアスプレッダを使って全面施用する(図 2-13)。また、堆肥散布と麦踏みを併せて行うと効率的に作業が行える。堆肥の追肥量は、直接地表面に散布するため幼苗が隠れないように 1.0t/10a 程度とする。堆肥は完熟したものを使用し、特に追肥で用いる場合は十分に注意する。追肥時期は乾燥している場合が多く、土砂や堆肥の飛散防止のため麦踏みを行える環境で実施する。



図 2-13 堆肥を使った追肥作業

ウ 堆肥で追肥を行った飼料用オオムギの収量性とその効果

上記ア、イの方法により牛ふん堆肥を利用して栽培した飼料用オオムギ「ワセドリ 2 条」の収量性を表 2-8 に示した。茎立ち前までに追肥を 1 回行った追肥区の乾物収量(坪刈値)は、いずれも 1.3t/10a 以上となり、追肥をしない標準区(慣行)の乾物収量に対し約 30% 増加となった。さらに粗タンパク質も高まるため、追肥は収量性と飼料価値を向上することができる。二毛作体系では、麦作時に堆肥散布を行うことで年間を通じて作業分散を図れるメリットがある。また堆肥の連用は、土壌の膨軟性を維持し可給態窒素等の蓄積による窒素供給が望めるため、堆肥を連用することで減化学肥料につながり、結果的に低コスト栽培が可能となる。

表 2-8 「ワセドリ2条」の栽培成績(2010年播種、前橋市)

水田No	区名	基肥(kg/10a)		追肥(kg/10a)		水分含量 (糊熟期%)	稈長 (cm)	乾物収量 (kg/10a)	粗タンパク質 (乾物中%)
		堆肥	化成	堆肥	時期				
1	標準(慣行)	2,000	20	0	-	60.5	78.6	1,011	5.6
2	堆肥	3,000	0	0	-	60.8	62.8	514	5.1
3	化成	0	40	0	-	66.2	80.2	1,056	7.7
4	追肥1	2,000	20	1,000	12月13日	64.5	84.2	1,395	6.2
5	追肥2	2,000	20	1,000	1月14日	70.0	88.1	1,336	7.9
6	追肥3	2,000	20	1,000	2月24日	64.6	79.1	1,369	7.0

注1) 播種: 11月15日。標高250mの二毛作水田で栽培。

注2) 堆肥成分(原物中%): 水分含量55.3、窒素0.97、リン酸0.46、カリ1.38。化成肥料(原物中%): N-P₂O₅-K₂O=14-14-14。

注3) 調査は糊熟期(5月19日)に実施。刈取り高は地際から10cm。

④液肥および堆肥を活用した飼料用イネとオオムギの収量性

乳牛曝気尿液肥を活用した飼料用イネと牛ふん堆肥を活用した飼料用オオムギの栽培は、いずれも追肥がポイントとなる。追肥は収量性を向上させるだけでなく、飼料成分の粗タンパク質も高めることができる。

前述の方法により、同一水田で飼料用イネ「夢あおば」と飼料用オオムギ「ワセドリ2条」を栽培した二毛作体系での年間実乾物収量は、最大で2.0t/10a以上が得られている(図2-14)。

以上のことから飼料用稲麦二毛作体系は、家畜尿液肥や家畜ふん堆肥が有効活用することで、収量性や飼料成分が向上し、資源循環型の生産システムを構築することができる。

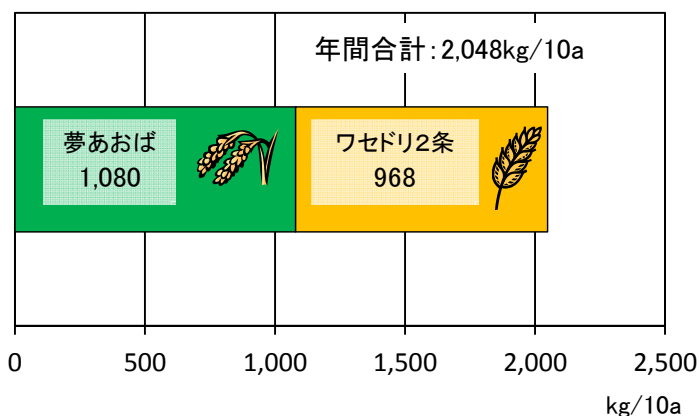


図 2-14 飼料用イネとオオムギの二毛作における合計乾物収量
(2011年、実収量)

注1) 2011年に前橋市の現地水田(標高約250m、20a)で栽培

注2) 飼料用イネは乳牛曝気尿液肥(成分値:表2-7)を活着後3週時と追肥として施用

飼料用オオムギは牛ふん堆肥(成分値:表2-9注釈)を基肥と1月に追肥として施用

注3) 収量値はイネ WCS、オオムギ WCSの各ロール重量測定値より算出

飼料用イネはフレール型専用機(改良型)、オオムギはフレール型専用機(初期型)で収穫

(4) 東海における麦立毛間飼料用イネV溝直播技術

①東海における作期の特徴と基本的な栽培体系

ア 慣行栽培における作期の特徴と基本的な栽培体系

東海地域における水田利用は、ブロックローテーションを基本とした稲麦大豆の2年3作体系を基本としており、粗飼料生産についても、同様に飼料用イネと飼料用麦類の栽培が行われている。

飼料用麦類については水田輪換畑での栽培が中心となるため、麦種としては、オオムギに比べて耐湿性に優れるコムギが主として利用されている。飼料用コムギの品種は、食用コムギの中でも乾物生産量に優れたものを選定し、三重県の場合では、「タマイズミ」、「あやひかり」、「ニシノカオリ」などが用いられている。コムギ播種時期は11月上中旬を適期としており、収穫期は5月中下旬となる。

飼料用イネについては、単作では食用イネの移植作業が終わる5月下旬から移植され、収穫時期は「夢あおば」等の早生品種では9月上旬、「ホシアオバ」等の中生品種では9月中旬、「タチアオバ」等の晩生品種では10月中旬となる。一方、慣行二毛作体系では飼料用麦類の収穫後に耕起、代かきを実施して6月中下旬に飼料用イネを移植する。この体系では、食用コムギの収穫・調製作業と飼料用イネの育苗、圃場準備作業の競合が起こり、飼料用イネの移植時期は6月下旬以降となってしまうため、早生・中生品種では5月下旬移植の飼料用イネと比べると、2～3割程度は減収する。

イ 麦立毛間飼料用イネV溝直播による作期の特徴と栽培体系

麦立毛間飼料用イネV溝直播栽培は、飼料用麦類立毛中にその条間へ不耕起V溝播種機を用いて飼料用イネを播種する栽培体系である。2月下旬から3月上旬での播種が可能であり、V溝がきれいに成形できる土壤水分時(含水率 25～28%)に播種作業を行う。この体系では播種時期が農閑期となり、慣行二毛作体系で問題となる作業競合を回避できる。飼料用イネの出芽・苗立ちは5月下旬頃からで、飼料用麦類を収穫すると旺盛な生育を開始する。収穫時期は「ホシアオバ」等の中生品種では9月上中旬、「タチアオバ」等の晩生品種では10月上中旬となる。麦跡移植栽培との収量性を比較すると、飼料用コムギ収穫直後の6月5日に移植できた場合、V溝直播栽培よりも乾物収量は7%ほど多いが、6月中旬以降の移植栽培では15%程度の収量減となり、麦立毛間V溝直播栽培の収量面での優位性が認められる(図 2-15)。

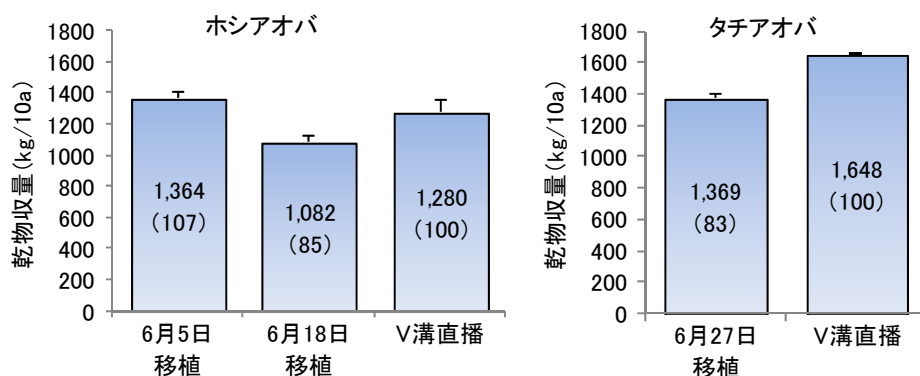


図 2-15 麦立毛間播種飼料用イネと麦跡移植飼料用イネの収量比較(坪刈)

②麦立毛間飼料イネV溝直播技術

ア V溝直播技術の概要と特徴

播種機は愛知県農業総合試験場で開発された不耕起V溝直播機を用いる(図 2-16)。この播種機は2m幅、条間20cmで10条の播種溝を作ることができ、この溝の中に種子と専用肥料を落としていく(図 2-17)。この播種機を利用するため、飼料用麦類の栽培については畝幅、条間等を考慮して設定する必要があるが、三重県の場合には畝幅2mの小明渠浅耕播種機を用いて、条間20cm、9条の条播を行っている(図 2-18)。小明渠浅耕播種機はロータリ前に作溝ディスクを配置し、ロータリの両端に成畦板を取り付けたもので、これを用いて浅耕播種することで地耐力を確保し、畝両側に小明渠を播種と同時に施工できる。このため、この技術は、輪換畑での麦苗立ち安定技術として食用ムギでも広く利用されている。



図 2-16 麦立毛間不耕起V溝播種作業



図 2-17 麦条間に種子と肥料を落とす



図 2-18 小明渠浅耕播種機



図 2-19 麦踏み作業は不可欠

麦の茎立ち期以降に水稻播種を行うとトラクタ車輪の踏みつけのダメージで飼料用麦類の減収につながるため、麦立毛間飼料イネV溝直播栽培では2～3月の低温時期に播種を行う。飼料用イネ種子には慣行乾田直播栽培と同様にチウラム剤を塗布する。水稻の出芽までに長い期間があるため飼料イネ種子の出芽率は低下しやすく、出芽・苗立ち数を確保するためにも、発芽率の高い良質な種子を使用することが必要である。飼料用イネ種子の発芽率は80%以上(食用イネ種子では90%以上)を保証しているが、苗立ち率は10～30%と低いため、播種量は慣行乾田直播栽培よりも多い

10kg/10a 程度を基本とし、千粒重を考慮して決定する。目標とする苗立ち数は 100 本/m²であるが、少なくともmあたり 10 本(m²あたり 50 本)以上の苗立ちを確保する。なお、苗立ち数が少なくても晩生品種を選定することで、栄養生长期間を長く確保できることから十分な乾物収量が得られる。

肥料は窒素成分が全て被覆尿素で構成されている乾田直播用の肥料を用いる。「ホシアオバ」、「タチアオバ」にはリニア 70 日タイプ(LP70)とリニア 100 日タイプ(LP100)、初期抑制型シグモイド 100 日タイプ(LPSS100)を 10:40:50%の割合で配合された肥料を用いている。施肥窒素量は飼料用イネの窒素吸収量から勘案して 16kg/10a を基本とする。

播種作業時の土壌硬度と土壌水分が播種溝の成型に影響し、これが水稻苗立ちに影響するため、極端な湿潤・乾燥条件時の播種作業は避ける。土壌によって適水分値は異なるが、灰色低地土では 25%前後が適当である。また、播種溝成型を良くするために、飼料用麦類栽培時に麦踏み作業を実施しておく(図 2-19)。

飼料用麦類収穫時には飼料用イネは出芽を始めている(図 2-20)。収穫作業機(図 2-21)の走行による飼料用イネへのダメージは、枕地における旋回による影響が大きいため、できるだけ圃場表面を荒らさないように留意する。

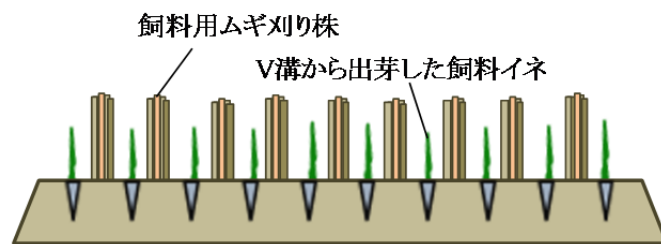


図 2-20 小明渠浅耕播種したコムギ条間への飼料イネ不耕起V溝播種状況
(コムギの WCS として収穫する時には、飼料用イネは出芽している)



図 2-21 コムギの収穫作業(コンバイン型収穫機)



図 2-22 乗用管理機による除草剤散布

この麦立毛間飼料イネV溝直播栽培系は代かきを行わないため、漏水が問題となりやすい。無湛水条件の長期化は減収につながるため、飼料用麦類収穫後は畦からの漏水に留意して可能な限り湛水する。

飼料用麦類収穫後はノビエ等雑草の生育状況をみながら、シハロホップブチル・ベンタゾン液剤等を散布する(図 2-22)。麦の生育が十分な場合は条間の雑草の生育は緩慢であるが、工程間や明渠

部の雑草は葉齢が進んでいることがあるので注意する。イネが 2 葉期程度になったら入水し、漏水のないことを確認して一発処理除草剤を散布する。麦立毛間飼料用イネV溝直播栽培は代かきを実施していないことから、湛水状態には特に気を配る必要がある。なお、飼料用麦類-飼料用イネの二毛作体系を連続すると、麦作、稲作期間中ともに年々雑草が増加する。このような場合は、代かきを行う水稲単作とのローテーションを行い、雑草種子密度の低減を図ることが必要である。

栽培期間中は病害虫の発生に留意し、「技術マニュアル」等を参考に、使用可能な農薬で適切に防除する。特に「タチアオバ」は、いもち病に弱いため、予防的防除を行う。いもち病の発生時期は食用イネと生育ステージが異なるため、予察情報等を活用しながら適期防除を行う。

収穫時期は、黄熟期を基本とするが、晩生品種の「タチアオバ」の場合は出穂期が 9 月中旬と遅く、黄熟に至らない場合があることから、出穂後 30 日ごろの糊熟期に収穫する。この場合でも、水分含量は 60%程度まで低下しており、良好な発酵品質が得られる。なお、黄熟期を待つと刈遅れると、繊維含量の増加により消化率が低下し、WCS 品質の低下につながる。

イ 飼料用イネV溝直播技術による作業競合回避技術

慣行の飼料用稲麦二毛作体系では、飼料用麦類の収穫作業と並行して飼料用イネの育苗や耕起、代掻き等の圃場準備作業が必要となる(図 2-23)。さらに、食用ムギの収穫作業とも競合するため、飼料イネの移植作業は 7 月中旬まで必要となるが、7 月に移植したイネは生育期間が短く、十分な乾物収量が得られない。

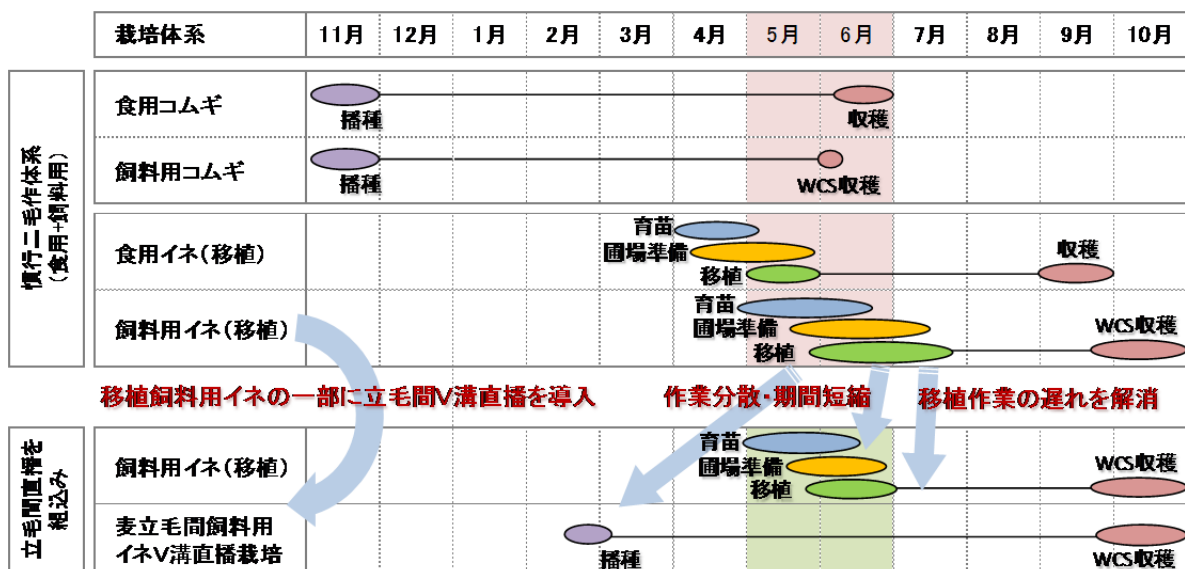


図 2-23 慣行二毛作体系と麦立毛間V溝直播栽培を組み入れた体系のメリット

麦立毛間飼料用イネV溝直播栽培では、播種作業は農閑期の2月下旬から3月上旬に実施でき、育苗や本田準備も必要がない。図 2-24 に実証農家のイネ WCS とコムギ WCS にかかる慣行作業時間と、麦立毛間V溝直播栽培を導入した場合の試算労働時間を示した。慣行では、コムギ WCS の取

穫作業とイネWCSの圃場管理、移植作業が競合し、コムギ跡に移植される割合の多いイネWCSの移植作業は7月中旬まで実施されている。特に7月に移植を行う飼料イネの乾物収量は、生育期間が短いため少なくなる。イネWCS 8ha+コムギWCS 3haのうち、麦立毛間V溝直播技術による二毛作3haを導入した場合、7月の移植に関連する作業を一括して削減、移植作業を6月末までに終わることが可能となり、飼料用イネ収量の向上が期待できる。

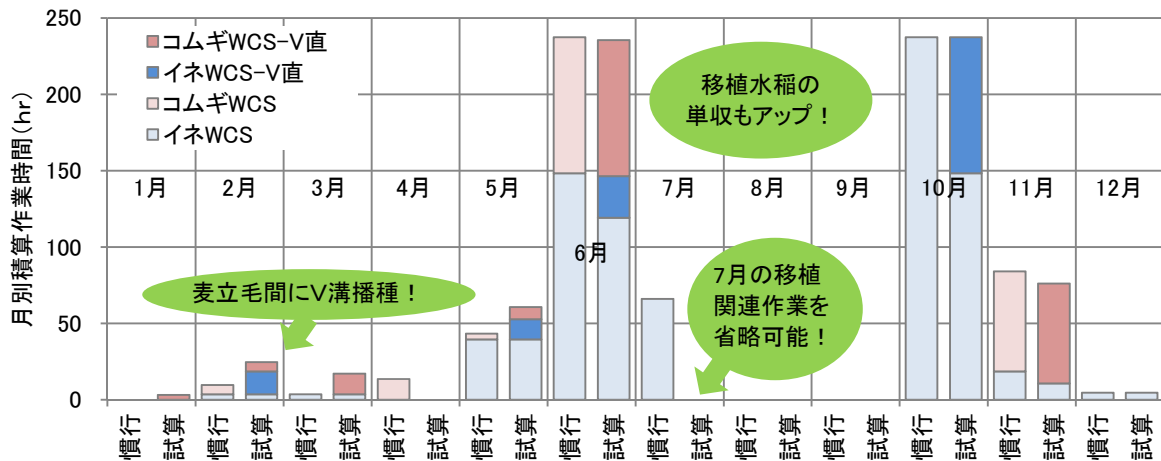


図 2-24 慣行移植体系と麦立毛間V溝直播栽培を組み入れた体系の労働時間比較
イネWCS8ha+コムギWCS:3haのうち、麦立毛間V溝直播技術による二毛作:3haを導入した場合の試算(水管理と畔草刈り作業時間は図中労働時間から割愛)

③飼料用イネV溝直播技術の導入による飼料用イネおよび麦類の収量性

麦立毛間V溝直播栽培に適する飼料用イネ品種として「夢あおば」、「ホシアオバ」、「モミロマン」、「タチアオバ」を検討した結果、晩生品種「タチアオバ」の坪刈り乾物収量は 1.5t/10a と多収であった(表 2-9)。この直播方式では、飼料用イネの苗立ちは6月上旬となるので、乾物収量を確保するためには晩生品種の方が有利である。

この結果から、三重県では麦立毛間飼料用イネV溝直播技術に用いる飼料用イネ品種は、晩生の「タチアオバ」を主体とし、作期分散を図るために中生の「ホシアオバ」を選定している。

表 2-9 麦立毛間播種した飼料用イネの生育及び収量

飼料稲品種	出穂期	収穫時(黄熟期)				坪刈り調査			
		草丈 (cm)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	水分 (%)	原物収量 (kg/10a)	乾物重 (kg/10a)	
夢あおば	8/15	91 c	67 c	20.4 b	204 b	52	1,919 c	917 c	
ホシアオバ	8/24	107 c	80 b	21.1 b	260 ab	57	2,335 b	1,005 b	
モミロマン	8/26	112 b	79 b	23.7 a	160 b	59	2,280 b	946 b	
タチアオバ	9/16	122 a	93 a	22.3 ab	353 a	57	3,636 a	1,560 a	
分散分析	-	**	**	*	*	-	**	**	

分散分析**: p<0.01、*: p<0.05, 異符号間に有意差あり p<0.05 (LSD)

2010年播種の飼料用コムギに飼料用イネを立毛間播種した現地実証試験では、飼料用イネ品種として「タチアオバ」を用いたコムギWCSとイネWCSの全刈の実乾物収量の合計では約1.7t/10a程度、「ホシアオバ」を用いた実乾物収量の合計では、約1.8t/10aが得られる(図2-25)。

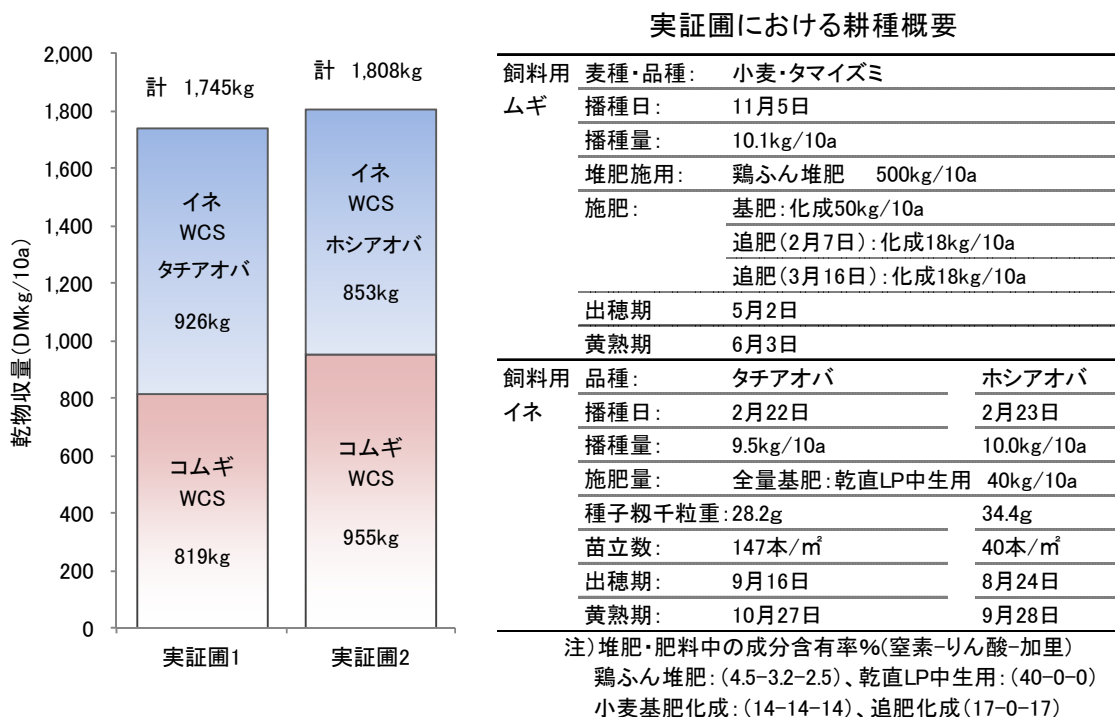


図2-25 実証試験における飼料用コムギ-飼料用イネ合計乾物収量
(2010-2011 現地圃場実収量)

④技術の適応条件

麦立毛間飼料用イネV溝直播栽培が適応できる土壌条件としては、コムギが十分に栽培できる条件であれば可能であるが、極端な漏水田は避ける。また、ブロックローテーションなどの地域水利を考慮しないと、麦あとの飼料用イネ栽培に用水が確保できない場合があるので留意する。

(5) 飼料用麦類の雑草防除対策

① 飼料用麦類栽培で問題となる雑草

スズメノテッポウ

東北以南で問題となる雑草(図 2-26)。繁茂すると大きな減収を引き起こすイネ科の最強害雑草。麦類の播種時期が遅くなるにしたがって、発生数が減少するので、生態的(耕種的)防除法として晩播が有効である。また、夏季に湛水しないことで種子の死滅が進行するので、発生が問題となる場合は、稲ではなく大豆などの畑作物を作付けすることで種子の死滅を進行させる。



図 2-26 スズメノテッポウ

カズノコグサ

主に暖地で問題となる雑草。繁茂すると大きな減収を引き起こすイネ科の最強害雑草。播種時期が遅くなるにしたがって、発生数が減少する傾向を示すので、生態的防除法として晩播が一定の効果がある。湿田で発生が多発するため、排水対策に努め圃場の乾田化を図ることも有効である。

スズメノカタビラ

全国、特に寒冷地で問題となる雑草(図 2-27)。草丈は10-30cm程度の小型の雑草だが、繁茂すると減収を引き起こす。種子の結実が他の草種より早く、麦作初期に発生した個体は飼料用麦類を収穫する前に結実・枯死する。種子の寿命は4年程度とされるが、夏季の湛水により種子の死滅の進行が早まるため、飼料用稲麦の二毛作体系が生態的防除として有効である。



図 2-27 スズメノカタビラ

ヤエムグラ

全国で問題となる雑草(図 2-28)。繁茂すると大きな減収を引き起こす強害雑草。茎に細い棘があり、麦によりかかって伸長する。減収させるだけでなく、麦の倒伏や収穫作業の障害の要因となる。発生盛期が遅いため、晩播による発生抑制の効果はあまり期待できない。しかし、夏季の湛水により種子の死滅の進行が早まるため、飼料用稲麦の二毛作体系が生態的防除として有効である。



図 2-28 ヤエムグラ



図 2-29 ナズナ

アメリカフウロ

東北以南、特に暖地で問題となる事例が見られるフウロソウ属の帰化雑草。麦類の播種時期が遅くなるにしたがって、発生数が減少し、かつ生育が抑制されるので、生態的防除法として晩播が有効である。抗菌性を有する没食子酸エチルを含有することが知られており、土壤に鋤込んでジャガイモ青枯病などの防除に利用する試みがある。

ナズナ

全国で問題となる雑草(図 2-29)。夏季の湛水により種子の死滅の進行が早まるため、飼料用稲麦の二毛作体系が生態的防除として有効である。

トゲミノキツネノボタン、イボミキンポウゲ

両種とも主に暖地で問題となるキンポウゲ属の帰化雑草であり、揮発性が強く、皮膚や粘膜に対する刺激性が強い有害物質プロトアネモニン含有する。中毒症状は口内の腫脹、胃腸炎、疝痛、下痢、黒色腐敗臭便または血便、嘔吐、神経症状、呼吸緩徐、瞳孔散大などである。したがって、飼料用麦類栽培では徹底防除が基本である。麦類の播種時期が遅くなるにしたがって、発生数が減少し、かつ生育が抑制されるので、生態的防除法として晩播が有効である。

タデ類

全国で問題となる雑草(図 2-30)。発生が遅いため、麦類の初期生育が旺盛な場合は大きな問題とはならない。



図 2-30 イヌタデ

②雑草混入による飼料用オオムギ WCS の品質への影響

飼料用オオムギ栽培における雑草の要防除水準は、草種によって異なるが、混入率で 5-10%程度である。出穂 13 日後の収穫では、スズメノカタビラは 5%の混入(生重換算)まで、黄熟期の収穫では、スズメノテッポウ、カズノコグサ、ヤエムグラは 5%までは栄養価および発酵品質に対して悪影響を及ぼさなかった(表 2-10)。それ以外の草種についてはいずれの収穫期も 10%の混入までは栄養価および発酵品質に対して悪影響を及ぼさなかった(表 2-10)。

表 2-10 オオムギ WCS への混入によって飼料価値を低下させる雑草

草種	出穂13日後		出穂約5週後(黄熟期)	
	栄養価	発酵品質	栄養価	発酵品質
スズメノテッポウ	○	○	×	○
カズノコグサ	○	○	×	○
スズメノカタビラ	○	×	—	
ヤエムグラ	○	○	×	○
アメリカフウロ	○	○	○	○
カラスノエンドウ	○	○	○	○
ナズナ	○	○	—	

パウチサイレージによる結果。—は試験なし。
×は5%、○は10%の混入までは影響が認められなかった。

③暖地における飼料用オオムギの雑草防除技術

飼料用オオムギ栽培では、前述の通り現状では農薬の使用が制限される。雑草防除法には、化学的防除法以外に、品種、耕起法、播種法、播種時期、播種密度、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、除草機などを利用した物理的防除法などがある。食用オオムギ栽培では、散播、厚播きなどによりオオムギの初期生育を旺盛にさせ、不耕起播種、晩播、夏作の輪作などにより雑草の発生を抑制させる生態的防除法の有効性が確認されている。しかし、これらの防除法は、単独で化学

表 2-11 飼料用オオムギ収穫時のオオムギ乾物重と雑草乾物重

播種様式	播種量	播種時期	オオムギ (kg/m ²)	雑草 (g/m ²)
散播	厚播き	晩播	1.29 ± 0.10	8.7 ± 5.1
		極晩播	1.32 ± 0.13	1.1 ± 1.1
(参考)				
慣行		晩播	0.95 ± 0.04	28.7 ± 4.2
		極晩播	1.09 ± 0.04	25.5 ± 25.0

平均値±標準偏差で示す。
晩播は12月上旬、極晩播は12月中旬に播種した。
慣行は条播、播種量5.3kg/10aで播種した。
オオムギ出穂約2週間後に収穫した。
雑草は、スズメノカタビラおよびナズナが優占した。

的防除法を代替するほど効果の高いものではないが、これらを組み合わせた防除体系により雑草を防除しなくてはならない。一方、除草剤と同様に殺菌剤の使用も制限されるため化学的防除法による赤かび病の防除ができない。したがって、出穂前後から乳熟期頃に雨が多く気温の高い暖地では、赤かび病が常発するため、赤かび病由来の有毒物質デオキシニバレノールが蓄積するまでに収穫しなくてはならない。

暖地飼料オオムギ栽培において、出穂約 2～3 週頃の収穫する栽培体系において、散播、厚播き、晩播を組み合わせた生態的防除法による雑草防除技術について検討したところ、実用上問題ない程度に雑草の生育を抑制することができた(表 2-11)。通常、散播かつ厚播きによる播種を実施すると収穫前に倒伏する危険性が増大するが、出穂約 2～3 週頃の収穫では倒伏も回避でき、収量は約 1.3kg/m²となる。しかし、播種時期が遅くなるにしたがって、播種時の低温によってオオムギの生育が抑制されるので、晩播により雑草の発生が抑制されても、オオムギの苗立ち本数が十分でない場合は個体あたりの雑草の生育量が増すため、十分に雑草生育を抑制させることができない。したがって、晩播では苗立ち本数を 200 本/m²以上確保することが重要である(図 2-31)。

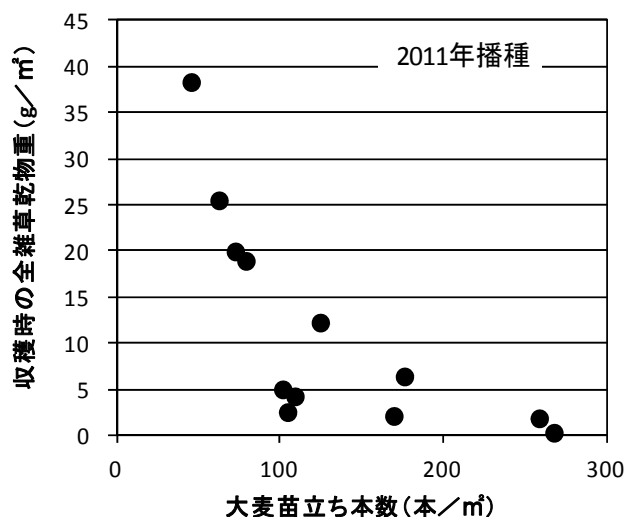


図 2-31 飼料用オオムギ散播栽培における苗立ち本数と収穫時の全雑草の乾物重との関係

④他地域への技術の適応

本技術は暖地における試験研究にて得られたものであり、生態的防除法について他地域に適用する場合は、改めてその地域で検討する必要がある。また、生態的防除法による雑草の防除効果は、水田ひとつひとつの雑草の発生密度や草種の構成によって大きく変動する。飼料用麦類栽培では、強害雑草の発生密度を低く抑えておくことが重要であり、強害雑草が繁茂することが事前に分っている水田では、できるだけ飼料用麦類の栽培は避け、食用の麦類の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飼料用麦類を栽培することが望ましい。

(6) 飼料用麦類の赤かび病によるかび毒汚染防止対策

麦類の赤かび病は赤かび病菌 (*Fusarium graminearum* 種複合体など) が穂に感染し発病する病害で、デオキシニバレノール (DON) やニバレノール (NIV) などのかび毒を産生する。家畜飼料におけるかび毒 (DON) 汚染については 1ppm (生後3ヶ月以上の牛については 4ppm) の暫定基準値が設けられており、それを超えるかび毒汚染飼料については家畜に給与できない。従って、生産した飼料のかび毒が暫定基準値を超えないような栽培及び収穫調製を行う必要がある。

赤かび病菌は腐生性が強い菌で多種類の作物残渣に寄生して圃場に常在しており、麦類の出穂・開花期以降に高温多湿の気象条件 (平均気温 18℃以上、湿度 80%以上が3日間か降雨が続く場合) で穂に感染し多発する。日本の麦類の登熟期は赤かび病の発生条件に適しており、北海道から本州・四国の太平洋岸の平坦地や九州は赤かび病の多発地帯である。また、赤かび病菌が寄生し越冬する水稻残渣が多い水田二毛作地帯では赤かび病の発生リスクが高い (図 2-31)。



図 2-31 糊熟期～黄熟期の穂に発生した赤かび病の病徴
左:二条オオムギ、中:六条オオムギ、右:コムギ

(吉田 原図)

麦類には赤かび病に感染・発病しない高度抵抗性品種はないが、麦種や品種によって抵抗性に大きな差がある。赤かび病菌の初期感染には開閉花性が大きく影響し、麦類の中では閉花受粉性の二条オオムギの抵抗性が最も強く、ついで開花受粉性のコムギ、六条オオムギの順に抵抗性が劣る。

麦類のかび毒汚染低減については、以下に示す農林水産省「麦類のデオキシニバレノール・ニバレノール汚染低減のための指針」と「指針活用のための技術情報」を参照されたい。

http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/kabidoku/index.html

また、日本で栽培される麦類品種の赤かび病抵抗性については、九州沖縄農業研究センター「麦類のかび毒汚染低減のための生産工程管理マニュアル (2008年12月)」を参照されたい。

<http://www.naro.affrc.go.jp/karc/contents/files/manual.pdf>

飼料用として利用され可能性があるオオムギ品種の赤かび病抵抗性を示すと、六条オオムギ (開花性皮麦) の「べんけいむぎ」、「ミノリムギ」、「シュンライ」や「カシマムギ」は弱からやや弱の抵抗性で、二条オオムギ (閉花性皮麦) の「ワセドリ2条」や「ニシノチカラ」などはやや強の抵抗性である。

二条オオムギは閉花受粉性であることから受精期に赤かび病菌の穂 (正確には小花内の子房など) への感染は少ないが、受精期の約10日後 (関東以西では出穂期の約15日後) になると葯殻が穎の先端から抽出し、この葯殻に赤かび病菌が感染し小花へ進展し発病とかび毒の蓄積が起こる (図 2-32)。一方、コムギや六条オオムギでは出穂期の約5日後の開花期に赤かび病菌が小花に感染し発病する。



図 2-32 閉花性二条オオムギの葍殻抽出期と赤かび病菌の感染、発病
 左:受精期の穂、中:受精 10 日後の葍殻抽出 (矢印は葍殻)、
 右:赤かび病菌の葍殻への感染と発病した穂
 (吉田・河田 原図)

かび毒の穂への蓄積は赤かび病感染後直ちに起こるのではなく、感染約1週間後に小花の褐変などの病徴が現れ始め、感染後約 20 日以降に蓄積が始まると報告されている。赤かび病菌を人工接種したオオムギ品種の開花(受精)後の時期別かび毒蓄積の推移を見ると、開花性で抵抗性が弱い六条オオムギ品種(カシマムギ、シュンライ)では出穂約 5 日後の開花(受精)期に赤かび病菌が感染し、開花 20 日後からかび毒蓄積が始まり以後急速に蓄積する。一方、閉花性の二条オオムギ品種(ニシノチカラ)では、出穂約 15 日後に抽出した葍殻に菌が感染し、受精(開花)約 30 日以降からかび毒が蓄積する(図 2-33)。

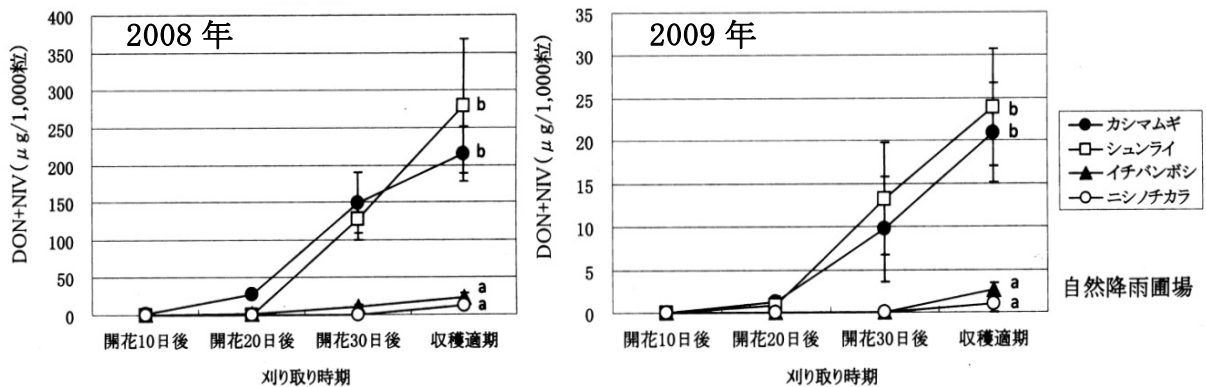


図 2-33 オオムギ品種の登熟過程におけるかび毒蓄積量の経時的推移(宮坂篤ら、2012)
 注)出穂後に赤かび病菌が常に感染する条件の、自然降雨圃場で栽培したオオムギ品種のかび毒蓄積。
 3 反復の平均値を示し、エラーバーは標準誤差を示す。

従って、閉花性二条オオムギ品種であれば、水分含量が 70%程度に低下し飼料やサイレージ品質が高まる糊熟期(暖地では出穂約 30 日後)までに収穫すれば、かび毒汚染のリスクは少ないと考えられる。一方、開花性の六条オオムギ品種については、開花期に赤かび病の多発条件となった場合には、糊熟期になると、かび毒汚染リスクはかなり高いと判断される。そのため、出穂後の穂の病徴発現を観察し、病徴が見られる場合には、かび毒対策を最優先して開花 20 日後(乳熟期)までに収穫する。なお、この時期に収穫する場合には、ダイレクト収穫では乳酸菌を添加したり、水分含量が高い場合には予乾体系によって速やかに収穫し、かび毒濃度を分析して暫定基準値を超えないことを確認することが重要である。