

ダイレクト収穫体系による 飼料用稲麦二毛作技術マニュアル

＜2013 年度版＞



独立行政法人
農業・食品産業技術総合研究機構

本マニュアルは、農林水産省委託プロジェクト研究「自給飼料を基盤とした国産畜産物の高付加価値化技術の開発」(国産飼料プロ、平成22年度～24年度)等で得られた研究成果および既存の研究成果、知見をもとに、具体的なデータを紹介しながら、特に飼料用稲麦二毛作の限界地帯から関東、東海および九州地域の農業技術指導者を対象として、飼料用イネの裏作を活用して飼料用麦類を導入し、水田の有効活用と年間最大収量を確保することを目的として作成しています。

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

ダイレクト収穫体系による飼料用稲麦二毛作技術マニュアル

目次

1	ダイレクト収穫による飼料用稲麦二毛作体系に適する品種の特性と作期の設定	
(1)	北東北における飼料用稲麦二毛作に適する品種の特性と作期の設定	1
(2)	南東北における飼料用稲麦二毛作に適する品種の特性と作期の設定	3
(3)	北関東における飼料用稲麦二毛作に適する品種の特性と作期の設定	5
(4)	東海における飼料用稲麦二毛作に適する品種の特性と作期の設定	7
(5)	九州における飼料用稲麦二毛作に適する品種の特性と作期の設定	9
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	
(1)	寒冷地における省力低コスト栽培技術	11
(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	16
(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	20
(4)	東海における麦立毛間飼料用イネV溝直播栽培技術	24
(5)	飼料用麦類の雑草防除対策	30
(6)	飼料用麦類の赤かび病によるかび毒汚染対策	34
3	ダイレクト収穫による飼料用麦類の発酵品質を確保するための収穫適期	
(1)	飼料用イネ専用収穫機を利用した飼料用麦類の収穫調製技術	36
(2)	オオムギの収穫適期	38
(3)	コムギの収穫適期	43
4	ダイレクト収穫による飼料用麦類の栄養価と乳牛への給与技術	
(1)	オオムギの乳牛への給与技術	45
(2)	コムギの乳牛への給与技術	47
5	その他の飼料用麦類と稲麦二毛作に活用できる省力栽培技術	
(1)	ライムギの品種と飼料用稲麦二毛作体系における作型	49
(2)	飼料用稲麦二毛作体系に利用できる広畝成形直播技術	50
6	飼料用稲麦二毛作の取組事例	
(1)	北関東二毛作地帯における取組事例	51

(2) 南関東二毛作地帯における取組事例	55
(3) 東海における取組事例	60
(4) 九州における取組事例	64

7 その他

(1) 農薬使用	68
(2) 執筆者、編集者一覧	69

1 ダイレクト収穫による飼料用稲麦二毛作体系に適する品種の特性と作期の設定

飼料用イネ専用収穫機を活用したダイレクト収穫による飼料用稲麦二毛作体系で年間の最大収量が得られるように、各地域における飼料用イネと飼料用麦類の品種と作型を選定する。なお、ダイレクト収穫体系を前提としていることから、飼料用麦類としては立毛条件で水分が適水分域まで早い時期に低下するオオムギを中心に品種選定を行う。これまでに飼料用イネとして多収品種が育成されてきたが、飼料用オオムギとして育成された品種は少ない。このため、飼料用オオムギは精麦用品種の中から飼料用として多収が得られるとともに、ダイレクト収穫による飼料用稲麦二毛作体系において、発酵品質、栄養価等の面からも適期収穫が可能な品種を飼料用イネと組合せる。

北東北地域における飼料用イネ品種は「べこごのみ」、「うしゆたか」、飼料用麦類としては六条オオムギの「シュンライ」が有望であり、「ミノリムギ」も利用できる。南東北（太平洋側）地域における飼料用イネは「夢あおば」、「ホシアオバ」、「リーフスター」、飼料用麦類としては六条オオムギの「シュンライ」が有望である。北関東地域における飼料用イネの品種は「なつあおば」、「夢あおば」、「べこあおば」、飼料用麦類としては二条オオムギの「ハヤドリ2」、「ワセドリ2条」、六条オオムギの「シュンライ」、「セツゲンモチ」が有望である。東海地域における飼料用イネの品種は「タチアオバ」、「ホシアオバ」、飼料用麦類では排水不良田が多い地域については、オオムギよりも湿害にやや強いコムギが適しており、コムギには飼料用に育成された品種がないことから、食用品種の中で耐倒伏性の強い品種を選定する。

九州における飼料用イネ品種は「まきみずほ」、「モグモグあおば」、「タチアオバ」、「ルリアオバ」、飼料用麦類としては「ワセドリ2条」が有望である。九州南部においては飼料用イネの2回刈りが可能であり、2回刈りには「ルリアオバ」が適する。この「ルリアオバ」の2回刈りと飼料用麦類を組み合わせると、年間で高い収量が得られる。

(1) 北東北における飼料用稲麦二毛作に適する品種の特性と作期設定

① 北東北地域における有望な飼料用イネの品種と特性

ア ベこごのみ

「べこごのみ」は東北地域中北部以南向け（岩手県）の早生品種であり（図 1-1 左）、早生品種の「アキヒカリ」と比べても、風乾全重で4%、黄熟期のTDN収量で6%多収であり、耐倒伏性に優れ、直播栽培にも適する。一方、耐冷性がやや低く、やませ常襲地帯や中山間地等の冷害が発生しやすい地域の栽培では注意が必要である。

イ うしゆたか

「うしゆたか」は青森県産業技術センター農林総合研究所育成品種で、育成地では中生に区分される（図 1-1 右）。特に多肥や極多肥栽培した場合、黄熟期乾物収量が高く、倒伏も強い。また、直播栽培にも適し、粗繊維含量が低く、採食量の増加が期待できる。



図 1-1 黄熟期の「ベこごのみ」(左)と「うしゆたか」(右)の草姿

②北東北地域における有望な飼料用麦類と特性

ア シュンライ(六条オオムギ)

「シュンライ」は通常精麦用として用いられる品種であり、同じ精麦用の六条オオムギである「べんけいむぎ」より出穂期が早い(図 1-2)。北東北では他の六条オオムギと比較すると短稈であり、耐倒伏性が高く、「べんけいむぎ」と同程度の収量が得られる。耐雪性は弱いため、多雪地域での栽培には適さない。その他に六条オオムギでは、「ミノリムギ」は「シュンライ」より出穂が少し遅いものの収量性は高く、北東北での飼料用稲麦二毛作に利用できる。



図 1-2 「シュンライ」の草姿

③有望品種を用いた作期設定

北東北地域では飼料用イネは、二毛作の作期を確保するために移植栽培とする。早生の飼料用イネ品種「ベこごのみ」、「うしゆたか」を用い、オオムギ収穫後の 6 月下旬までに移植を行えば、8 月下旬までに収穫し 9 月下旬に黄熟期に達してダイレクト収穫が可能であり、9 月下旬～10 月上旬に収穫作業を終えることができる。また、早生の六条オオムギ品種「シュンライ」を用い、飼料用イネ収穫後の 10 月上旬に播種すれば、5 月上～中旬までに収穫し、6 月上旬に糊熟期に達してダイレクト収穫が可能となり、6 月中旬にはオオムギの収穫作業を終えることができる(表 1-1)。

北東北地域における飼料用稲麦二毛作の収量は、適期に作目切り替えを行うことができれば両草を合わせた年間の全刈乾物収量で 1.6t/10a 以上が得られる。しかし、北東北地域における飼料用稲麦二毛作では、作目切り替えに時間的余裕が少ないことから、迅速な作目切り替えを行うための機械装備、作業体制を整えることが必要である。

表 1-1 北東北(岩手県)における飼料用稲麦の年間最大収量を確保する作型

草種	品種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	調査地
イネ	ベこごのみ						○		△	×				岩手県 盛岡市
	うしゆたか						○		△	×				
オオムギ	シュンライ					△	×				○			
月別平均気温(°C)		-1.9	-1.2	2.1	8.6	13.9	18.3	21.7	23.4	18.7	12.2	5.9	1.0	

注)○: 播種または移植日、△: 出穂期、×: 収穫期

(2)南東北における飼料用稲麦二毛作に適する品種の特性と作期設定

①南東北地域における有望な飼料用イネ品種と特性

ア 夢あおば

「夢あおば」は宮城県内でホールクロップサイレージ(WCS)用に推奨されている食用品種の「まなむすめ」より出穂が3日程度早く、乾物収量は同等もしくはやや高い。耐倒伏性は極強で「まなむすめ」より強く、葉いもちの真性抵抗性遺伝子型は「*Pita-2, Pib*」である(図1-3右)。

イ ホシアオバ

「ホシアオバ」は「まなむすめ」より出穂が8日程度遅く、乾物収量も1~2割程度高い。特に多肥栽培で茎葉比率が高まって多収となる。耐倒伏性はやや強で「まなむすめ」と同等である。また、葉いもちの真性抵抗性遺伝子型は「*Pita-2, Pib*」である。南東北地域に「ホシアオバ」を導入する場合、収量低下を及ぼす早期落水は避ける。

ウ リーフスター

「リーフスター」は「ホシアオバ」より出穂が18~30日遅く、乾物収量は同程度である(図1-3左)。茎葉割合は極めて大きく、耐倒伏性も極強で「ホシアオバ」より強い。また、葉いもちの真性抵抗性遺伝子型は「*Pia*」である。東南北部地域で栽培した場合、高温年を除いて子実はほとんど稔実しないため、漏生稲対策にも有望な品種である。なお、長稈品種であることから、収穫作業においてコンバイン型専用収穫機を用いる場合は、長稈対応型の機種を用いることが望ましい(図1-4)。



図1-3 「リーフスター」(左)と「夢あおば」(右)の草姿



図1-4 収穫期の「リーフスター」の草姿とコンバイン型収穫機(長稈対応型)による収穫

②南東北地域における有望な飼料用麦類品種と特性

ア シュンライ(六条オオムギ)

「シュンライ」は東北地域において、飼料用稲麦二毛作に適する品種である。南東北で栽培される他の六条オオムギと比較すると、稈長はやや短い。耐雪性はあまり強くないため、北東北と同様に多雪地域での栽培は避ける。

②有望品種を用いた作期設定

南東北では特に春の麦収穫時期に飼料用イネとの作業競合が生じやすく、飼料用イネの播種・移植が6月になると、収量の低下やイネツトムシの食害などが発生しやすくなる。そのため、6月初旬までには移植を終える必要がある。飼料用麦類の栽培では除草剤を用いることができないため、南東北地域における飼料用オオムギの播種は、越冬生育量及び雑草発生を考慮すると10月下旬が適期となる。また、10月下旬にオオムギを播種すると翌年の5月上旬が出穂期となる。飼料用イネの播種・移植を5月下旬までに終わらせるためには、オオムギを早い時期に収穫する必要があるが、ダイレクト収穫体系の場合には、穂部と茎葉部を合わせた全体の水分含量が70%程度まで低下した時期が適期になる。ただし、飼料用イネの移植時期が遅れないように水分が70%を超える時期に収穫しなければならない場合には、予乾体系で収穫する必要がある。

飼料用イネは5月下旬に播種・移植すると、中生の「夢あおば」では出穂後30日で黄熟期に達し、晩生の「ホシアオバ」では、出穂後40日で収穫適期である黄熟期に達する。なお、「リーフスター」は宮城県北部地域では10月以降になると登熟が進まないことから、水分含量で70%を目安に収穫する。

表 1-2 南東北(宮城県)における飼料用稲麦の主な草種の作型

草種	品種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	調査地
イネ	夢あおば					○	○		△	×				宮城県 大崎市 古川
	ホシアオバ					○	○		△		×			
	リーフスター					○	○			△	×	乳熟期		
オオムギ						△	×			○				
月別平均気温(°C)		-0.1	0.5	3.5	9.4	14.6	18.5	22.0	23.7	19.7	13.6	7.5	2.7	

注)○:播種または移植日、△:出穂期、×:収穫期

(3)北関東における飼料用稲麦二毛作に適する品種の特性と作期設定

①北関東地域における有望な飼料用イネ品種と特性

ア なつあおば

「なつあおば」は北関東では極早生品種に区分され、多収で耐倒伏性も強い。群馬県内での出穂期は「夢あおば」よりも7～10日早く、縞葉枯病抵抗性を持ち、関東地域の二毛作地域に適する(図1-5左)。

イ 夢あおば

「夢あおば」は北関東で早生品種に属し、多収で耐倒伏性も強く、多肥栽培にも適することから、群馬県内の二毛作水田では最も多く栽培されている。6月下旬に移植した場合、9月上旬に出穂して10月上旬には収穫適期である黄熟期に達する(図1-5右)。

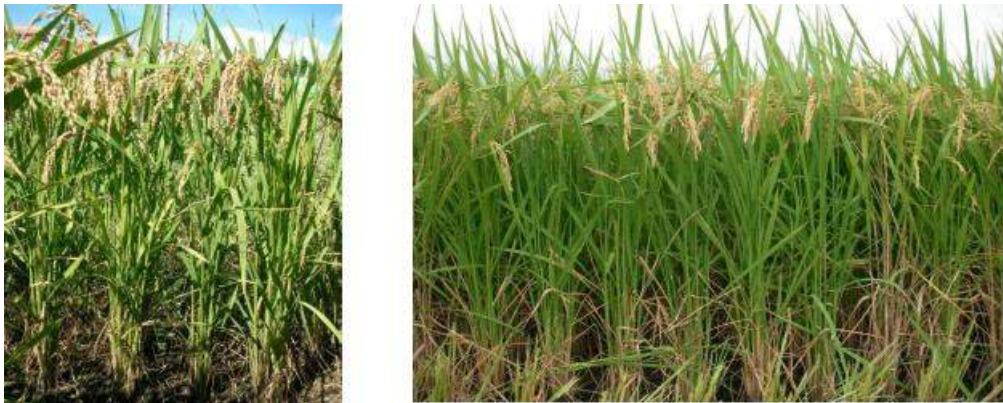


図1-5 黄熟期の「なつあおば」(左)と「夢あおば」(右)の草姿

②北関東地域における有望な飼料用麦類品種と特性

ア シュンライ(六条オオムギ)

「シュンライ」は北関東地域においても飼料用稲麦二毛作に適する品種であり、北関東で栽培した場合、他の六条オオムギの中ではやや長稈になるが耐倒伏性は強い。播種適期は極端な早播きでは凍霜害の危険性が高まるため、11月上～中旬に行う必要がある。

イ セツゲンモチ(六条オオムギ)

北関東では早生品種となる「セツゲンモチ」は通常、麦茶用として用いられる品種であるが、飼料用としても利用できる。耐倒伏性は強いものの、極端な厚播きは倒伏やうどんこ病発生の要因になる恐れがあるため避ける。

ウ ハヤドリ2とワセドリ2条(二条オオムギ)

「ハヤドリ2」、「ワセドリ2条」の両品種は飼料用品種として市販されており、北関東では極早生に区分される。出穂期および収穫時期は六条オオムギよりも約1週間早い。なお、凍霜害や耐寒雪性には弱いことから、11月上旬～中旬には播種し、11月中旬以降の遅播きは避ける。



図 1-6 収穫時期の「シュンライ」(左)と「ワセドリ 2 条」(右)の草姿



図 1-7 糊熟期の「セツゲンモチ」の草姿(左)と「ハヤドリ 2」の穂部(右)

③有望品種を用いた作期設定

北関東地域で飼料用イネを6月25日に移植した場合、「なつあおば」では8月20日頃、「夢あおば」では8月30日頃に出穂期となり、その後、約1ヶ月程度で黄熟期に達することから、「なつあおば」では9月下旬、「夢あおば」では10月上旬には収穫ができる。北関東地域での飼料用オオムギの播種適期は11月上～中旬であることから、飼料用イネ(「なつあおば」、「夢あおば」)を収穫してから、飼料用オオムギの播種適期までには、約1ヶ月間の準備期間が確保できる。

飼料用オオムギの播種を11月中旬に行った場合、「ハヤドリ 2」、「ワセドリ 2 条」では4月中旬に出穂し、「シュンライ」、「セツゲンモチ」は4月下旬が出穂期となり、飼料用オオムギの収穫は5月中～下旬となり、北関東地域(群馬県中部地域)では、飼料用オオムギの後作の飼料用イネは6月下旬には移植ができ、年間の全刈り収量で1.8t/10a以上の乾物収量を得ることが可能である。

表 1-3 北関東(群馬県)における飼料用稲麦の主な草種の作型

草種	品種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	調査地
イネ	なつあおば						○		△	×				群馬県 前橋市
	夢あおば						○		△	×				
オオムギ	ハヤドリ2				△	×						○		
	ワセドリ2条				△	×						○		
	シュンライ セツゲンモチ				△	×						○		
月別平均気温(°C)		3.5	4.0	7.3	13.2	18.0	21.5	25.1	26.4	22.4	16.5	10.8	6.0	

注)○:播種または移植日、△:出穂期、×:収穫期

(4) 東海における飼料用稲麦二毛作に適する品種の特性と作期設定

①東海地域における有望な飼料用イネの品種と特性

ア ホシアオバ

「ホシアオバ」は東海地域では中生に区分され、耐倒伏性は比較的強いが、極端な多肥や密植条件では倒伏する恐れがあるため留意する。玄米千粒重は 30g 程度と大粒で粒重が大きいので、苗箱播種量を 2～3 割程度多めにする。穂発芽性はやや易であり、縞葉枯病に抵抗性を持つ。いもち病には通常は感染しないが、発病がみられる場合には防除が必要となる。なお、三重県では移植時期が食用コムギ収穫後の 6 月下旬まで遅くなくても、栄養成長期間の短縮程度が小さく、収量の低下は小さい(図 1-8)。

イ タチアオバ

「タチアオバ」は東海地域では極晩生で区分され、強稈で耐倒伏性は極強であり、5 月下旬に移植した場合、地上部全重が 2t/10a(坪刈り)を上回る極多収品種である。また、いもち病に対しては、それほど強くないため、食用品種と同様の防除が必要である(図 1-9)。



図 1-8 「ホシアオバ」(左)と「タチアオバ」(右)



図 1-9 「タチアオバ」の収穫作業

②東海地域における有望な飼料用麦類と特性

東海地域においては、やや低湿な水田輪換畑での作付けが主体になることから、オオムギより湿害にやや強いコムギが適する。品種は食用に普及している品種を利用するが、品種選定にあたっては、多収品種で耐倒伏性の強い品種を選定することが必要である。なお、三重県で飼料用に栽培されているコムギの主な品種は「タマイズミ」である(図 1-10)。



図 1-10 収穫時期の「タマイズミ」の草姿(左)と穂部(右)
出穂後 30 日(穂部と茎葉を合わせた全体の水分含量 60.3%)

③有望品種を用いた作期設定

飼料用コムギの播種時期は11月上旬～中旬であり、収穫時期は出穂後30日頃(糊熟期、出穂後積算気温で500～550℃)の5月中旬～下旬になる。この時期の乾物収量は1t/10a程度が見込まれる。また、飼料用イネ品種の「ホシアオバ」および「タチアオバ」を飼料用コムギ収穫後の5月下旬に移植した場合、乾物収量で「ホシアオバ」が約1.7t/10a、「タチアオバ」は約2t/10aの収量が見込まれる。ただし、コムギはオオムギよりも収穫時期が遅いことから、飼料用イネの移植時期が6月下旬まで遅れた場合、飼料用イネの乾物収量は両品種ともに減少する。

飼料用コムギは飼料用オオムギよりも収穫時期が遅くなることから、飼料用イネの移植作業が飼料用コムギの収穫作業と競合が生じやすいため、慣行栽培によって大規模に飼料用稲麦二毛作を行うことは困難である。そのため、飼料用イネの移植作業を省略し、作業競合を回避できる技術として、麦立毛間飼料用イネV溝直播栽培(2月下旬～3月上旬に麦の立毛中に飼料用イネをV溝不耕起播種する栽培法)を導入することによって、飼料用コムギの乾物収量はやや低下するものの、両草種間の作業競合を回避することができ、飼料用イネの乾物収量は6月下旬に移植する体系と比較しても増収が見込まれる。なお、飼料用イネの収穫時期は5月下旬から6月下旬に移植した「ホシアオバ」、「タチアオバ」では、それぞれ9月上旬～10月上旬、10月上旬～下旬であることに対して、麦立毛間飼料用イネV溝直法で栽培した場合、「ホシアオバ」、「タチアオバ」では、それぞれ9月上～中旬、10月上～中旬である。

表1-4 東海(三重県)における飼料用稲麦の主な草種の作型

草種	品種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	調査地
イネ (移植)	ホシアオバ (移植)					○	○		△	△	×	×		三重県 松阪市
	タチアオバ (移植)					○	○		△	△	×	×		
イネ (立毛間)	ホシアオバ (立毛間播種)		○	○		◇			△	×	×			
	タチアオバ (立毛間播種)		○	○		◇			△	×	×			
コムギ	普及品種 (飼料用向け)				△	△	×	×				○	○	
	普及品種 (食用向け)				△	△	×	×				○	○	
月別平均気温(℃)		5.3	5.6	8.5	14.0	18.6	22.4	26.3	27.5	24.0	18.3	12.7	7.8	

注)○:播種または移植日、◇:出芽、△:出穂期、×:収穫期

(5)九州における飼料用稲・大麦に適する品種の特性と作期設定

①九州における有望な飼料用イネの品種と特性

ア まきみずほ

「まきみずほ」は、早生品種に区分され、6月中旬に移植すると、8月下旬に出穂し、9月下旬に収穫期の黄熟期に達する。収穫機による全刈りで1.1 t/10a程度の乾物収量が期待できる。また、晩植にも適性がある。なお、籾重が大きいので、苗箱播種量は2～3割程度多めにする。

イ モグモグあおば

「モグモグあおば」は、耐倒伏性の高い中生品種で、6月中旬に移植すると、9月上旬に出穂し、10月上旬に収穫期の黄熟期に達する。ダイレクト収穫機による全刈りで1.1 t/10a程度の乾物収量が期待できる。なお、「モグモグあおば」も籾重が大きいので、苗箱播種量は2～3割程度多めにする。

ウ タチアオバ

「タチアオバ」は、耐倒伏性の高い晩生品種で、6月中旬に移植すると、9月上旬に出穂して10月下旬に収穫期の黄熟期に達する。ダイレクト収穫機による全刈りで1.3 t/10a程度の乾物収量が期待できる。

エ ルリアオバ

「ルリアオバ」は、晩生品種に区分され、6月中旬に移植すると9月中旬に出穂し、10月下旬に黄熟期に達する。収穫機による全刈りで1.4 t/10a程度の乾物収量が期待できる。ただし、生育量が大きい時には、倒伏を回避するために糊熟期前に収穫する。その場合、水分がやや高いため、予乾体系で収穫調製を行うかダイレクト収穫体系の場合には乳酸菌を添加する。また九州南部において、2回刈り栽培(株出し栽培)するために、4月下旬に移植すると7月下旬に1回目イネの収穫期の出穂期に達する。1回目の収穫では水分が高いため、予乾体系での収穫、ダイレクト収穫の場合は酵素剤入りの乳酸菌添加が望ましい。2回目イネ(再生稲)は、9月下旬に出穂して10月下旬に収穫適期である黄熟期に達する。1回目イネと2回目イネを合計すると、収穫機による全刈りで1.9 t/10a程度の乾物収量が期待できる。「ルリアオバ」は極長稈のため、ダイレクト収穫の場合にはフレール型収穫機を用いる。なお、籾重が小さいので苗箱播種量は2～3割程度少なめにする。ベンゾビスクロン、メソトリオン、テフリルトリオンを含む除草剤に感受性なので注意する。

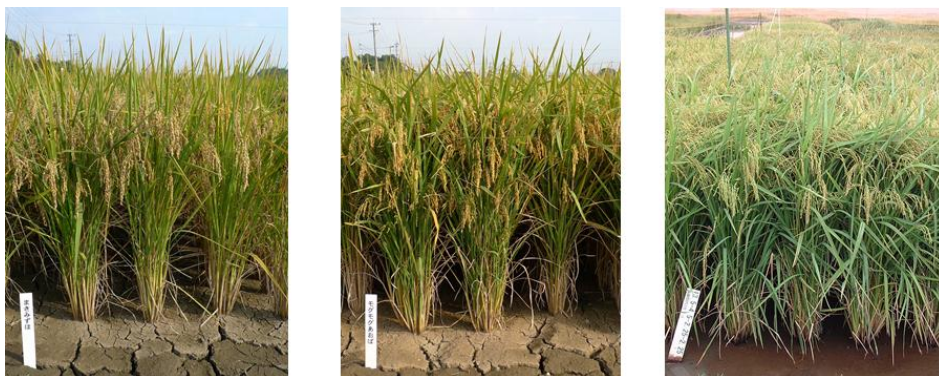


図1-11 「まきみずほ」(左)、「モグモグあおば」(中)、「タチアオバ」(右)の草姿

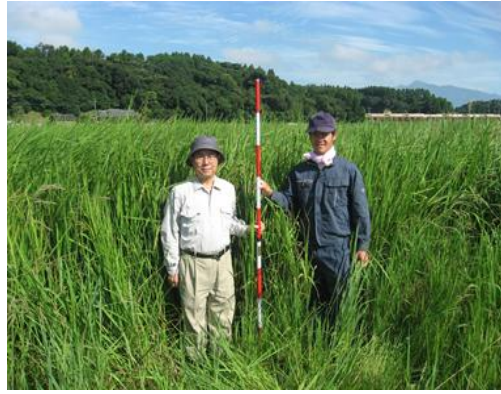


図 1-12 「ルリアオバ」の1回目イネ(出穂期)

②九州地域における有望な飼料用麦類の品種と特性

ア ワセドリ2条

「ワセドリ2条」は、皮性の二条早生品種でうどんこ病と縞萎縮病ウイルスI型系統に強い。11月下旬に播種すると、4月上旬に出穂して5月上旬に収穫期の糊熟期に達する。ダイレクト収穫機による全刈りで0.9 t/10a程度の乾物収量が期待できる。なお、湿害に弱いので排水性の良い圃場で栽培する。

飼料用イネ2回刈りとの組み合わせでは、11月下旬に播種すると、4月上旬に収穫期の出穂期～乳熟期に達する。この熟期で収穫する場合、水分が高いため、ダイレクト収穫体系は避け、牧草用収穫機を用いた予乾体系で収穫することが望ましい。なお、日長感応性が中(短日であっても出穂する)であり、南九州で9月下旬に播種すると、12月末には乳熟期～糊熟に達する。

表 1-5 九州北部(福岡県)における飼料用稲麦の主な草種の作型

草種	品種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	調査地
イネ	まきみずほ						○			△	×			福岡県 那賀川町
	タチアオバ						○			△	×			
オオムギ	ワセドリ2条				△	×						○		
月別平均気温(°C)		5.2	6.5	9.7	14.9	19.5	23.2	27.0	27.7	24.1	18.4	12.6	7.4	

注)○:移植日、△:出穂期、×:収穫期

表 1-6 九州南部(宮崎県)における飼料用イネ2回刈りと飼料用オオムギと組合せた作型

草種	品種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	調査地
イネ	ルリアオバ				○			×		△	×			宮崎県 宮崎市
オオムギ	ワセドリ2条				×	1回目イネ			2回目イネ			○		
月別平均気温(°C)		7.5	8.6	11.9	16.1	19.9	23.1	27.3	27.2	24.4	19.4	14.3	9.6	

注)○:移植日、△:出穂期、×:収穫期

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・砕土・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分以上となる。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。

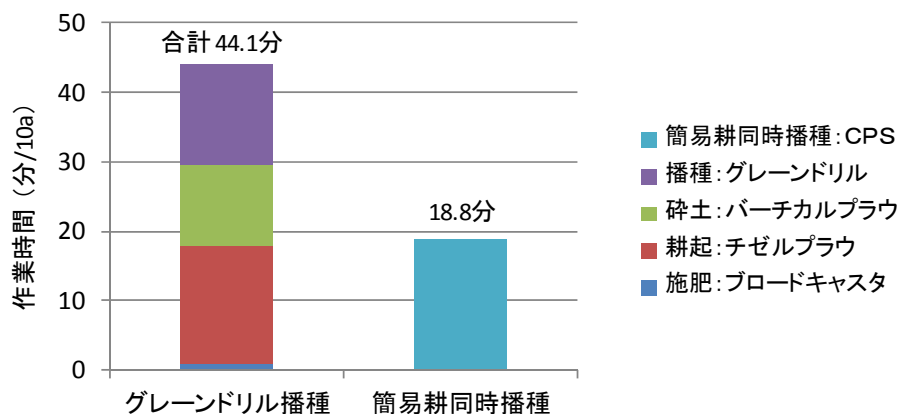


図 2-2 飼料用オオムギの播種作業に要する作業時間

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

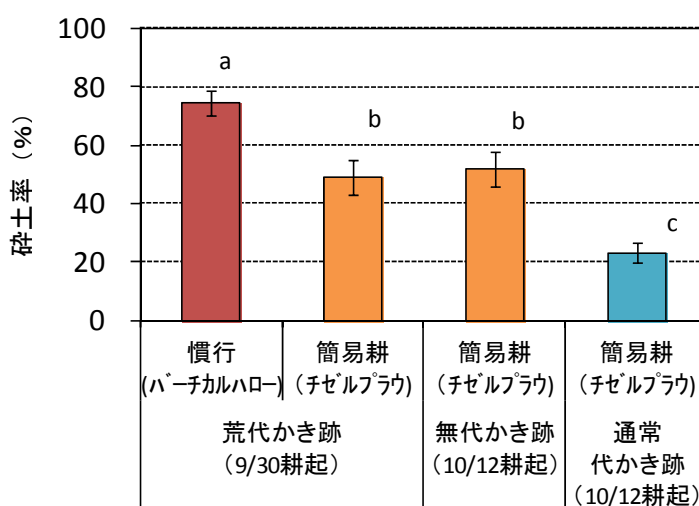


図 2-3 CPS 播種時の碎土率

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」。

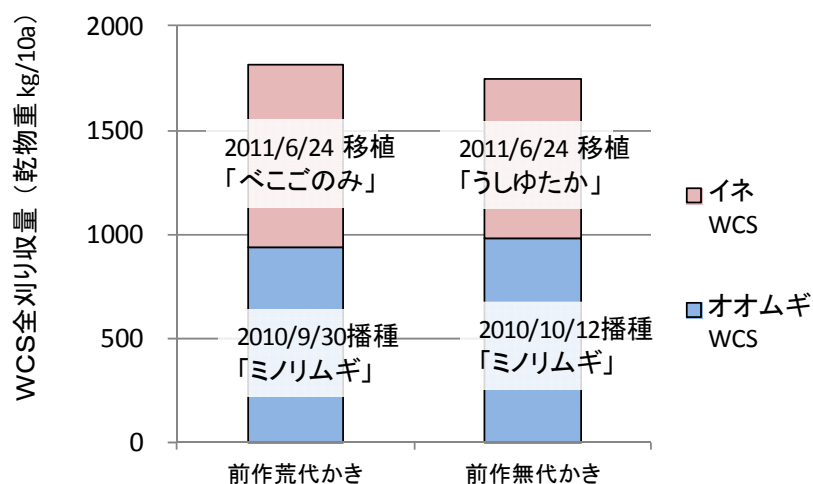


図 2-4 飼料用稲麦二毛作の WCS 全刈り収量(2010~2011 年試験)

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。

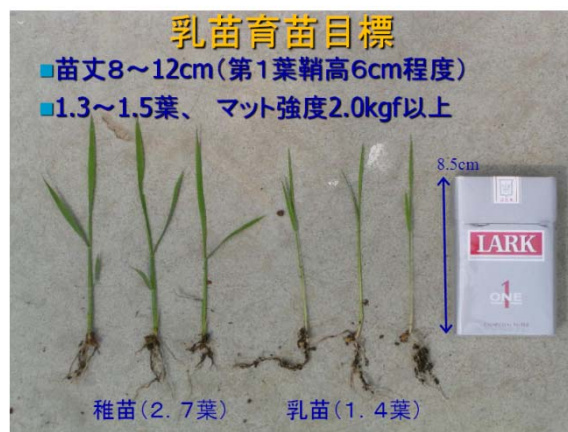
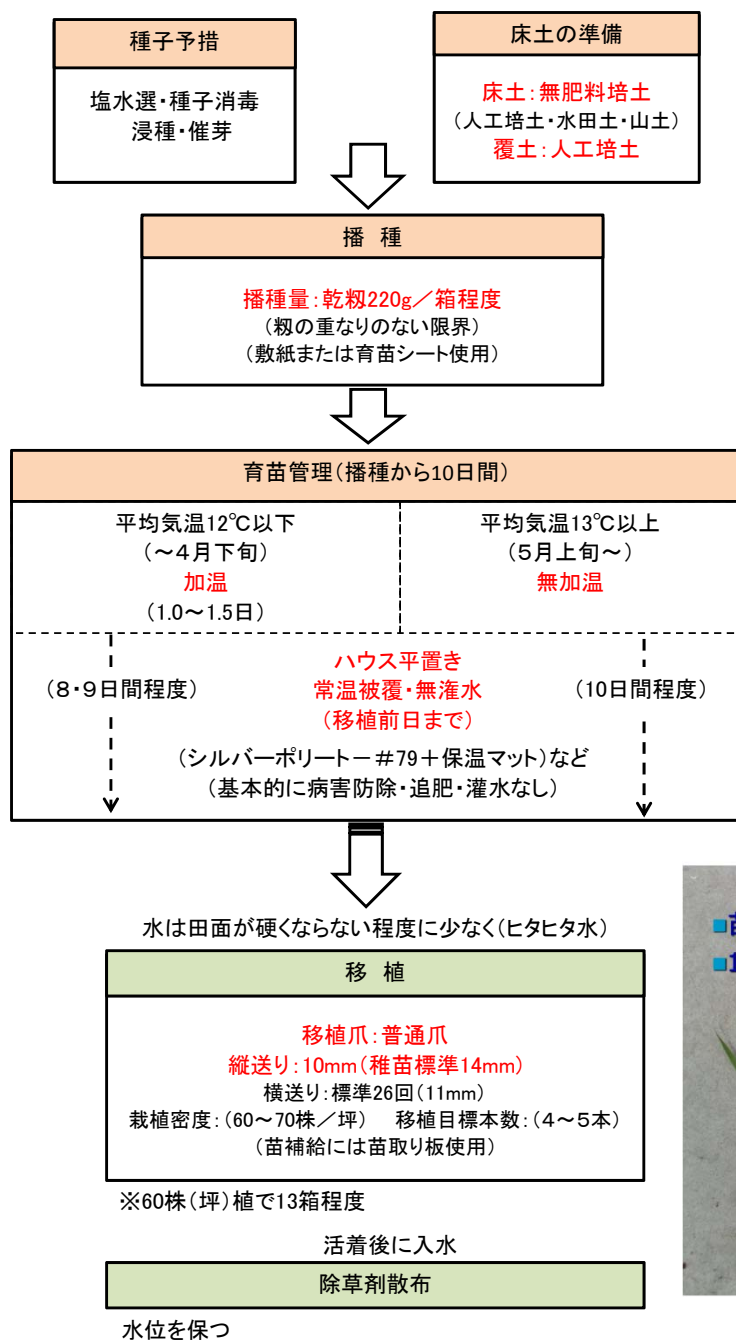
乳苗移植は慣行の田植機の移植爪をそのまま利用できる。また、播種量220g(乾籾換算)/箱、植付縦送り10~12mm、横送り26回(10.8mm)の設定で植付本数5本程度、欠株率3.3%程度となり、稚苗移植と比較して所用箱数の低減(20~40%)が可能であり(宮城県「普及に移す技術」84号より)、実証圃場での労働時間の試算によると(表2-4)、慣行の稚苗移植栽培に対して、乳苗移植によって約15%程度削減できる(乾田直播では60%程度削減)。

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	浸種消毒 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。

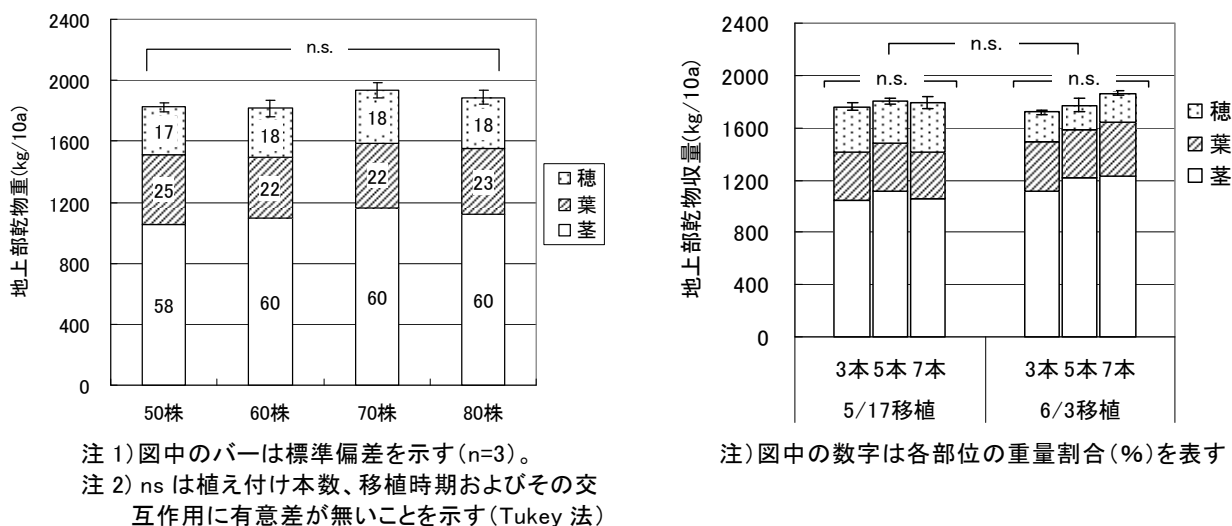


図2-6 「リーフスター」の栽植密度と地上部乾物重(左)および植付本数と乾物収量(右)の関係
 注) 乾物収量は坪刈り収量

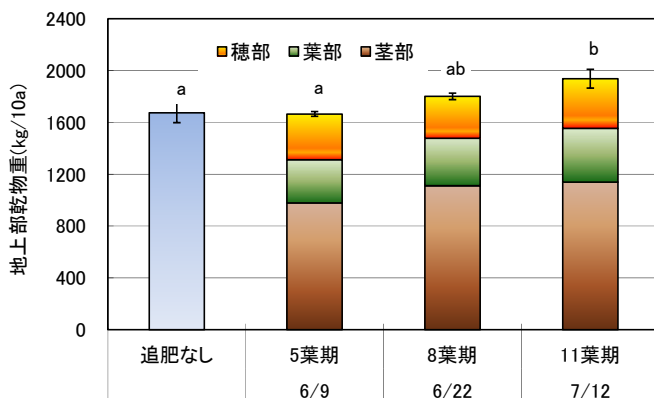


図2-7 「リーフスター」の追肥施用時期と乾物収量(坪刈り)の関係
 注) 横軸は追肥の時期を示す。

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)。

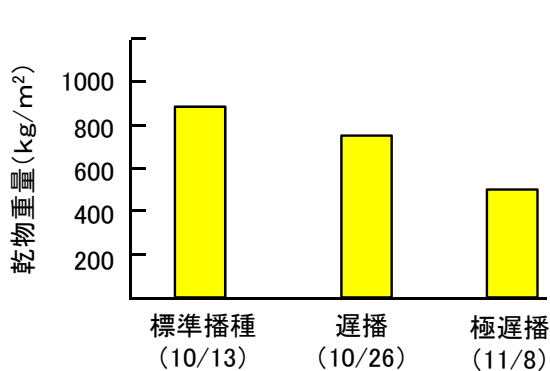


図 2-8 オオムギの播種時期別の乾物収量

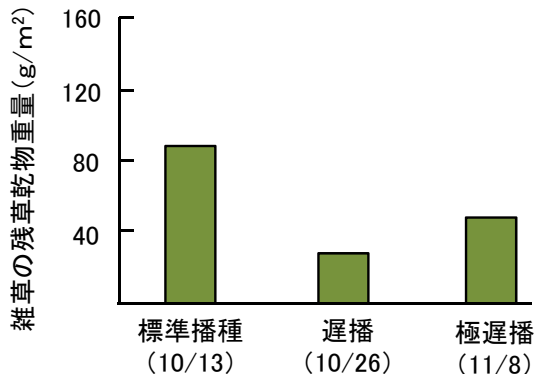


図 2-9 オオムギの播種時期別の雑草残存量

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)。

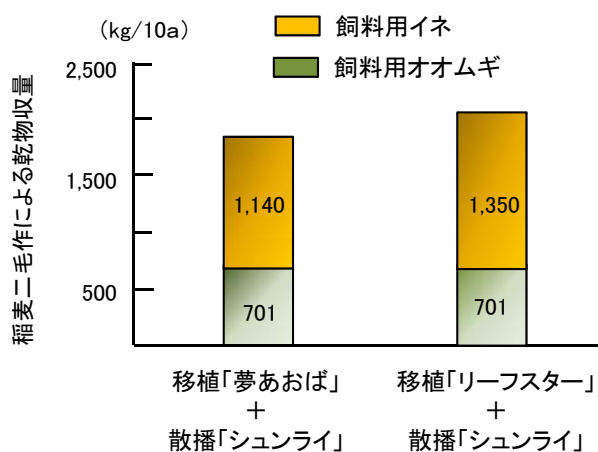


図 2-10 飼料用イネの疎植栽培による稲麦の乾物収量

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

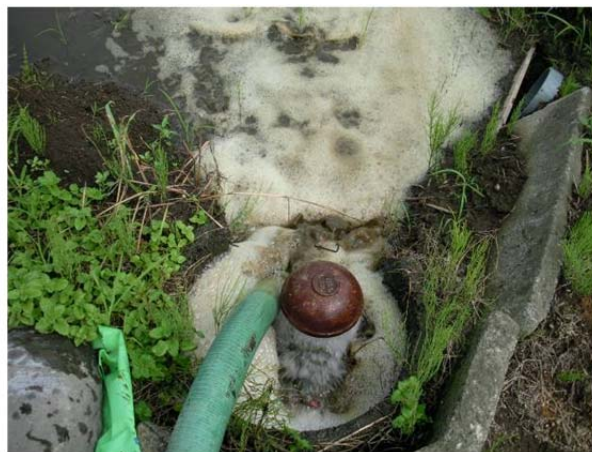


図 2-12 水口からの液肥施用

表 2-7 乳牛曝気尿液肥を使った夢あおばの栽培成績(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「夢あおば」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3.5tkg/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。

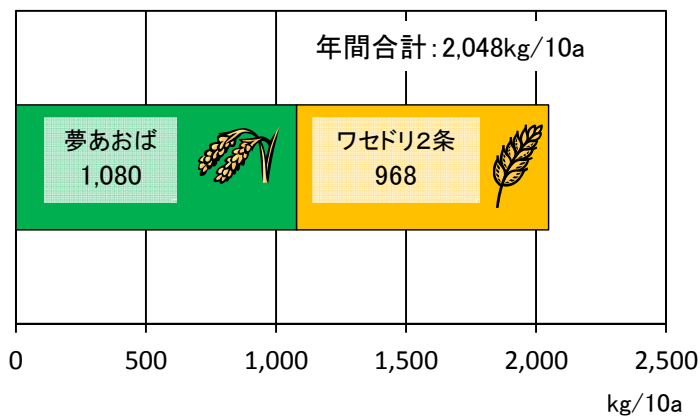


図 2-14 飼料用イネとオオムギの二毛作における合計乾物収量
(2011年、実収量)

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壌水分時(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)。

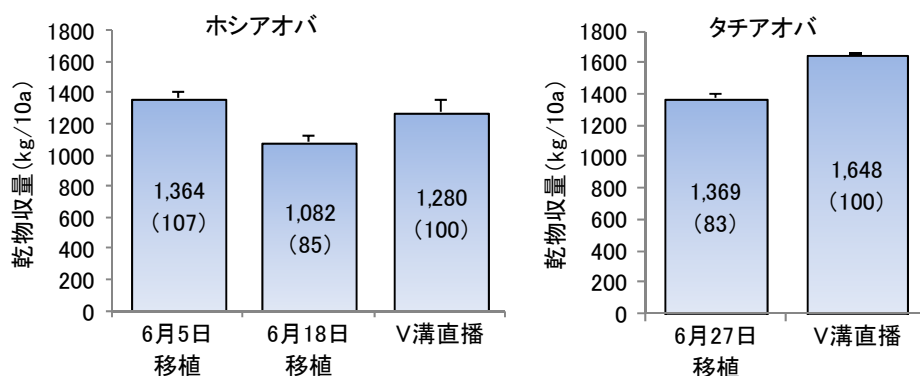


図 2-15 麦立毛間播種飼料用イネと麦跡移植飼料用イネの収量比較(坪刈)

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。

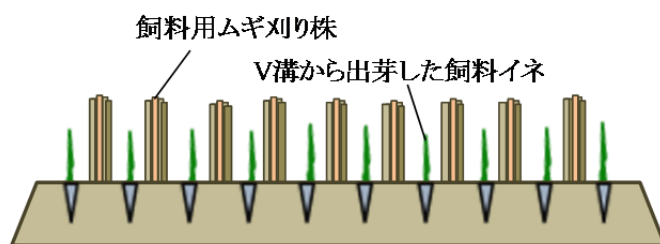


図 2-20 小明渠浅耕播種したコムギ条間への飼料イネ不耕起V溝播種状況
(コムギの WCS として収穫する時には、飼料用イネは出芽している)



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。

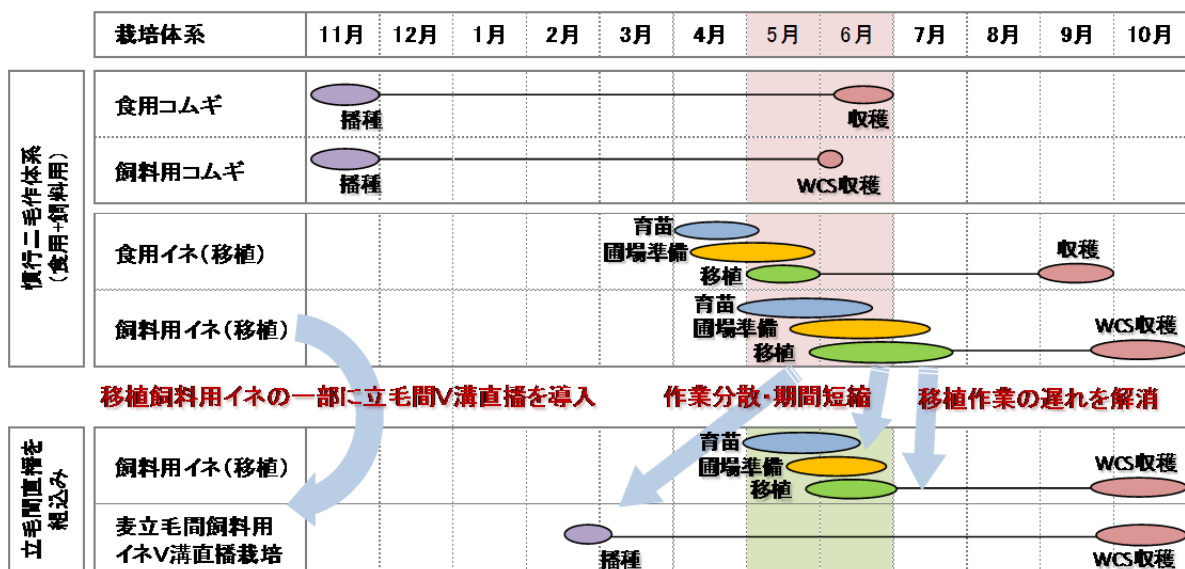


図 2-23 慣行二毛作体系と麦立毛間V溝直播栽培を組み入れた体系のメリット

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。

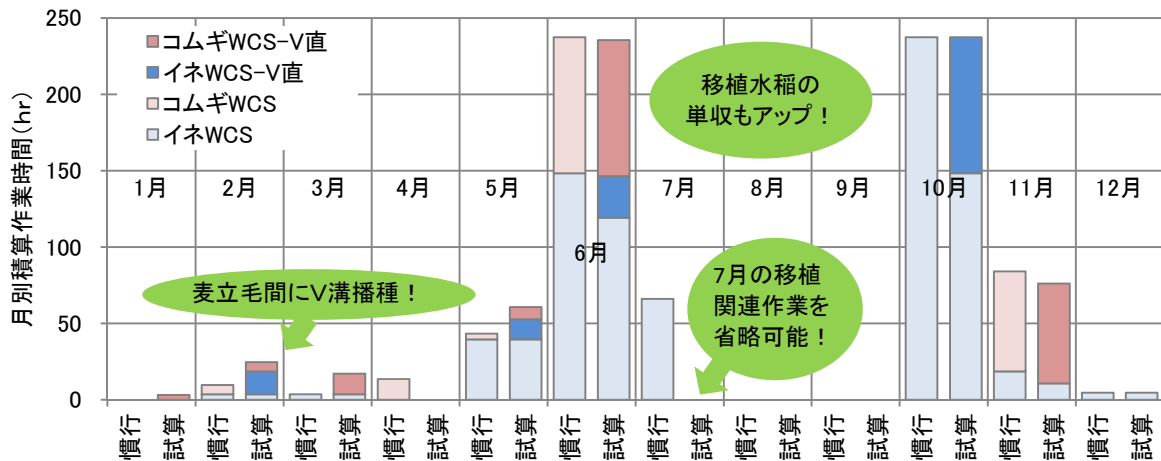


図 2-24 慣行移植体系と麦立毛間V溝直播栽培を組み入れた体系の労働時間比較
イネWCS8ha+コムギWCS:3haのうち、麦立毛間V溝直播技術による二毛作:3haを導入した場合の試算(水管理と畔草刈り作業時間は図中労働時間から割愛)

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)。

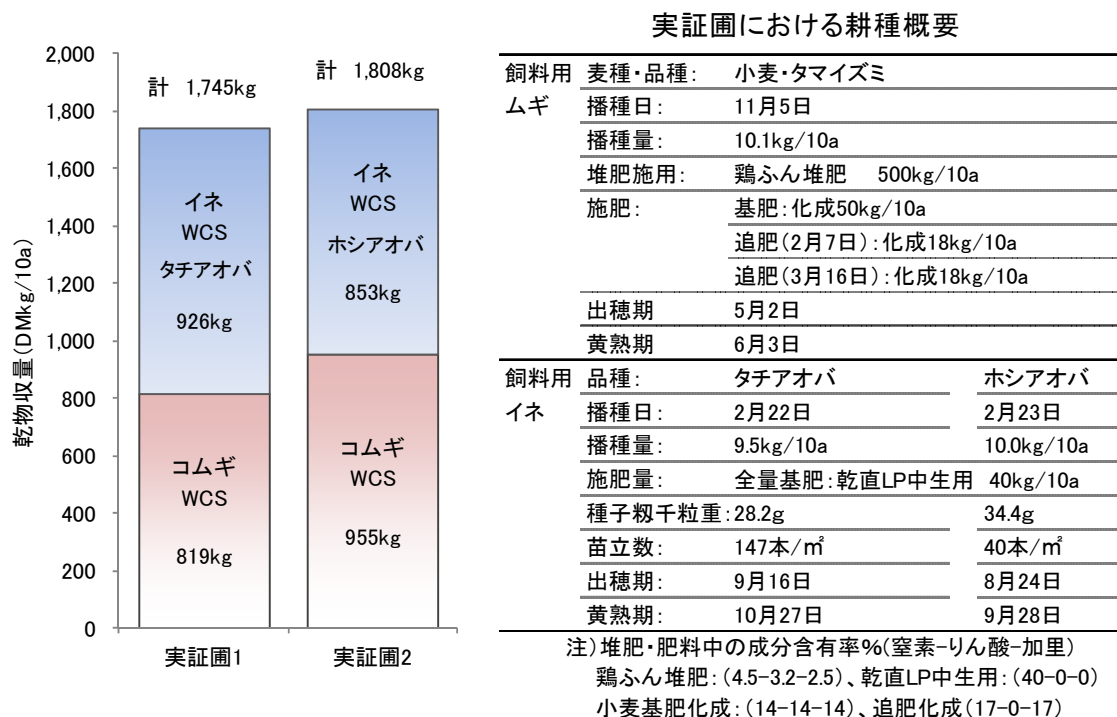


図2-25 実証試験における飼料用コムギ-飼料用イネ合計乾物収量
(2010-2011 現地圃場実収量)

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)。

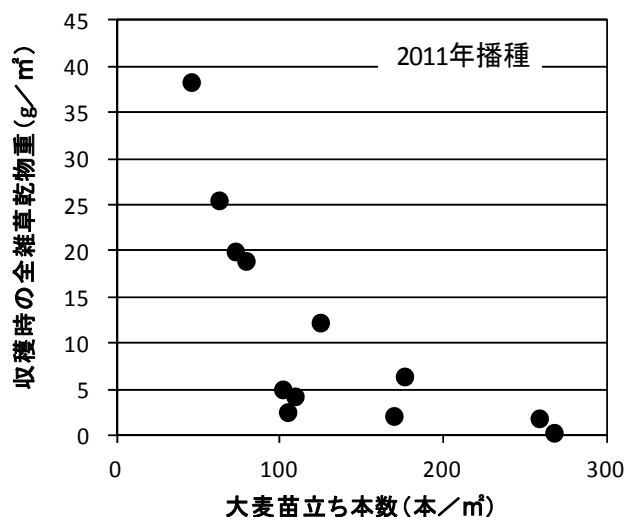


図 2-31 飼料用オオムギ散播栽培における苗立ち本数と収穫時の全雑草の乾物重との関係

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)。

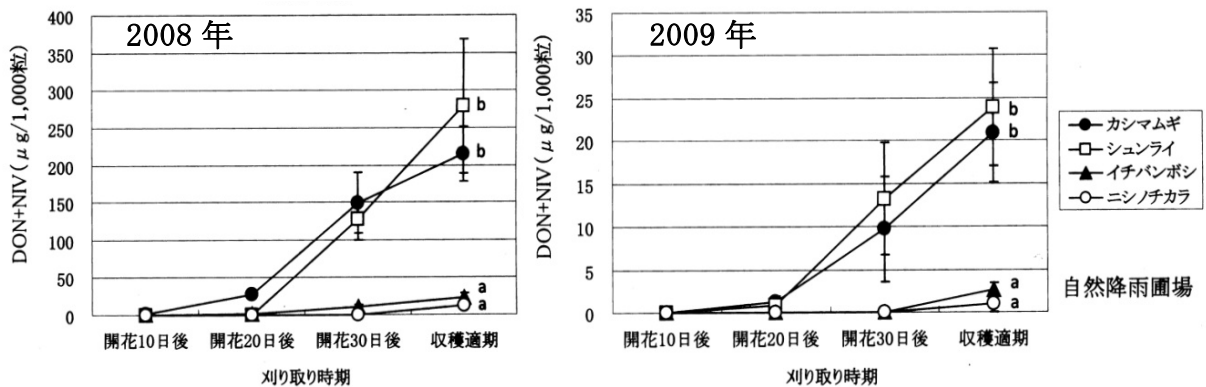


図 2-33 オオムギ品種の登熟過程におけるかび毒蓄積量の経時的推移(宮坂篤ら、2012)
 注)出穂後に赤かび病菌が常に感染する条件の、自然降雨圃場で栽培したオオムギ品種のかび毒蓄積。
 3 反復の平均値を示し、エラーバーは標準誤差を示す。

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。

3 ダイレクト収穫による飼料用麦類の発酵品質を確保するための収穫適期

飼料用イネ専用収穫機は、飼料用オオムギや飼料用コムギのダイレクト収穫が可能であり、その作業能率は飼料用イネと同等以上である。また、適期にダイレクト収穫によって調製した飼料用オオムギや飼料用コムギの発酵品質は良好である。

飼料用オオムギの収穫適期は収量性、栄養価および水分含量と発酵品質の関係から判断すると、水分含量が70%程度まで低下する糊熟期となる。この時期にコンバイン型収穫機やフレール型収穫機によってダイレクト収穫で調製したロールバールサイレージの発酵品質は良好である。また、飼料用コムギの収穫適期についても、飼料用オオムギと同様に収量性、栄養価および水分と発酵品質の関係から判断すると、水分含量が70%程度まで低下した時期となる。

飼料用オオムギと飼料用コムギを飼料用としてダイレクト収穫体系でサイレージ調製する場合は、食用麦種や後作との作業競合を回避するためできるだけ早く収穫する必要がある。しかし、年次によって水分の低下に要する期間に変動があるため、穂部と茎葉部を合わせた全体の水分含量が70%程度まで低下していることを確認して行う。また、収穫適期は気温が上昇して登熟までの期間が早い場合、適期を逃さず短期間で収穫を終えることが、飼料用イネとの作業競合を回避して良質な麦類WCS調製のポイントとなる。

(1) 飼料用イネ専用収穫機を利用した飼料用麦類の収穫調製技術

飼料用イネ専用収穫機の年間稼働率を向上させ、水田を有効に活用した飼料増産を図るためには、飼料用イネだけでなく飼料用麦類の収穫調製にも利用することが必要である。ただし、飼料用イネ専用収穫機の基本的な体系はダイレクト収穫であり、収穫時期にサイレージ発酵に適する水分域になっていることが必要である。

①改良されたコンバイン型およびフレール型専用収穫機の特徴

ア コンバイン型飼料用イネ専用収穫機

コンバイン型収穫機は自脱型コンバインの刈取・搬送部をそのまま利用していることから、長稈な飼料用イネや飼料用麦類の収穫作業は困難であったが、2012年度に新たに改良された長稈対応機種では、最長草丈が150cm程度までの飼料用イネや飼料用麦類でも容易に収穫することができる。また、長稈対応型では、キャビン仕様も販売されている(図3-1左)。

イ フレール型飼料用イネ専用収穫機

フレール型収穫機は刈取部にフレール式刈取部が装着されており、収穫作物の草丈に制約要因はない。また、ダイレクト収穫体系が中心ではあるものの、刈り落した飼料用イネや飼料用麦類の拾い上げ収穫もできる。なお、フレール型収穫機は2010年に改良され、刈幅やロールバール寸法を大きくし、結束方式をネットとすることで収穫作業能率は向上し、初期型で指摘されていた損失率も少なくなっている(図3-1右)。



図 3-1 改良された飼料用イネ専用収穫機

左:コンバイン型収穫機(長稈対応型)、右:フレール型収穫機(改良型)

②飼料用イネ専用収穫機を活用した飼料用麦類の収穫調製技術

飼料用イネ専用収穫機はコンバイン型およびフレール型とも、飼料用イネと同様に飼料用オオムギと飼料用コムギについてはダイレクト収穫ができる(図 3-2)。飼料用イネ専用収穫機のオオムギおよびコムギの収穫における作業能率は、飼料用イネと同等以上で約 20 分/10aである(表 3-1)。しかし、ライムギについては、収穫適期には草丈が 150cm 以上になることから、コンバイン型専用収穫機(長稈対応型)での作業は困難である。一方、草丈に制約要因のないフレール型専用収穫機を用いる場合には、収穫適期の水分含量が高いため、発酵品質の面からダイレクト収穫は避け、牧草用収穫体系で行うか、刈落し予乾後にフレール型収穫機で拾上げ収穫を行うことが必要である。

表 3-1 飼料用イネ専用収穫機による飼料用麦類の収穫作業能率

項目	作業工程(分/10a)					合計 (分/10a)	作業速度 (m/s)
	実作業	旋回・移動	結束・放出	調整	進入・脱出		
フレール型(改良型)	9.7	3.4	4.3	0.7	0.2	18.3	1.65
コンバイン型(細断型)	12.2	3.3	3.4	0.5	0.2	19.6	1.55

注) 調査圃場は30a区画圃場、フレール型:大麦の草丈120cm、水分66.1%、コンバイン型:小麦の草丈111.1cm、水分は65.6%である。
両機のロールパールの平均質量は、フレール型:366kg/個、コンバイン型:371kg/個である(梱包個数は8個/10aに補正した値)。



図 3-2 飼料用イネ専用収穫機による飼料用麦類のダイレクト収穫作業

注) 左:コンバイン型収穫機(細断型)によるコムギの収穫、

右:フレール型収穫機(初期型)によるオオムギの収穫

(2)オオムギの収穫適期

① 生育と水分含量および収量性

飼料用オオムギの場合、出穂期の穂部と茎葉部を合わせた全体の水分含量は 80%以上であるが、出穂期以降は地上部全体の水分含量は減少し、北関東(群馬県内の二毛作水田(標高約 250m))では、出穂期から約 20 日で乳熟期となり、約 30 日後には糊熟期となって水分含量も 70%以下まで低下する(図 3-3)。また、東海地域でも同様に、出穂後、約 30 日程度経過すると、全体の水分含量は 70%程度になる。さらに、出穂後 40 日目には水分含量は 60%未満まで低下する(図 3-5)。

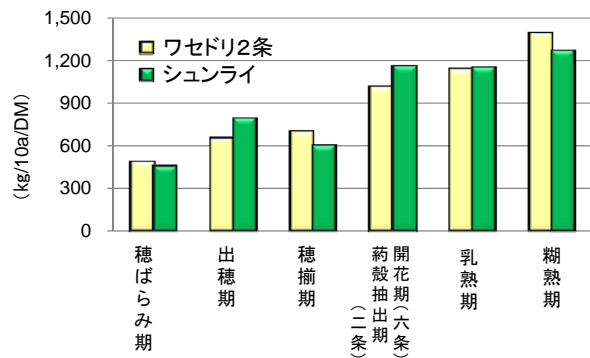
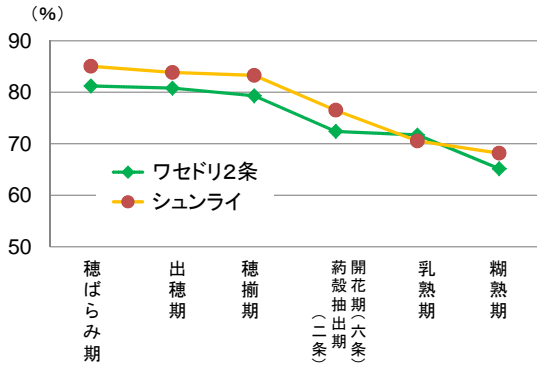


図 3-3 飼料用オオムギの水分含量推移(北関東)

図 3-4 飼料用オオムギの乾物収量(北関東)

注1)栽培概要: 播種 2010 年 11 月 9 日、基肥: 堆肥 2,000 kg/10a、化成 N-P-K 各 2.8 kg/10a
追肥: 堆肥 1000kg/10a

注2) 出穂期: 「ワセドリ2条」4/18、「シュンライ」4/25、乳熟期: 「ワセドリ2条」5/12、「シュンライ」5/19、
糊熟期: 「ワセドリ2条」5/16、「シュンライ」5/25

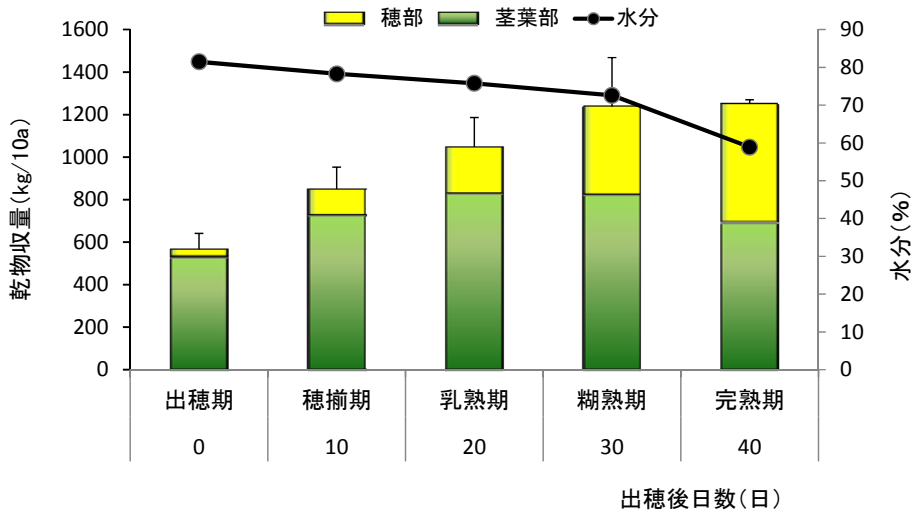


図 3-5 飼料用オオムギの出穂期以降の経時的な水分含量と乾物収量の変化(東海地域)

注) 立毛生草調査値、出穂後日数の 0 日は出穂期、40 日は完熟期

一方、出穂直後の乾物収量は約 600kg/10a であるが、登熟が進むにつれて増加し、糊熟期には約 1,200~1,400 kg/10a となる(図 3-4、図 3-5、図 3-6)。しかし、完熟期になると子実収量(坪刈り値)は

増加するものの(図 3-5)、茎葉部では枯凋が進み、子実は堅く脱粒しやすいために実収量は減少する(図 3-7)。



図 3-6 糊熟期の飼料用オオムギの穂部の様子
左:「シュンライ」、右:「ワセドリ 2 条」

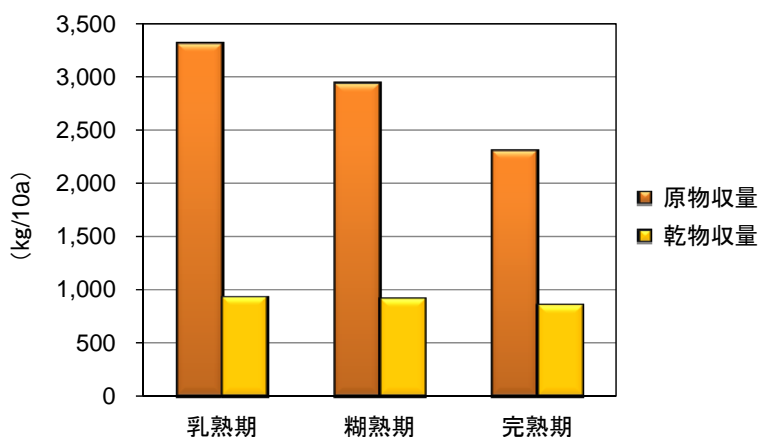


図 3-7 飼料用オオムギの熟期別のダイレクト収穫による原物および乾物の実収量

注) 品種「野毛なし大麦」(2009 群馬畜試)

② 栄養価

「シュンライ」の立毛生草における飼料成分の変化を表 3-2 に示した。開花期以降、子実の充実に伴いデンプンが蓄積されてくるため、細胞内容物 (OCC) は増加するが、粗タンパク質 (CP)、細胞壁物質 (総繊維、OCW) や高消化性繊維 (Oa) などは減少する。その結果、推定可消化養分総量 (TDN) は、乳熟期まで徐々に低下する傾向を示すが糊熟期には微増する。「ファイバースノウ」の立毛生草における飼料成分値を表 3-3 に示した。立毛生草の CP や Oa、推定 TDN 含量は出穂直後が最も高く、その後は僅かずつであるが低下する。

しかし、良好な発酵品質の条件と考えられる水分域 (約 70%、糊熟期) における各成分値は、飼料用イネ (生草) の黄熟期と比較しても、CP や繊維、推定 TDN 含量に差はなく、オオムギは飼料用イネと同等以上の栄養価を持つ飼料といえる。

表 3-2 立毛生草「シュンライ」の飼料成分値の変化(北関東:群馬畜試)

熟期	月日	出穂後 日数	水分含量 (%)	OM	CP	EE	DM(%)		Oa	Ob	TDN
							OCC	OCW			
出穂期	4月23日	0	82.3	92.3	11.4	2.4	37.9	54.4	17.3	37.0	68.2
穂揃期	4月26日	3	82.3	93.0	10.8	2.4	44.3	48.7	13.2	35.5	67.7
開花期	4月30日	7	82.9	92.1	12.0	2.7	36.4	55.7	13.3	42.4	63.8
乳熟期	5月14日	21	74.5	92.7	8.6	1.4	40.1	52.5	7.8	44.7	60.8
糊熟期	5月21日	28	66.1	94.0	6.6	1.5	43.8	50.2	5.8	44.4	61.3

栽培概要) 播種: 2009年11月5日. 基肥(10a): 堆肥2,000kg、化成N2.4-P2.8-K2.8kg、追肥: 化成N2.1kg(4月9日)

項目) OM: 有機物、CP: 粗タンパク質、EE: 粗脂肪、OCC: 細胞内容物、OCW: 細胞壁物質(総繊維)、Oa: 高消化性繊維、Ob: 低消化性繊維

TDN: 可消化養分総量 = $-5.45 + 0.89 \times (OCC + Oa) + 0.45 \times OCW$ (出口1997)により算出。

表 3-3 立毛生草「ファイバースノウ」の飼料成分値の変化(東海地域:三重畜研)

供試品種	出穂後 日数	熟期	水分含量 (%)	OM	CP	EE	DM(%)		Oa	Ob	TDN
							OCC	OCW			
ファイバースノウ	0	出穂期	81.5	93.6	16.0	1.9	39.9	53.7	17.6	36.0	64.1
	10	穂揃期	78.3	94.6	10.9	1.5	35.4	59.2	12.4	46.7	59.4
	20	乳熟期	75.8	94.9	9.6	1.7	37.4	57.5	10.3	46.7	59.3
	30	糊熟期	72.6	95.2	9.3	1.6	32.9	62.2	11.0	51.9	57.3
	40	完熟期	58.9	94.7	9.3	1.5	37.5	57.2	8.5	48.6	58.5
飼料用イネ		黄熟期	62.4	86.4	6.5	2.0	30.1	56.3	6.6	49.7	54.0

注) オオムギの概要は播種: 2009年11月中旬、基肥: (N-P-K: 10-10-10kg/10a)、出穂日: 2010年4月23日

OM: 有機物、CP: 粗タンパク質、EE: 粗脂肪、OCC: 細胞内容物、OCW: 細胞壁物質、Oa: 易分解性繊維、

Ob: 難分解性繊維、TDN: 可消化養分総量、

TDNは推定式 $TDN = 54.2 + 0.287 \times (OCC + Oa) - 0.183 \times Ob$ (津留崎 1990)により算出した。

飼料用イネは日本標準飼料成分表(2009年版)の生草イネの値を引用(TDNはサイレージの値)。

ダイレクト収穫により調製したオオムギホールクロップサイレージ(WCS)のβ-カロテンおよびα-トコフェノール含量は、収穫条件等により含量は変動することが知られているが、飼料用イネ WCS と比較するとオオムギ WCS はα-トコフェノール含量が低い傾向にある(表 3-4)。

表 3-4 オオムギ WCS のβ-カロテンおよびα-トコフェノール含量

収穫熟期	(乾物中mg/kg)	
	β-カロテン	α-トコフェノール
乳熟期	106.1 ± 30.4	70.8 ± 22.4
糊熟期	25.4 ± 4.3	31.4 ± 2.7

(参考) 日本標準飼料成分表 2009年版

イネ乳熟期	36 (7.3-92)	145 (20-385)
イネ黄熟期	32 (9.6-144)	154 (17-618)

注1) オオムギは「シュンライ」、「セツゲンモチ」(共に六条)を供試

注2) イネは予乾なしのサイレージの値

③ オオムギ WCS のロールベール概要

フレール型収穫機(初期型)で収穫調製したオオムギ WCS のロールベール質量と形状を表 3-5 に示した。ロールベール質量は、収穫時の水分含量の違いによって変動するため、糊熟期収穫では約 215

kg/個となり、乳熟期収穫の約 245 kg/個に対しておよそ1割軽くなる。一方、糊熟期に収穫したロールベールの見掛けの乾物梱包密度は、良質サイレージ調製の目安とされる 150 kg/m³ 程度にまで高まる。さらに、フレール型収穫機(初期型)の切断長を最も短く設定することで、糊熟期収穫でも 1 ロールベール当たりの質量は約 250 kg/個、見掛けの乾物梱包密度も約 180 kg/m³/個と非常に高くできる。

表 3-5 オオムギ WCS のロールベール重量と形状

調製年次	調製時期	ロール水分含量 (%)	高さ(cm)	直径(cm)	重量(kgFM)	乾物密度 (kg/m ³ /個)
2010	乳熟期	73.2	87.4±1.6	86.7±1.5	244.9A±20.4	127.1A±11.2
	糊熟期	64.4	87.0±1.0	86.5±2.3	214.8B±11.9	147.2B±7.5
2011	糊熟期 (切断長最短設定)	64.9	85.6±1.3	85.4±2.1	252.3±23.3	180.7±14.2

注1) 供試品種: 2010年は「シュンライ」と「セツゲンモチ」、2011年は「シュンライ」。

注2) 供試ロール数: 2010年は乳熟調製18個、糊熟調製16個、2011年は41個。

注3) 2010年調製において異符号間に有意差あり(P<0.01)

④ 発酵品質

乳熟期および糊熟期にフレール型収穫機(初期型)で収穫調製したオオムギ WCS の発酵品質を表 3-6 に示した。糊熟期収穫ではダイレクト収穫に適した水分域(水分 70%程度)となり、さらに梱包圧が高く良質発酵の条件が整うため、乳酸発酵によりV-scoreは3カ月間を通して良好な状態を維持することができる。ただし、子実と茎葉部を合わせた全体の水分含量が75%以上の乳熟期では、ロールベールの乾物梱包密度も低く、調製後1カ月以降は酪酸やプロピオン酸含量は高いまま推移し、V-scoreでの評価は60点以下の「不良」となる。

オオムギ等の飼料用麦類は収穫後に越夏する保管となる。表 3-7 に示したように6カ月間保管した場合には、2カ月間の保管よりも酪酸含量が増え、V2-scoreは低下するものの、発酵品質は良質の範囲内にある。このことから、オオムギを糊熟期に収穫すれば超夏した6カ月間の保管でも良好な発酵品質を保つことができる。しかし、長期保存にはラップフィルムの巻き数を8層以上にし、ロールベールグラフでの移動を最小限に留めることにも留意する。

表 3-6 オオムギ WCS 収穫時期別における発酵品質の推移

調製時期	貯蔵期間 (平均気温)	品種	水分含量 (%)	pH	有機酸(原物中%)				VBN/TN (%)	V-score
					乳酸	酢酸	酪酸	プロピオン酸		
乳熟期 (5/14)	1カ月 (17.6°C)	シュンライ	78.1	4.56	0.68	0.27	1.82	0.04	3.3	59
		セツゲンモチ	76.4	4.20	1.73	0.31	0.97	0.03	3.4	59
	2カ月 (23.6°C)	シュンライ	76.4	4.26	1.31	0.60	1.16	0.09	3.7	60
		セツゲンモチ	78.0	4.26	1.28	0.19	1.82	0.04	3.5	60
	3カ月 (26.9°C)	シュンライ	78.7	4.69	0.46	0.43	2.40	0.19	6.5	53
		セツゲンモチ	78.0	4.35	1.03	0.27	1.91	0.08	3.8	59
糊熟期 (5/25)	1カ月 (19.4°C)	シュンライ	69.1	3.85	1.67	0.53	0.06	0.01	2.7	92
		セツゲンモチ	67.0	3.76	1.57	0.48	0.03	0.01	2.1	96
	2カ月 (25.1°C)	シュンライ	70.0	3.82	1.64	0.55	0.18	0.01	3.0	83
		セツゲンモチ	68.9	3.84	1.65	0.64	0.10	0.01	3.4	89
	3カ月 (26.7°C)	シュンライ	70.7	3.87	1.54	0.53	0.18	0.01	3.3	84
		セツゲンモチ	69.1	3.83	1.82	0.58	0.16	0.01	3.4	85

注1) 収穫調製は2010年にYWH1400を用いて乳熟期および糊熟期に実施。添加剤なし、梱包は8層巻き。

注2) 収穫調製から1カ月時(6月)、2カ月時(7月)、3カ月(8月)にサンプル採取。各時期2ロールを採取。

注3) VBN/T-Nは全窒素に対する揮発性塩基態窒素の割合。

表 3-7 2ヶ月および6ヶ月間した保管したオオムギ WCS の保存性

項目	水分含量 (%)	pH	有機酸(原物中%)			VBN (mg/100g)	V2-score (点)
			乳酸	酢酸	酪酸		
2カ月保管	66.6±4.9	3.72±0.05	1.92±0.75	0.50±0.06	0.02±0.02	24.4±4.5	94.2±1.8
6カ月保管	65.7±4.2	3.73±0.04	1.84±0.42	0.53±0.10	0.16±0.24	25.1±4.2	80.5±16.8

注1) 収穫調製は2011年5月26日にYWH1400で糊熟期に実施。添加剤なし、梱包は8層巻き。

注2) 保管日数は2カ月が61日間(7月採取)、6カ月が179日間(11月採取)。

注3) 各項目7セット2条WCSおよびシュライWCS各6個、合計12個の平均値。

⑤ ダイレクト収穫体系における飼料用オオムギ収穫適期

飼料用オオムギのダイレクト収穫の適期は、収量性や栄養価、水分含量と発酵品質の関係から判断すると、穂部と茎葉部を合わせた全体の水分含量が70%程度になる時期である(糊熟期)。表3-8と図3-8には北関東から東海地域における各熟期の判断目安を示したが、子実部と茎部を合わせた全体の水分含量によって収穫時期を決定する。なお、糊熟期以降は気温が高くなり、登熟までに達する期間が早くなるため、収穫適期を確認してから1週間程度で収穫を終えることが望ましい。

表 3-8 オオムギにおける各熟期の判断基準(群馬畜試)

熟期	出穂後の目安	穀粒の状態	茎葉の状態
乳熟期	20日前後	穀粒に葉緑素が存在し、指先で簡単に潰せる。胚乳は乳状。	濃緑色を呈する。
糊熟前期	25日前後	胚乳が充実してくる。内・外穎とも穀実と密着は弱く、指先で潰せる。芒の先端は黄化。	下位の葉が黄化する。
糊熟後期	30日前後	胚乳が充実し弾力を持つ。内・外穎とも穀実と密着、指先で潰しにくい。芒は折れやすくなる。	茎葉の下半分が黄化する。
黄熟期	35日前後	穀粒から葉緑素が消失し、硬度を増す。	全体が黄化し始める。
完熟期	40日前後	穀粒は乾燥し硬化するため、容易に潰せない。	全体が黄化する。

注) 群馬県前橋市内で「シュライ」を栽培した時の指標である。気候条件等で変動する場合がある。



図 3-8 飼料用オオムギの出穂後の経時的な草姿と穂部の様子(「ファイバースノウ」、三重畜研)

(3) 飼料用コムギの収穫適期

① 生育と水分含量および収量性

飼料用コムギ(「ニシノカオリ」)も飼料用オオムギと同様に登熟が進むにつれて水分含量は低下し、乾物収量に占める穂部割合が増加する。乾物収量は出穂期に比べて糊熟期(東海地域では出穂後30日目)では4割以上増加する。さらに、黄熟期には子実が充実して、穂部割合も45%程度まで高まるが、穂部と茎部を合わせた全体の乾物収量は糊熟期とほぼ同等となる(図3-9)。

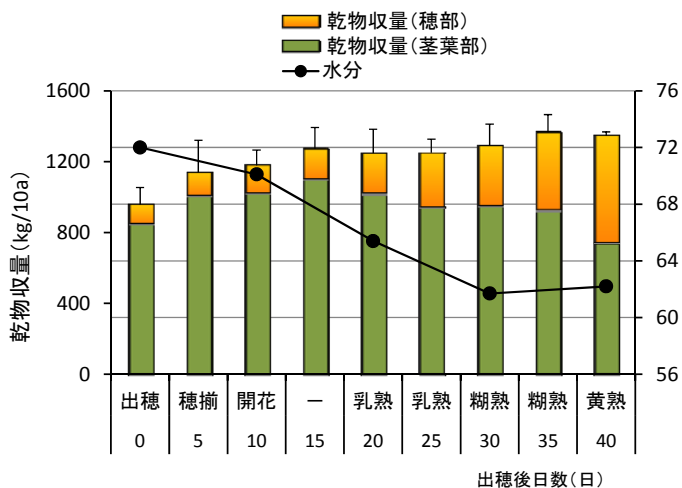


図 3-9 コムギ「ニシノカオリ」の出穂期以降の水分と乾物収量の推移(三重畜研:2009年)

② 栄養価

コムギの飼料成分値(表3-9)は、出穂直後から黄熟期(出穂後40日)にかけて、推定TDN含量は60%以上であり、飼料用イネの収穫適期である黄熟期(約55%)よりも高い。しかし、黄熟期(東海地域では出穂後40日)になると細胞壁物質(OCW)が増え、低消化性繊維(Ob)含量が大きく増加するため推定TDN含量は糊熟期(出穂後30日)以前よりも低下する。

表 3-9 収穫時期の異なるコムギの飼料成分値(三重畜研:2009年)

品種	出穂後日数	熟期	水分 (%)	DM (%)							TDN
				OM	CP	EE	OCC	OCW	Oa	Ob	
ニシノカオリ	0	出穂期	72.0	95.8	7.0	1.3	40.9	54.9	13.4	41.2	67.5
	10	開花期	70.1	96.3	5.2	1.1	44.4	51.9	8.6	43.2	65.0
	20	乳熟期	65.4	96.4	5.0	0.8	48.7	47.6	7.2	40.4	65.7
	30	糊熟期	61.7	96.8	4.2	1.0	50.4	46.4	6.3	40.5	65.9
	40	黄熟期	62.2	97.2	4.3	1.3	43.0	54.2	7.1	47.1	63.5
飼料用イネ		黄熟期	62.4	86.4	6.5	2.0	30.1	56.3	6.6	49.7	54.0

栽培概要) 播種日:2009年11月12日、基肥(N-P-K:各10kg/10a) 出穂期:2010年4月9日

項目)OM:有機物、CP:粗タンパク質、EE:粗脂肪、OCC:細胞内容物、OCW:細胞壁物質、Oa:高消化性繊維、Ob:低消化性繊維

TDN:可消化養分総量=-5.45+0.89×(OCC+Oa)+0.45×OCW(出口1997)により算出。

飼料用イネは日本標準飼料成分表(2009年版)の生草イネの値を引用(TDNはサイレージの値)。

表 3-10 収穫時期別コムギのロールベール概要

出穂後日数	収穫時熟期	ロール質量 (kgFM)	梱包密度 (DM・kg/m ³)	貯蔵期間中損失重量 (kgFM)
20日	乳熟期	374.2	137.2	8.5
30日	糊熟期	363.5	150.8	7.0
40日	黄熟期	369.7	167.2	6.0

注) 品種は「ニシノカオリ」、収穫機はコンバイン型(細断型)

出穂期は2011年4月15日

③ コムギ WCS のロールベール概要

コンバイン型収穫機(細断型)を利用して、出穂から20日、30日、40日にダイレクト収穫によりWCS調製した結果、収穫時期が遅いほど水分含量が低下して、乾物梱包密度

は上昇する。出穂 30 日(糊熟期)以降では、見掛けの乾物梱包密度が 150 kg/m³/個以上と良質発酵を確保するための高密度梱包が可能となる。また、収穫時期が早いほど水分含量が高く排汁も多いことから、貯蔵期間中の損失重量も大きくなる傾向がある(表 3-10)。

④ 発酵品質

東海地域のコムギは、出穂後 20 日目には穂部と茎葉部を合わせた全体の水分含量が 70%程度まで低下する。その後も登熟につれて水分含量は低下し、コンバイン型収穫機(細断型)で収穫調製したコムギ WCS の発酵品質(2 カ月保管)は、出穂後の経過日数とともに良質となる(表 3-11)。

表 3-11 コムギ WCS 収穫時期の発酵品質(三重畜研)

出穂後日数(熟期)	pH	水分 (%)	乳酸	酢酸	プロピオン酸 FM(%)	酪酸	VCN/TN (%)	V-score
20日(乳熟期)	4.7a	69.6	0.45	0.09	0.01	0.21	7.4	78a
30日(糊熟期)	4.8a	64.1	0.44	0.10	0.01	0.12	7.6	85b
40日(黄熟期)	4.3b	61.7	0.59	0.38	0.02	0.04	4.8	95c

注)異符号間に有意差あり(P<0.05)

⑤ 飼料用のためのダイレクト収穫体系におけるコムギ収穫適期

コムギを飼料用として利用する場合、出穂後の経過日数とともに収量は増加するが、東海地域では出穂後 40 日以降(黄熟期)になると推定 TDN 含量は低下する。また、発酵品質では茎葉部を合わせた全体の水分含量が 70%程度まで下がると良好な発酵となる。これらのことから、コムギを飼料用としてダイレクト収穫体系によってサイレージ調製する場合、気象要因によって多少の変動は生じるものの、出穂期から 30 日目前後(図 3-10)の水分含量が 70%程度を目標に収穫調製する。これにより、乾物収量が確保でき、良好な発酵品質のサイレージが調製できる。



図 3-10 コムギの出穂後日数と穂部の変化の様子
(「ニシノカオリ」、三重畜研 2010 年)

4 ダイレクト収穫による飼料用麦類の栄養価と乳牛への給与技術

飼料用オオムギは、サイレージ調製に適した水分含量となる糊熟期に収穫調製することが望ましい。また、適期に調製したオオムギ WCS を主な粗飼料源とした発酵 TMR の嗜好性は良好で、乳生産や飼養成績に影響を与えることなくチモシー乾草の代替給与が可能である。

飼料用コムギは熟期が進むにつれ茎葉部の消化性が大きく低下するため、刈り遅れないように留意する。適期に調製したコムギ WCS の採食性は良好で、乳生産や飼養成績に影響を与えることなくチモシー乾草の代替給与が可能である。

(1) 飼料用オオムギの乳牛への給与技術

① 飼料用オオムギの栄養価と飼料特性

ア 収穫時期によるオオムギ立毛状態の飼料成分

表 4-1 に収穫時期によるオオムギ立毛状態の飼料成分値を示す。飼料用オオムギは、熟期が進むにつれ水分含量が低下し、糊熟期がサイレージ調製に適した水分含量となる。飼料成分や栄養価を飼料用イネと比較しても、この時期のオオムギは遜色がない。なお、乳熟期以降は、穀実部に起因する非繊維性炭水化物 (NFC) 含量の増加により粗タンパク質 (CP) および粗脂肪 (EE) 含量が相対的に低下する。また、熟期が進むにつれ難分解性繊維 (Ob) 含量が増加し、繊維の消化性が低下するため刈遅れないよう留意する必要がある。

表 4-1 収穫時期によるオオムギ立毛状態の飼料化学成分

収穫期	出穂後 日数(日)	水分含量 (%)	(乾物中%)									
			OM	CP	EE	NDFom	NFC	OCC	OCW	Oa	Ob	TDN
出穂期	0	82.3	92.3	11.4	2.4	51.3	27.2	37.9	54.4	17.3	37.0	68.2
開花期	7	82.9	92.1	12.0	2.7	56.9	20.5	36.4	55.7	13.3	42.4	63.8
乳熟期	21	74.5	92.7	8.6	1.4	51.8	30.8	40.1	52.5	7.8	44.7	60.8
糊熟期	28	66.1	94.0	6.6	1.5	47.6	38.4	43.8	50.2	5.8	44.4	61.3
(参考)イネ生草 (飼料用品種・黄熟期)		62.4	86.4	6.5	2.0	48.3	29.6	30.1	56.3	6.6	49.7	54.0

オオムギの概要 品種:シュンライ 収穫地:北関東

OM: 有機物、CP: 粗タンパク質、EE: 粗脂肪、NDFom: 中性デタージェント繊維、NFC: 非繊維性炭水化物、OCC: 細胞内容物

OCW: 細胞壁物質、Oa: 易分解性繊維、Ob: 難分解性繊維、TDN: 可消化養分総量

TDN は推定式 $TDN = -5.45 + 0.89 \times (OCC + Oa) + 0.45 \times OCW$ (出口 1997) により算出した。

参考は日本標準飼料成分表(2009 版)より生草のイネ(飼料用品種・黄熟期)の値を引用。ただし、TDN はサイレージの値を引用。

イ オオムギ WCS の化学成分

オオムギWCSは、消化され易いNFCであるデンプン等が豊富な穂部とセルロースやリグニンなどの構造型炭水化物が豊富な茎葉部を併せ持つWCSであり、イネ科乾草とは異なる化学成分、消化性を持つことを念頭に置く必要がある。

糊熟期に収穫調製したオオムギWCSと輸入チモシー乾草の化学成分割合の比較を図4-1に示す。粗タンパク質の割合に差は無いが、穂部を含むためオオムギWCSでは、NFCが増加し中性デタージェ

ント繊維(NDFom)が減少する。このように、WCS用オオムギは開花期以降、登熟が進むにともない飼料成分の組成が大きく変化するため、WCSの品質も考慮し糊熟期に収穫調製することが望ましい。

ウ オオムギ WCS(糊熟期)の物理性

粗飼料の物理性を示す指標として、粗飼料価指数(Roughage value index:RVI)がある。これは、対象とする飼料の乾物摂取量1kg当たりの咀嚼時間(採食時間と反芻時間の合計)を示したものである。このRVIは、第一胃内の発酵の安定性に関連が深い。それは第一胃内で産生される有機酸に対して緩衝能をもつ唾液の分泌量が、咀嚼時間に影響を受けるためであり、乳脂率を3.5%に維持するためには、RVIが31分/乾物1kg必要と試算されている。表4-2に各飼料のRVIを示す。糊熟期に調製したオオムギWCSのRVIは72分/乾物1kgであり、イネ科乾牧草と同程度と考えられる。

②オオムギWCSを用いた給与と飼養成績

ア オオムギ WCS(糊熟期)を用いた発酵

TMRの飼養成績

六条オオムギ「シュンライ」を糊熟期にフレール型収穫機(初期型)で収穫調製したWCS(水分含量72.0%)を主な粗飼料源として乾物で30%程度混合したTMR(オオムギWCS全量区)、オオムギWCSと輸入チモシー乾草を15%程度ずつ混合したTMR(オオムギWCS半量区)および輸入チモシー乾草をオオムギWCSと同じ割合で混合したTMR(チモシー給与区)をそれぞれ発酵TMRに調製して泌乳中後期牛に給与し、乳生産等に及ぼす影響を比較した(図4-2)。オオムギWCSを混合したTMRの給与は、チモシー乾草を混合したTMR給与の場合と遜色なく30kg/日の乳生産が得られ、飼料摂取量も同等であることから、糊熟期(出穂後30日前後)に収穫調製したオオムギWCSは、輸入チモシー乾草の代替として泌乳中後期牛に対して、TMR中乾物割合で30%混合して給与することが可能である。

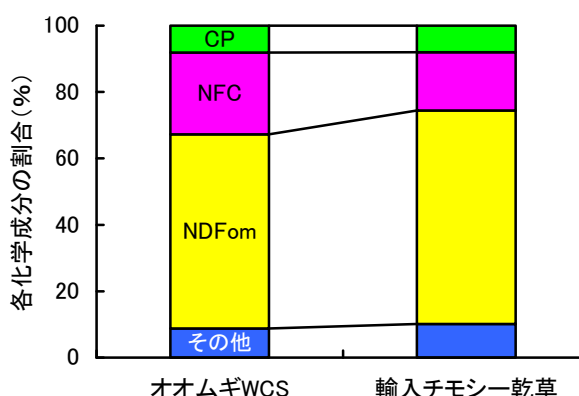


図 4-1 オオムギ WCS とチモシー乾草の化学組成

※ NFC: 非繊維性炭水化物、NDFom: 中性デタージェント繊維、その他: 粗脂肪・灰分

表 4-2 各飼料の粗飼料価指数(RVI)

飼料名	粗飼料価指数 (分/乾物 1kg)
オオムギ WCS ¹⁾	72
チモシー乾草(輸入) ²⁾	79
スーダングラス乾草(輸入) ²⁾	77
アルファルファ乾草(輸入) ²⁾	44
イネ WCS ²⁾	82
トウモロコシサイレージ ²⁾	66

1) 糊熟期(出穂後28日)に北関東で収穫調製

2) 日本飼養標準・乳牛(2006)

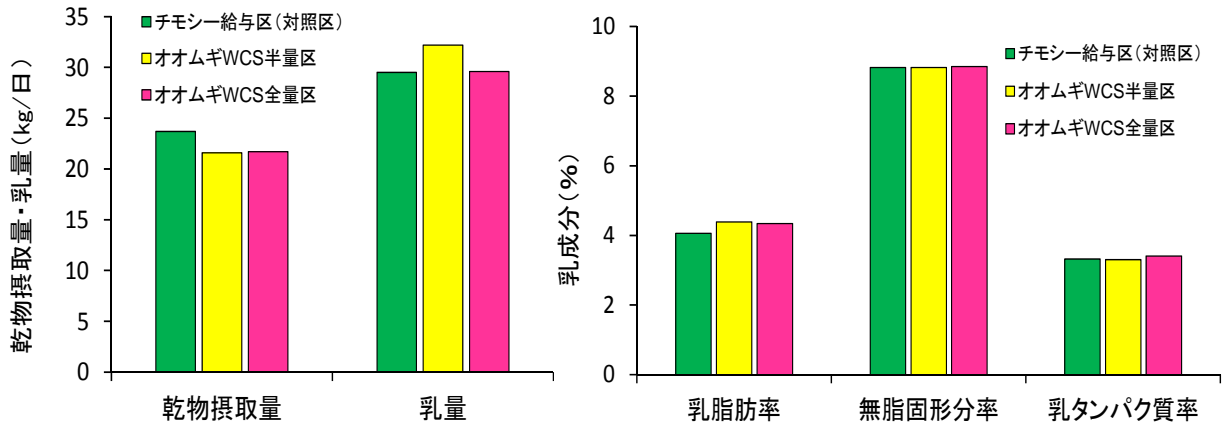


図 4-2 オオムギ WCS を用いた発酵 TMR の飼養成績

(2) 飼料用コムギの乳牛への給与技術

① 飼料用コムギの栄養価と飼料特性

表 4-3 に収穫時期による立毛状態のコムギの部位別飼料成分値を示す。コムギの水分含量は、熟期が進んでも茎葉部では大きく変化しないが、穂部で大きく低下することから、登熟による穂部の乾物割合の増加と水分含量の低下がコムギの地上部全体の水分含量に影響する。また、繊維 (NDFom、OCW) 含量は、熟期が進むにつれ茎葉部で大きく増加するが、これは難分解性繊維 (Ob) の増加に起因しており、特に出穂後 30 日を超えるとその傾向は顕著になる。一方、登熟により穂部の易利用性炭水化物 (NFC) 含量が増加するため、飼料用コムギの TDN 含量は、収穫時期による大きな違いはないが、出穂後 28 日目が最も高く、この時期の飼料成分、消化性や栄養価をイネと比較しても、同等以上と考えられる。

表 4-3 収穫時期の異なるコムギの部位別飼料成分値

部位	収穫日	出穂後 日数(日)	水分含量 (%)	各部割合 (乾物%)	OM	CP	EE	NDFom	NFC	OCC	OCW	Oa	Ob	TDN
					(乾物中%)									
穂部	5月12日	23	66.0	28.8	96.9	2.7	1.2	38.2	54.8	54.8	42.1	5.7	36.4	—
	5月17日	28	58.6	38.4	97.0	2.0	1.3	32.1	61.6	61.6	35.4	5.0	30.4	—
	5月22日	33	48.3	48.6	97.0	1.6	2.0	28.9	64.4	65.9	31.1	4.1	27.0	—
	5月28日	39	39.1	56.4	96.8	1.5	1.8	28.8	64.7	64.1	32.7	6.6	26.1	—
茎葉部	5月12日	23	65.5	71.2	96.7	8.5	1.7	52.6	33.9	45.9	54.4	7.1	47.3	—
	5月17日	28	66.3	61.6	96.7	8.3	1.9	54.2	32.2	48.7	56.0	7.5	48.5	—
	5月22日	33	64.7	51.4	97.1	7.5	2.1	66.2	21.4	46.5	69.4	8.6	60.8	—
	5月28日	39	67.5	43.6	97.3	7.9	1.8	75.1	12.5	44.4	78.4	8.9	69.5	—
全体	5月12日	23	65.5	100	96.7	6.8	1.5	48.4	39.9	45.9	50.9	6.7	44.1	61.2
	5月17日	28	63.7	100	96.8	5.9	1.7	45.7	43.5	48.7	48.1	6.5	41.5	62.4
	5月22日	33	58.2	100	97.1	4.6	2.1	47.9	42.5	46.5	50.6	6.4	44.2	61.3
	5月28日	39	55.9	100	97.0	4.3	1.8	48.9	42.0	44.4	52.6	7.6	45.0	60.9
(参考)イネ(飼料用品種・黄熟期)生草			62.4	—	86.4	6.5	2.0	48.3	29.6	30.1	56.3	6.6	49.7	54.0

コムギの概要 品種: 農林61号、播種: 2007年11月20日、元肥: (14-14-14)40kg/10a、追肥: (硫安)20kg/10a、出穂日: 4月18日

OM: 有機物、CP: 粗タンパク質、EE: 粗脂肪、NDFom: 中性デタージェント繊維、NFC: 非繊維性炭水化物、OCC: 細胞内容物、

OCW: 細胞壁物質、Oa: 易分解性繊維、Ob: 難分解性繊維、TDN: 可消化養分総量

TDNは推定式 $TDN=54.2+0.287 \times (OCC+Oa)-0.183 \times Ob$ (津留崎1989)により算出した

(参考)は日本標準飼料成分表(2009版)より生草のイネ(飼料用品種・黄熟期)の値を引用。ただしTDNについてはサイレージの値を引用

茎葉部の消化性低下は乾物摂取量に影響を及ぼすことから、実際にルーメン内での分解特性を把握することは重要である。そこで、収穫時期によるコムギ茎葉部のルーメン内における乾物分解特性を表 4-4 に示す。

表 4-4 収穫時期の異なるコムギ茎葉部のルーメン内乾物分解特性

収穫日	出穂後 日数(日)	乾物消失率(%)		易分解性画分 (%)	難分解性画分 (%)	分解速度定数 (/hr)	ルーメン内 ¹⁾ 有効分解率(%)
		24hr	72hr				
5月12日	23	64.5	74.2	43.5	35.0	0.031	64.9
5月17日	28	63.1	72.6	43.6	34.0	0.028	63.4
5月22日	33	52.2	65.5	26.0	45.2	0.030	53.2
5月28日	39	41.6	56.9	17.0	47.5	0.027	44.1

1) 有効分解率は $a+b*c/(c+0.02)$ の式より計算した(維持レベル)。a: 易分解性画分、b: 難分解性画分、c: 分解速度定数
コムギの品種、栽培概要等は表 4-3 と同じである

飼料用コムギの茎葉部乾物のルーメン内有効分解率は、熟期が進むにつれて大きく低下し、特に易分解性画分の減少が著しい。この結果は表 4-3 の成分値を反映しており、成分値同様に東海地域では出穂後 30 日を超えるとその傾向は顕著になる。収穫が遅れると、コムギの消化性や栄養価を低下させる懸念があることに加え、飼料用稲麦二毛作に対応する観点からコムギ後作の飼料用イネの栽培にも影響を及ぼす可能性も考慮し、サイレージの品質(3-(3)の項参照)を考慮した上で、出穂後 30 日目(東海地域)までの収穫を目標とすることが望ましい。

②コムギWCSを用いた給与と飼養成績

コムギ「あやひかり」を出穂後 27 日目にコンバイン型専用収穫機(細断型)で収穫調製したコムギ WCS(水分含量:約 70%)を主な粗飼料源として乾物で約 30%混合した TMR と輸入チモシー乾草をコムギ WCS と同じ割合で混合した TMR を発酵 TMR に調製して泌乳牛に給与し、乳生産等に及ぼす影響を比較した。コムギ WCS を混合した TMR の給与により、チモシー乾草を混合した TMR 給与の場合と同等の飼料摂取量や乳生産が得られ、コムギ WCS は輸入チモシー乾草の代替として泌乳牛に利用可能であることが示された(図 4-3)。

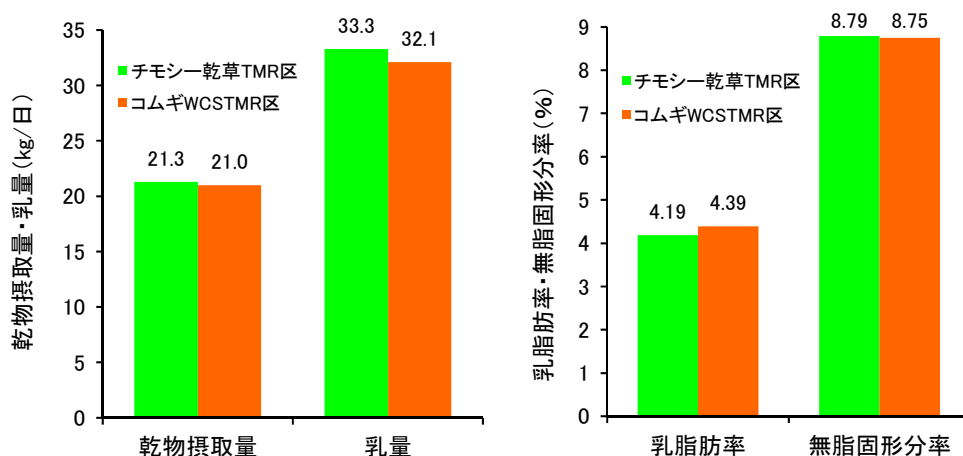


図 4-3 コムギ WCS 主体発酵 TMR の飼養成績

5 その他の飼料用麦類と稲麦二毛作に活用できる省力的栽培技術

(1)ライムギの品種と飼料用稲麦二毛作体系における作型

①北関東における有望なライムギ品種

ア 春一番

北関東において、極早生品種の「春一番」は耐寒性に優れ、細茎で乾燥しやすく、予乾体系による収穫に適する。

イ ハルミドリ

北関東において、極早生品種の「ハルミドリ」は耐寒・耐雪性に優れ、収量が安定して高い。

②有望品種を用いた作期設定

ライムギは飼料用麦類の中でも耐寒性や耐雪性が強く、低温での発芽性と伸長性に優れ、播種適期は他の飼料用麦類に比べて最も遅く、しかも出穂が早い特性があり、飼料用稲麦二毛作体系に導入する場合、飼料用イネとの春秋の作業競合が生じにくい。極早生品種の「春一番」、「ハルミドリ」では、11月上旬に播種すると3月下旬には茎立して4月下旬には出穂する(表5-1)。また、ライムギは出穂後に急速に硬くなり嗜好性が低下し、出穂以降は折損や倒伏による収量低下も懸念される。そのため、ライムギの嗜好性や栄養価から、収穫適期は出穂期である。ただし、他の飼料用麦類と同様に出穂期では水分含量が80%程度あり、ダイレクト収穫によるサイレージ調製では良好な発酵品質が得られない。そのため、ライムギをサイレージ調製する場合には、予乾処理を行って水分含量を70%程度まで低下させてから調製することが必要である(表5-2)。

表5-1 北関東(栃木県那須町)における飼料用稲麦の年間最大収量を確保する作型
(ライムギの予乾体系)

草種	品種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	調査地
イネ	夢あおば						○		△		×			栃木県 那須町
ライムギ	春一番				×							○		
	ハルミドリ				×							○		
月別平均気温(°C)		-3.4	-2.9	1.3	7.1	12.3	16.8	20.8	20.9	17.9	11.5	7.7	-0.5	

注)○:播種または移植日、△:出穂期、×:収穫期

表5-2 ライムギの出穂期における収穫体系と栄養価および発酵品質

品 種	収穫体系	水分含量 (%)	栄養価(%)		V-score (点)
			CP	TDN	
春一番	ダイレクト体系	79.8	10.7	58	65
	予乾体系	69.3	10.4	60.4	92
	予乾体系	59.2	10.1	61.5	95
ハルミドリ	ダイレクト体系	79.6	11.4	57.3	62
	予乾体系	69.9	11.3	60.5	88
	予乾体系	60.5	10.7	62.1	93

注)TDNは $-5.45+0.89 \times (OCC+Oa)+0.45 \times OCW$ (出口1997)より推定

(2) 飼料用稲麦二毛作体系に利用できる広畝成形直播技術

① 広畝成形播種法の特徴

広畝成形播種方式とはアップカッターロータリの片側(チェーンケース側)爪配列の変更によって安定的な溝を作り、往復の作業工程で広畝ベッドを成形しながら播種を行う方式である。全ての溝を連結させることが可能なため排水や通水が良好となり、補助暗渠との組合せによる地下水位管理などの作物安定生産のための土壌水分のコントロールができる。このことから、飼料用イネおよび飼料用麦類の直播栽培に利用できると考えられる。また、耕起した作土上層の碎土率が高いことから、鎮圧作業なしでも種子と土壌の馴染み(密着度)が良く、発芽率が高まって苗立ちが早まる。なお、アップカッターロータリのチェーンケース側の爪配列の変更は、1列目に内爪を2本加え、2列目・3列目の外爪計4本を内爪に交換するだけの簡易な改良である(図5-1、5-2)。

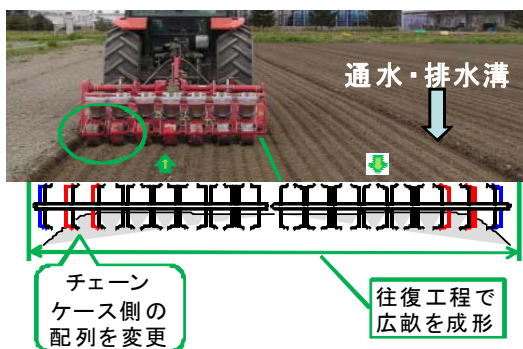


図5-1 播種機の装着状況と爪配列の改良
注) 図の配列図はフランジタイプ

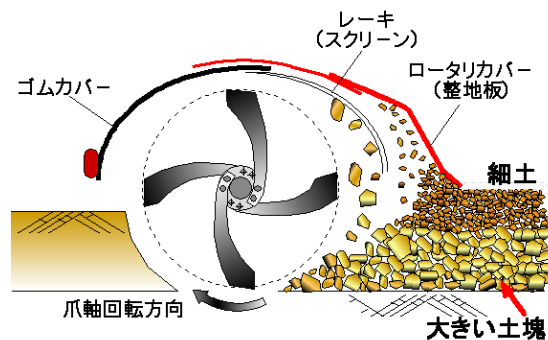


図5-2 アップカッターロータリ耕耘のイメージ

② 広畝成形播種方式による飼料用イネおよび飼料用オオムギ栽培技術の留意点

ア 飼料用イネ栽培の除草体系

乾田直播では雑草対策が重要なポイントとなる。標準的な除草体系としては乾田時(全面湛水の2～3日前頃、ノヒエ5葉期前に限る)に選択性の茎葉処理型除草剤であるシハロホップブチル・ベンタゾン液剤等を散布する。さらに、2～3日経過後に全面湛水し、減水深が落ち着いた後に土壌処理型除草剤を散布する。処理後も雑草が残草した場合には、再度落水して茎葉処理型除草剤を用いて雑草を防除する。その場合、適用雑草や使用時期が剤によって異なることに留意して除草剤を選択する。なお、飼料用イネの出芽前に雑草の発生が多い場合には、必要に応じて直播水稻の出芽前使用に農薬登録がある非選択性茎葉処理型除草剤(グリホサートイソプロピルアミン塩液剤またはグリホサートカリウム塩液剤)を散布する。

イ 飼料用オオムギの栽培上の留意点

飼料用麦類には除草剤や病虫害防除剤等の農薬が使用できないことから、雑草が繁茂する圃場での栽培は避ける。また、赤かび病の罹病回避のためには早刈りする必要があるが、収穫時期は穂部と茎葉部を合わせた全体の水分含量が70%程度を目安にする。

6 飼料用稲麦二毛作の取組事例

(1) 北関東二毛作地域における取組事例

－ 荒砥北部粗飼料生産機械化組合(群馬県前橋市)－

① 地域の概要

前橋市は、関東平野の北西端で赤城山南麓に位置し、平野の開ける南東側に向かって緩やかな傾斜となっている。年平均気温は 14～15℃であるが、夏季は高温と激しい雷雨、冬季は「上州のからっ風」と呼ばれる強風があり、年間の寒暖差が大きい内陸性気候の強い地域である。



図 6-1 赤城山を望む前橋市の水田地帯

農業生産は、野菜や畜産など多彩に展開され、特に畜産は戸数、飼養頭数ともに県内で最も多い地域である。また水田では、米麦二毛作が多く行われており、近年は飼料用イネの作付けも拡大している。2012 年の作付面積は 181.8ha で、県内の 45%以上を占めており、このうち 133.5ha の収穫作業を市内5つのコントラクター組織が請け負っている。

② 組織の概要

荒砥北部粗飼料生産機械化組合(組合長 山田高則氏)は、2008 年 11 月に県内初の地域型コントラクターとして設立した任意組織(耕種農家2戸と酪農家1戸)である。飼料用イネ、飼料用オオムギの栽培およびフレール型収穫機(初期型)での収穫調製作業とホールクroppサイレージ(以下 WCS)ロールバールの運搬を請け負っている(図 6-3)。受託面積は年々増加し、2012 年には飼料用イネ 45ha、飼料用麦類 12ha まで拡大した。



図 6-2 飼料用オオムギの収穫

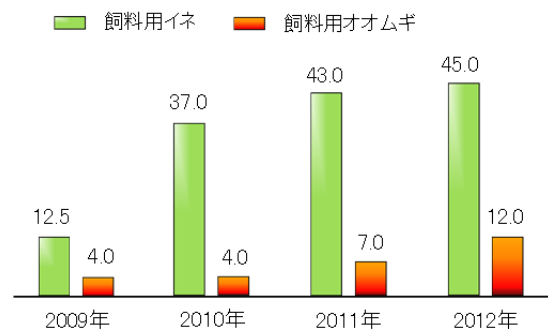


図 6-3 収穫調製受託面積の推移(ha)

③ 飼料用稲麦二毛作導入の経緯

地域では、従来から米麦二毛作体系が多かったため、設立当初から水田飼料作についても二毛作体系を模索していた。そこで、専用収穫機の有効利用や未利用水田の活用を踏まえ、飼料用オオムギ

の導入を検討した。その結果、飼料用オオムギは食用麦類よりも収穫時期が早いため、水稻の作業競合の回避を図ることができ、飼料用イネ専用収穫機の利用も可能であったため、耕畜連携での飼料用イネとオオムギ二毛作体系を取り入れることとなった。

④飼料用稲麦二毛作の栽培・管理と収穫調製

ア 各草種の導入品種

二毛作のため、稲麦ともに早生品種を組み合わせている。飼料用イネは「夢あおば」を、飼料用オオムギは二条オオムギ「ハヤドリ2」および六条オオムギ「セツゲンモチ」を栽培している(表 6-1)。また排水不良の水田では、二条オオムギよりも比較的耐湿性の高い六条オオムギを選択している。

表 6-1 栽培品種と作期

草種	品種	移植、播種	収穫調製
飼料用イネ	夢あおば(早生)	6月上～下旬	8月下旬～10月中旬
飼料用オオムギ	ハヤドリ2(二条) セツゲンモチ(六条)	11月下旬	5月中～下旬

イ 作業競合の回避

飼料用イネは移植時期をずらし、飼料用オオムギは品種の使い分けによる作期調整を行っている。二条オオムギは六条オオムギよりも登熟が約 1 週間早く、5 月中旬には収穫適期を迎える。その後、六条オオムギも 5 月中～下旬に収穫適期となり、その結果、5 月中にすべての収穫を終えて飼料用イネの移植へと移るため、作業の競合を可能な限り避けている(表 6-1)。

ウ 低コスト生産への取組

飼料用イネ、オオムギ栽培では、化成肥料を使用せず、それぞれ堆肥 2.0t/10a のみで毎年栽培し、イネ WCS は 2,400 kg/10a、オオムギ WCS は 2,800 kg/10a の原物実収量をあげている(表 6-2)。飼料用オオムギは、播種時期が遅れると収量の低下や雑草が多発してしまうため、11 月下旬までの播種が不可欠と感じている。またロールの梱包は、早めに給与するものは 6 層巻き、長期保管のものは 8 層巻きで梱包し、ラップフィルムの節約を行っている。

表 6-2 イネ WCS およびオオムギ WCS の実収量実績(2011 年産)

草種	品種	ロール重量 ¹⁾ (kgFM/個)	ロール数 (個/10a)	原物実収量 ²⁾ (kg/10a)	水分含量 (%)	乾物実収量 ²⁾ (kg/10a)
イネWCS	夢あおば	200	12.0	2,400	66.3	809
オオムギWCS	ハヤドリ2	240	11.7	2,808	73.2	753

注1)各10個の平均値である

注2)収量はロール重量と個数から算出

エ 良質サイレージのための収穫時のポイント

飼料用イネでは、畜産農家の要望により収穫が乳熟期(酪農)から黄熟期(繁殖・肥育)までと幅広いため、強めの中干しと早めの落水(8月上旬～)を行い地盤の強化を図っている。一方、飼料用オオムギは、土砂の飛散を防ぐため麦踏みを実施している。収穫は、糊熟期までに行い刈り遅れにならないよう留意している。

成形されたロールペールは、土砂等の付着が無いように注意を払い、シートを敷いた場所で排出している。またすべてのロールペールに乳酸菌等を添加して、WCSの廃棄ロス低減を図ると共に、保存性の向上と品質保持に努めている。

オ オオムギ WCS の発酵品質

2012年産のオオムギ WCS の品質を表 6-3 に示した。収穫調製は「ハヤドリ2」が5月19日、「セツゲンモチ」が5月25日である。両品種とも乳酸主体の発酵により、pHは十分に低下し良質なサイレージである。

表 6-3 オオムギ WCS 発酵品質(調製後4カ月時、各1ロールを調査)

品種	水分含量 (%)	pH	有機酸含量(原物中%)				VBN/TN ¹⁾ (%)	V-score (点)
			乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸		
ハヤドリ2	71.1	3.69	3.19	0.70	0.00	0.01	3.3	95
セツゲンモチ	72.3	3.69	3.81	0.60	0.00	0.01	3.2	96

注1) VBN/T-N: 全窒素に対する揮発性塩基態窒素の割合

カ ロールのトレーサビリティシステム

イネ WCS、オオムギ WCS とともに、1圃場を1ロットとして各ロールに収穫日、生産地(圃場地番)、品種、収穫熟期、添加剤の種類等を記載した情報管理シール(図 6-4)を添付し、栽培履歴を確認できるシステムを構築している。シールは、今まですべて手書きで行っていたが、国産飼料プロで開発中の生産履歴管理システムのラベルプリンター等を利用したことで、作業の負担が激減し、軽労化に繋がることを実感している。



図 6-4 情報管理シール

⑤オオムギWCSを利用している畜種と利用農家の評価

現在、オオムギ WCS は S 牧場(酪農)1戸にすべてが納品されている。S 牧場では、2009年からオオムギ WCS を泌乳牛、乾乳牛および分娩前の育成牛に給与している。オオムギ WCS の給与は初めてであったため、給与量を検討した結果、泌乳牛には TMR(混合飼料)方式で給与し、1頭あたりの給与量は、配合飼料やコーンサイレージ、少量の購入乾草等に加え、イネ WCS を 4 kg とオオムギ WCS を 3 kg とする組み合わせとなった。

また S 牧場では、オオムギ WCS がイネ WCS と比べ非常に使いやすいと評価する。その理由として、イネ WCS と比較し、オオムギの子実が消化しやすいこと、粗タンパク質含量は高く、粗灰分は低いこと、また家畜が利用出来る繊維分も多く含まれており(表 6-3)、飼料設計を組み立てやすい点であるという。またオオムギ WCS を給与するなかで、チモシー乾草と単純に置き換えた給与ができると判断できたことから、自給粗飼料としての評価は高くイネ WCS と共に通年給与を理想と考え、今後さらにロール個数を増やしたいと希望している。

表 6-4 オオムギ WCS(2012 年産)およびイネ WCS(2010 年産)の飼料成分値

		(DM%)						
草種	品種	moisture	CP	EE	CA	ADFom	NDFom ¹⁾	NFC
オオムギ WCS	ハヤドリ2	71.1	7.1	3.4	8.9	36.2	55.9	24.7
	セツゲンモチ	72.3	8.6	3.9	9.6	28.7	49.0	28.9
イネWCS	夢あおば	69.8	6.5	2.1	13.6	28.2	41.3	36.5
チモシー	チモシー輸入乾草 ²⁾	11.1	8.1	2.3	7.1	38.8	66.8	15.7

項目)moisture:水分含量(原物),CP:粗タンパク質,EE:粗脂肪,CA:粗灰分,ADFom:酸性デタージェント繊維,

NDFom:中性デタージェント繊維,NFC:非繊維性炭水化物=100-(CP+EE+CA+aNDFom)

注1)オオムギWCSはaNDFom(亜硫酸ナトリウム使用)の値。

注2)日本標準飼料成分表(2009年版)より抜粋。

⑥飼料用稲麦二毛作の問題点と課題

飼料用イネーオオムギの二毛作体系に取り組み4年が経過するが、生産拡大を進めていく上で表 6-5 に示したような問題点と課題があり、将来に向けて解決の糸口を探っている。また、年々受託面積が拡大しているため、フレール型収穫機(初期型)の負担や消耗が大きく、シーズン終了後のメンテナンス費用も毎年増えており、今後の機械更新について早急に検討しなければならない状況である。

現在、飼料用イネについては極早生品種である「なつあおば」を試験的に栽培し、収穫期間の延長を検討している。「なつあおば」は、「夢あおば」よりも1~2週間早く収穫できるため、収穫作業の分散化が期待される。一方、飼料用麦類でも作期拡大のため、オオムギだけでなくエンバクやコムギについても試験的に取り組み始めており、今後導入していく予定である。

表 6-5 水田飼料二毛作の問題点と課題

問題点と課題	内容
1 生産コストの低減	・オオムギWCSはイネWCSよりも収量が少なくロール売値は高くなるため、堆肥による追肥を行い生産コストを抑え収量性を上げたい。
2 飼料用オオムギ品種	・市販されている専用品種が非常に少ない。 ・作期分散のためにも、早晚性の異なる専用品種を増やして欲しい。
3 飼料用オオムギほ場の確保	・食用麦類の栽培が多いため、飼料用の集団化が難しい。
4 水田の水管理	・イネのみを栽培している水田では、水を引き入れる時期が早い。 ・一毛作と二毛作が混在している所では、ほ場が泥濘化し収穫作業に悪影響。 ・スムーズな収穫作業には、ほ場の集団化、集落毎の水管理や栽培技術の統一化が必要。
5 飼料用麦類への助成金制度	・イネWCSは助成金制度で拡大してきた経緯もある。 ・飼料用麦類の拡大にも助成金制度は必要ではないかと考えている。

(2)南関東二毛作地域における取組事例

—ユナイト農産株式会社(埼玉県熊谷市)—

①地域の概要

大里地域は埼玉県北部の熊谷市、深谷市、寄居町の2市1町からなり、年間平均気温 14.6℃、降水量 1243mm で、冬は北西の季節風「関東のからっ風」が強く吹くものの、晴天日が多いこと、また、夏は高温で降雨に恵まれており、県下最大の農業地帯である。とくに、県を代表する米麦生産地域であり、米と小麦の生産量はそれぞれ県全体の 10.5%および 46%を占めるが、近年は耕畜連携による飼料用イネを中心に自給飼料の増産も進められている。畜種別の飼養頭数と県全体に占める割合は、乳用牛が 5381 頭で 39%、肉用牛が 9626 頭で 45%である(平成 22 年 3 月、熊谷家保調べ)。ユナイト農産株式会社(以下、ユナイト農産)は、深谷市に隣接する熊谷市大里地域内の別府地区を中心に活動している(図 6-5)。



図 6-5 別府地域の飼料用オオムギ圃場

②組織の概要

ア 設立の経緯

ユナイト農産株式会社(代表取締役 杉田登記雄氏)は、H19 年に杉田氏が実家の農地を引き継ぐと同時に、近在の 3 農家と共同し農産物の生産・農作業受託を主な業務とする組織として設立された。「近在の小さな農家とともに協力し合う」組織であることを理念とし、杉田氏が渡米した経験もあることから「ユナイト」と命名した。現在、正社員は 3 名であり、繁忙期には数名の臨時職員を雇用して運営している。

イ 飼料用イネへの参入の経緯

ユナイト農産は、規模拡大による繁忙の差の緩和と地域の土地資源や飼料資源の利用という視点から飼料用イネに参入した。設立当初は杉田氏の圃場 1.5ha を含めて農地は 4ha であり、農繁期と農閑期の仕事量の差が大きかった。また、活動の中心である大里地区に広がる水田の一部は転作の対象となっているが、これらの水田は畑地への転換が難しいため、水田のままで収益を上げる方法を模索していた。さらに、これらの水田では、飼料や畜産資材として利用できる

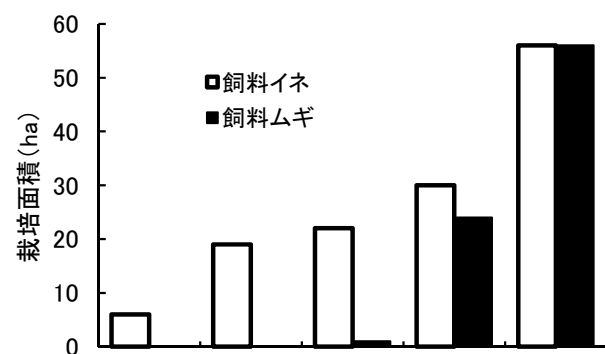


図 6-6 飼料用イネと飼料用オオムギの栽培面積の推移

イナワラやモミガラが焼却されており、これら資源の有効利用を望んでいた。これらの状況を背景に平成 20 年に 6 名の農家とともに別府水田活用組合を設立し飼料用イネ WCS 生産に参入した。栽培面積は平成 20 年に 6ha であったが、順調に拡大し平成 24 年は 56ha に達し(図 6-6)、参加組合戸数も 24 戸となり、その作付けから収穫・調製をほぼユナイト農産が受託している。



図 6-7 飼料用オオムギの播種と収穫(試験栽培)

写真上段左: 飼料用オオムギ播種作業、写真上段右: 収穫作業(黄熟期)

写真下段左: 飼料用オオムギのロールペール、

写真下段右: ロールペールの拡大(品種:「ファイバースノー」)

ウ 飼料用稲麦二毛作導入の経緯

ユナイト農産は、平成 22 年に、農研機構の「交付金プロ」の協力農家として、飼料用オオムギ系統「HV-5 (現在、品種ムサシボウ)」および食用オオムギ品種「ファイバースノー」を合計 80a 栽培し、調製した WCS を近在の酪農家に試験的に給与して高評価を得た(図 6-7)。これを契機に同酪農家と飼料用麦類の WCS の供給を契約し、平成 24 年度から飼料用イネ・飼料用麦類二毛作体系を本格的に導入した。すでに保有していた飼料用イネ専用収穫機(コンバイン式)が飼料用麦類の収穫に利用できるため、機械の利用効率が向上することも飼料用稲麦二毛作導入の動機付けのひとつであった。

③飼料用稲麦二毛作の播種と栽培管理

ア 異なる草種・品種の選択による収穫時期の調整

飼料用稲麦二毛作では2回の繁忙期がある。すなわち、飼料用イネ収穫・調製と飼料用麦類播種が連続・重複する秋と、飼料用麦類収穫と飼料用イネの移植(田植え)が連続・重複する春である。ユナイト農産では、利用酪農家の要望に対応した飼料用イネ・飼料用麦類の早刈りと飼料用麦類の草種・品種の組み合わせにより、春と秋の繁忙を回避している。

飼料用イネ品種は中生の「夢あおば」、晩生の「はまさり」と「たちすがた」が中心である。中生・晩生品種を利用しているが、早刈りを主体としているため、10月上旬には概ね収穫が終了する。

表 6-5 飼料用麦類(オオムギ、ライコムギ、ライムギ)の予想出穂期

草種	品種	4/15		4/20		4/25		5/1		5/5	
オオムギ	飼料用品種A			■							
	シュンライ					■					
	ファイバースノウ							■			
ライコムギ	飼料用品種B									■	
ライムギ	飼料用品種C				■						
	飼料用品種D										■

飼料用麦類は、収穫時期を分散させるため、草種・品種を巧みに組み合わせている。平成 23 年は、オオムギ(早生品種「ワセドリ 2 条」)、ライムギ(早生品種「春一番」および晩生品種「春香」)、ライコムギ(中晩生品種「ライコッコ II」)をそれぞれ 4ha ずつ計 24ha 栽培した。同時に、畜産草地研究所の依頼でオオムギ晩生品種「ムサシボウ」と食用晩生品種「ファイバースノウ」をそれぞれ 0.4ha ずつ試験的に栽培した。

24 年度は飼料用イネの栽培面積が 56ha に達し、その後作のすべてに飼料用麦類を作付けるため、より平準な収穫・調製作業スケジュールとなるような飼料用麦類の草種・品種の導入を計画している。すなわち、飼料用オオムギでは中生の市販品種がなく、飼料用品種のみを作付けすると収穫時期の最初と最後に労力が集中するため、試験的に中生のオオムギ食用品種「シュンライ」を 3ha 導入して作業の平準化を図る予定である。また、やや晩生のオオムギ食用品種ファイバースノウを 2ha 導入する。この組み合わせでは、4 月中・下旬～5 月初めまで、約 20 日間に、オオムギ飼料用極早生品種 A、ライムギ品種 D、オオムギ食用品種「シュンライ」および「ファイバースノウ」、ライコムギ品種 B、ライムギ品種 D が順に出穂する(表 6-5)。利用する酪農家の要望である穂揃期～乳熟期に収穫すれば、収穫時期は 30 日程度となる。

イ 栽培管理

飼料用イネは従来の食用イネの栽培技術がほぼそのまま適用できることから、ユナイテッド農産では順調に栽培面積を拡大してきた。堆肥はすべて飼料用イネと飼料用麦類の供給を契約している畜産農家から入手し、秋の飼料用麦類播種前と春の飼料用イネ移植時の代掻き前に投与する。投与量は 4～8t/10a である。秋の飼料用イネの収穫では早刈りをするため 10 月上旬には収穫が完了するため、11 月の飼料用麦類播種までに堆肥を散布する。施肥は、飼料用イネでは 14 オール化学肥料で 4 袋、飼料用麦類では 2 袋を施用している。堆肥の連年施用にともない経年的に化学肥料の施用量を減らし、将来的には堆肥のみの施肥体系を目指している。

飼料用麦類は条播とし、出芽後の冬期に、表土の飛散、土壌水分の蒸発を防止するため、ローラによる麦踏み を 2 回行い初期生育の安定化に努め多収を実現している。当該地域では冬季以降に強風が吹く日が多く、麦踏みが倒伏の防止と多収に大きく影響していると考えられる。

④飼料用イネおよび飼料用麦類の収穫・調製

ア 収穫時期と収量

飼料用イネ、飼料用麦類ともに収穫適期は乳熟後期～黄熟前期とされているが、ユナイテッド農産では必ずし

も刈り取り適期にこだわらず、顧客の要望に応じた熟機に収穫している。そのため、飼料用イネは酪農家向けのものは乳熟期に、肥育農家向けのものは糊熟期～黄熟期に収穫している。また、飼料用麦類は乳熟期前に収穫している。

飼料用イネは、3品種平均で 10a 当たり約 10 ロールを収穫しており、ロールバール重量は約 300kg、水分 65～70%であり、乾物収量は 900～1050kg/10a である。飼料用麦類も 10a 当たり 10 ロールを収穫しており、ロールバール重量は草種・品種平均で 400kg、水分 80%であり、乾物収量は 800kg/10a である。

イ 関連機械

飼料用イネ生産に参入した翌年の平成 21 年に T 社の専用収穫機(コンバイン式)を導入、飼料用稲麦二毛作体系が本格化した平成 24 年に同社の専用収穫機を 2 台導入している。ラッパーは 2 台保有しており、3 台の収穫機に対応しているが、イネ WCS、オオムギ WCS とともに資材の節約のためラッピングは 6 層巻きとしているので、刈り取り作業と梱包作業の速度はバランスがとれ収穫作業が遅れることはない。

ウ 調製と WCS 運搬

イネ WCS、オオムギ WCS と、すべての WCS に市販の乳酸菌剤を添加して品質の向上と安定化を図っている。飼料用イネ WCS では従来の Y 社の乳酸菌剤を添加しているが、早刈りする飼料用オオムギ WCS では同社から新たに発売された高水分に適した乳酸菌剤を添加している。

WCS には、生産者(組合員)、水田、品種、収穫時期(熟度)が解るような番号をつけ、利用者が番号をみればこれらの情報が即座に確認できるシステムにしている。また、調製した WCS は、長期に保存するものはストックヤードとしている杉田氏の圃場の一部に保管するが、それ以外は利用する畜産農家に運搬している。

エ オオムギ WCS を利用している酪農家の評価

現在、オオムギ WCS は 約 5km 離れている深谷市の大規模酪農家(F 牧場)1戸にほぼすべてが納品されている。F 牧場では、飼料用麦類を良質な繊維とタンパク質の原料としてとらえ、可能な限り早期の収穫・調製を要望している。とくに熟期が進むのにつれて茎が硬くなるライムギとライコムギでは出穂後の速やかな収穫・調製を要望している。また、オオムギ WCS はイネ WCS と比べ嗜好性が高く使いやすいと評価されている。その理由として、オオムギ WCS は、イネ WCS と比較し、子実が消化しやすいこと、粗タンパク質含量が高く粗灰分は低いこと、また家畜が利用出来る繊維分も多く含まれていることなどを挙げている。

F 牧場では、一般に収穫適期とされる乳熟後期～黄熟前期に収穫・調製した WCS ではなく、出穂後に日数を経過しない「青物サイレージ」としての WCS を求めている。25 年度からユナイト農産は、このような要望に沿った WCS を十分に生産・供給するため、栽培計画を立案している。F 牧場の飼料用ムギ WCS の自給粗飼料としての評価は高く、給与方式が決定すれば需要はさらに高まると考えられる。

⑤飼料用稲麦二毛作の課題

ユナイト農産は、飼料用稲麦二毛作体系に本格的に取り組み始めたばかりである。飼料用イネは県内の酪農家と肥育農家に、また、飼料用麦類は全量を1戸の大規模酪農家に納入している。酪農家では早期の収穫を要望しているため、今後は、それに添った WCS 生産をするための早刈りに関連した課題が発生すると考えられる。とくに、飼料用麦類では、飼料用イネ専用収穫機による収穫、WCS 品質などの事例の蓄積が少ないため、発生する問題に試行錯誤を繰り返しながら対応してゆく必要がある。まず、早期刈り取りでは飼料

用麦類の水分が高いため収穫機械の速度が遅くなる可能性がある。ユナイト農産では保有する 3 台の収穫機械で対応するが、乳熟期以前に収穫するためには、現在の品種の組み合わせでも 30 日の収穫期間が必要である。降水の影響で収穫できない日もあり、今後さらなる規模拡大をしたときに作業上の問題が生じる可能性がある。また、早期に収穫すると刈り取り適期とされる乳熟後期～黄熟前期に収穫したときにくらべ 20% 程度の減収となり収量が低下するため、収量減少にともなう収益減を防ぐため WCS 単価を検討する必要がある。さらに、ライムギとライコムギでは早期の収穫では植物体に硝酸態窒素が蓄積する可能性もある。刈り取り適期より早く収穫したときの飼料用麦類の WCS の品質と乳酸菌添加剤の効果も明らかにする必要がある。

一方、飼料用麦類(とくにオオムギ)では市販品種は早生と晩生に偏り、中生のものが見当たらないため、収穫期間の最初と最後がきわめて繁忙になる可能性がある。ユナイト農産では中生のオオムギ食用品種を導入して収穫作業の平準化を図っているが、中生の優れたオオムギ飼料用品種の開発が待たれている。

ユナイト農産の飼料用稲麦二毛作体系は緒に就いたばかりである。しかも、飼料用麦類の早期収穫を含め、利用畜産農家の要望に応じた熟期に収穫しており、このような事例も見当たらない。関係機関の協力を得ながら量、質ともに安定的した WCS 生産を目指している。また、次年度からは酪農家向けにトウモロコシ生産を予定しており、圃場、機械整備などを含め計画している。

(3) 東海地域における取組事例

—前川農産(三重県津市)と土地利用型農業経営体(三重県伊賀市)—

①慣行栽培における事例(前川農産)

ア 地域の概要と生産組織の概要

(ア)地域の概要

津地域は三重県の中央部に位置し、気候は全般に温暖多雨で、伊勢平野の肥沃な穀倉地帯を形成している。水稻では「コシヒカリ」等の早生品種が栽培され、小麦、大豆の生産も盛んな地域である。また、畜産については、多種多様な畜産経営が営まれている。

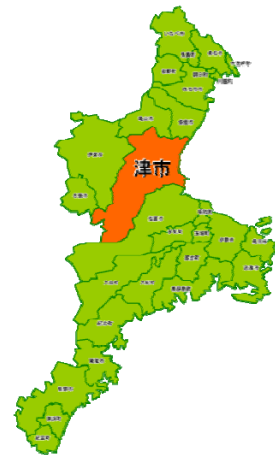


図 6-8 津地域の位置

(イ)生産組織の概要(飼料用イネへの取組経緯を含めて)

・現在に至る経緯

(株)前川農産は、家族 3 名を中心として、稲・麦・大豆を基幹作物に規模拡大を図ってきたが小麦、大豆の本作化が進む中で、栽培面積が拡大し、大豆の中耕培土と 8 月中下旬から始まる早期栽培コシヒカリの収穫作業が競合するようになってきた。このような作業競合を避けるため、食用コムギあと圃場に省力的に栽培可能な転作作目を模索していた。その頃、市内の大規模畜産農家からイネ WCS を利用したいとの要望があったため、2006 年から食用コムギあと圃場に試験的に飼料用イネ栽培を開始した。当初は、当法人を中心に地域内の耕種農家が飼料用イネを栽培し、畜産側が収穫作業を担っていた。しかし、飼料用イネ栽培面積の増加に伴い、畜産側の収穫作業を軽減するため、2010 年に当法人がコンバイン型収穫機(細断型)を導入して、栽培管理から収穫・運搬作業を担い、畜産側でラッピング作業等の調製作業を分担している。また、市外の酪農組合への供給分については、当法人が調製作業まで行い、畜産側へ販売する体制をとっている。

・経営規模

食用米:45ha、小麦:23ha、大豆:13ha、飼料用イネ:25ha、飼料用麦類:7ha、飼料用米:4ha

収穫作業受託:飼料用イネ 10ha、飼料用麦類 3ha

・労働力:家族 3 名(役員)、基幹労働力 6 名(従業員)

・農業施設および農業機械:

農舎 2 棟、ハウス倉庫 2 棟、育苗ハウス 150 m² 7 棟

トラクタ(76ps、60ps、58ps、他 6 台)、ロータリ、水田ハロー、バーチカルハロー、レーザーレベラー

8 条田植機(2 台)、播種機 12 条(1 台)、溝掘機(1 台)、大豆用播種機(1 台)、ブロードキャスト(1 台)

コンバイン型収穫機(細断型)(1 台)、ラッピングマシン(1 台)、乗用管理機(1 台)

自脱型コンバイン(3 台)、汎用コンバイン(1 台)、ホイールローダ(1 台)

4tトラック(1 台)、2tトラック(2 台)、軽トラック(3 台)

乾燥機 60 石(2 台)、40 石汎用(2 台)、50 石(3 台)、18 石(1 台)、粳摺機、色彩選別機

イ 二毛作導入の経緯

当地域では、食用コムギあと圃場を中心に飼料用イネの面積拡大を図ってきたが、さらなる高収量の確保と飼料用イネの収穫作業の分散を目的として、普通期栽培による飼料用イネが導入された。当作業型の飼料用イネでは、冬場の水田が未利用な状態であるため、水田の有効活用を図る観点から、飼料用イネ収穫後に飼料用麦類が導入された。飼料用麦類は収穫時期が食用麦よりも10日程度早く、食用コムギ収穫との作業分散が図られ、麦稈搬出も不必要なことから、食用コムギあとの栽培と比較して早期に飼料用イネが移植できる。そこで、コンバイン型収穫機の導入を契機に収穫機の稼働率向上、食用コムギ収穫との作業分散、飼料用イネの収量向上等を目的として飼料用麦類を導入することとなった。



図 6-9 飼料用麦類の収穫作業

(ア)二毛作に用いている主な飼料用イネの品種および飼料用麦類の草種・品種

当法人が用いている飼料用イネ品種は、中生の「モミロマン」であり、飼料用麦類品種については、食用コムギの「ニシノカオリ」である。食用コムギを用いている理由には、同様の栽培管理が可能なこと、オオムギに比べて耐湿性が高いことがあげられる。

(イ)麦類の WCS を利用している畜種と利用農家の評価

市内の大規模畜産農家では、イネ WCS と麦類の WCS を混合し、TMR の素材として、搾乳牛に合計で原物 6~8kg/頭/日、肉牛(繁殖牛・子牛)に合計 2kg/頭/日、通年給与している。搾乳牛では、イネ WCS および麦類の WCS を給与する前は、乳脂肪率が不安定な時期があったが、それらを給与するようになって、採食量が増加し、乳脂肪率が安定している。しかし、刈り遅れた麦類の WCS を給与させると、採食量が低下する傾向が認められたため耕種農家との連携により、適期収穫に心がけている。適期に収穫した麦類の WCS は発酵品質が安定し、嗜好性も極めて良いことから、基幹の粗飼料であるイネ WCS を補完する用途で継続的に利用している。



図 6-10 コムギ WCS の給与

(ウ)二毛作の問題点と課題

当法人のような土地利用型大規模経営で、食用コムギ生産と並行して、大規模に飼料用イネ・飼料用麦類の栽培管理から収穫調製までの全作業を担うと、飼料用麦類収穫、飼料用イネ移植、食用コムギ収穫の作業競合が問題となる。特に、規模拡大を図りながら、飼料用イネ・飼料用麦類を安定生産するためには、飼料用麦類収穫と飼料用イネ移植および移植に伴う耕起・代掻きの作業競合を回避する技術が求められる。

②V 溝直播技術による現地事例(土地利用型農業経営体)

ア 地域の概要と生産組織の概要

(ア)地域の概要

伊賀地域は三重県の西部に位置し北東部を鈴鹿山系、南西部は大和高原、南東部を布引山系に囲まれた盆地を形成しており、寒暖の差が大きい典型的な内陸性気候となっている。良食味として有名な伊賀米の産地であり、畜産については三重ブランドにも認定されている伊賀牛が有名である。



図 6-11 伊賀地域の位置

(イ)生産組織の概要(飼料用イネへの取組経緯を含めて)

・飼料用イネ導入の経緯

土地利用型農業経営体(南出夫妻、パート3名)は、大豆の獣害が深刻なことや湿田も多いことから、当条件下でも安定生産可能な飼料用イネ栽培を試験的に取り組んだ。その結果、市内の大規模畜産農家からの評価が高かったこともあり、2008年には本格的に飼料用イネ栽培を開始した。また、南出氏が中心となって収穫作業の受託組織である伊賀 WCS 生産組合を立ち上げ、コンバイン型収穫機(初期型)とベールラップを導入した。現在では、土地利用型農業経営体が栽培する飼料用イネの作付面積は 8ha となり、その他、地域内の集落営農組織や肉牛農家等が 21ha の飼料用イネを栽培し、伊賀 WCS 生産組合として、合計 29ha の飼料用イネの収穫調製を行っている。

・経営規模

食用米:14ha(うち酒米 5ha)、小麦:7ha、大豆:0.5ha、カボチャ:1ha、イチゴ:3a

飼料用イネ:8ha(うち V 溝直播 2ha)、飼料用米:8ha、飼料用麦類:3ha、水稻作業受託:1ha

・労働力:基幹労働力 2 名(南出夫妻)、パート 3 名

・農業施設および農業機械:

農舎 1 棟、育苗ハウス 2000 m²、トラクタ(75ps、50ps、50ps 他数台)、ロータリ、水田ハロー 8 条田植機(2 台)、播種機 8 条(1 台)、溝掘機(1 台)、乗用管理機(1 台)、コンポキヤスタ自脱型コンバイン(3 台)、汎用コンバイン(1 台)、ロールベアラ(1 台)、テッドレーキ(1 台) 2tトラック(3 台)、軽トラック(4 台)、乾燥機 54 石(6 台)、籾摺機、色彩選別機

イ 二毛作導入の経緯

土地利用型農業経営体は、食用コムギあとの飼料用イネ栽培を中心に面積拡大を図ってきたが、温暖地では、土壤還元障害回避のために麦稈を収集・搬出した後に飼料用イネの移植を行う必要がある。そのため、飼料用イネ栽培の面積拡大にともなって、6 月中旬から始まる食用コムギあとの移植が遅れ、収量低下が見受けられるようになった。そこで、5 月末～6 月上旬への収穫作業の分散と麦稈収集・搬出作業の回避、飼料用イネの安定多収を目的として飼料用麦類を導入し、飼料用稲麦の二毛作を開始した。

(ア)二毛作に用いている主な飼料用イネの品種および飼料用麦類の草種・品種

飼料用イネ品種としては、極晩生の「タチアオバ」が中心であり、飼料用麦類としては、食用コムギ品

種の「タマイズミ」を用いている。当品種を用いている理由には、食用と同様の栽培管理が可能なこと、オオムギに比べて耐湿性が高いことがあげられる。しかし、排水性に優れている一部の圃場では、コムギに比べ早期収穫が可能な「ワセドリ 2 条」等のオオムギも導入し、収穫作業の分散を図っている。

(イ) 麦類の WCS を利用している畜種と利用農家の評価

市内の大規模畜産農家では、TMR の素材として、麦類の WCS を 9 月～10 月、その他の期間をイネ WCS で搾乳牛に原物 3kg/頭/日、乾乳牛前期に原物 2kg/頭/日、乾乳牛後期に原物 1kg/頭/日を給与している。イネ WCS や麦類の WCS を給与するようになって、乳脂肪率が安定する効果が認められている。また、イネ WCS と同様に、麦類の WCS も発酵品質が良好であり、嗜好性の高い粗飼料として評価は高い。今後、飼料設計を検討し、イネ WCS と麦類の WCS を搾乳牛に対して原物 7kg/頭/日の通年給与を計画している。

(ウ) 二毛作の問題点と課題

土地利用型農業経営体における二毛作体系では、飼料用麦類の収穫と飼料用イネの育苗および移植、さらに食用コムギの収穫から麦稈搬出、飼料用イネの育苗と移植作業を行っている。しかし、天候によっては、飼料用稲麦の二毛作を行う場合、作業競合が生じて飼料用イネの移植が遅れることで、収量が低下する場合があった(図 6-12)。そのため、土地利用型大規模経営で食用コムギ栽培と並行して、大規模に飼料用イネと飼料用麦類の作付を行うためには、飼料用麦類の収穫作業と飼料用イネの移植の回避が重要な課題であった。

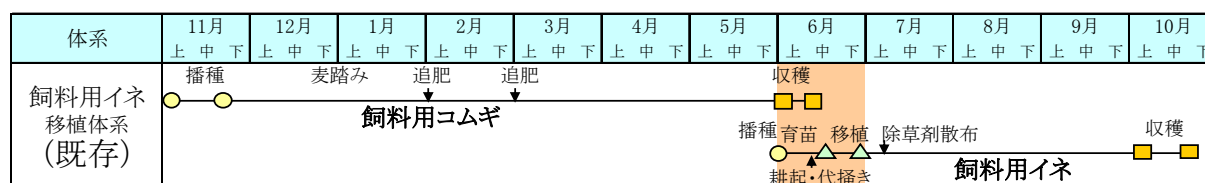


図 6-12 作業競合が問題となる既存の飼料用イネ・飼料用麦類栽培体系

(エ) 作業競合を回避できる麦立毛間飼料用イネ V 溝直播栽培技術

土地利用型農業経営体では、6 月に集中する作業の分散を目的に、麦立毛間飼料用イネ V 溝直播栽培に取り組んでいる。経営全体の飼料用イネ栽培の一部を V 溝直播栽培で実施することにより、作業分散を図り、移植の遅れによる(7 月以降の移植)収量低下を回避することで、飼料用イネの安定多収につながっている。なお、現時点では 2ha 規模の試験段階ではあるが、実用性を評価した上で、不耕起 V 溝播種機の導入を検討している(図 6-13)。

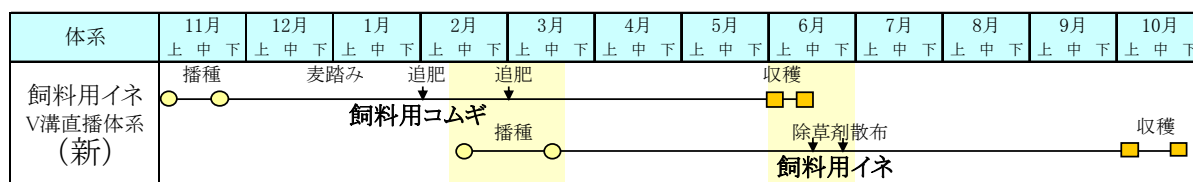


図 6-13 作業競合を回避した麦立毛間飼料用イネ V 溝直播による飼料用イネ・飼料用麦類栽培体系

(4)九州における取り組み事例ー

ーコントラクター筑紫(福岡県筑紫郡那珂川町)ー

①地域の概要

福岡県の西部に位置する那珂川町は、北は福岡市、南は佐賀県に接しており、町の南部は、脊振連山に囲まれた山間地、中央部は水田地帯、北部は福岡市のベッドタウンとして都市化が進んでいる。

年平均気温は15～16℃、年間降水量は1750mmと九州北部の平均的な気候であるが、中央部から南部にかけて夏季は“にわか雨”、冬季は降雪が多い。

農業生産は、大都市近郊という地の利を活かした稲作、園芸、酪農経営が行われ、直売所等も設置されているが、総産出額としては約6億円と少ない。農業従事者も、兼業が大部分を占め、専業はわずかである。

ア 生産組織概要

コントラクター筑紫(組合長 藤野由紀雄氏)は、2008年7月に那珂川町の若手農業者3名で設立された任意組織である。飼料用イネと飼料用麦類の作付けは、畜産農家2戸と耕種農家1戸それぞれの自作地および借地で行われ、収穫作業をコントラクター筑紫が担っている。その収穫面積は、飼料用イネ 6.7ha、飼料用麦類 10.2ha、その他牧草 8ha である。さらに県南を中心とした地域外での飼料用イネ受託作業 16.6ha も行っている(2011年実績)。



図 6-14 コントラクター筑紫

イ 二毛作導入の経緯

2008年に飼料価格高騰を受けて、自給飼料の作付けを希望する酪農家を中心となって検討を重ねた結果、コントラクターを設立し、コンバイン型収穫機(細断型)を導入することとなった(図 6-14)。しかし、当収穫機は飼料用イネ収穫用に開発された機械であるが、飼料用イネの収穫だけでは周年で有効活用が図れないことが予想された。そこで、当収穫機で収穫可能な他草種を検討したところ、高TDNが期待できるうえに、冬季に作付けが行われていない水田を活用できる飼料用麦類が適当ではないかという結論に至った。さっそく、取り組み当初(2008年秋播種～)から飼料用麦類を作付けし、その後の飼料用イネと合わせて飼料用稲麦二毛作と専用収穫機を組み合わせた作付体系に挑戦した。

ウ 二毛作に用いる草種品種

(ア)栽培草種・品種の年度ごと作付面積

・飼料用麦類

二毛作栽培を開始した当初は、飼料用麦類として、コムギとエンバクを作付けしたが、暗渠を埋設していない水田も多く、湿害により生育が著しく不良であった。また湿害を受けなかった場合においても、

登熟が遅いため、収穫から田植えまでの期間が短く、非常にタイトなスケジュールを強いられた。そこで、翌年からはサブソイラーを用いた心土破碎や畝立てによる湿害対策と一部を収穫時期が早い飼料用オオムギの専用品種に変更し、収量向上と収穫期間の分散を図った。また、排水性の著しく悪い水田においては、湿害に比較的強いイタリアンライグラス(立性タイプ)を作付けした(図 6-15)。

・飼料用イネ

当初は4ha の作付けであったが、近隣地域での作付けが増加し、6.7ha とわずかに増加している。品種は、当初、収量を重視し、「タチアオバ」を作付けしていたが、その後の麦の播種作業に遅れが生じたため、2年目からは収穫時期が 10 日程度早い「モミロマン」を作付けした。さらに 2012 年からは、糖含量と繊維の消化率が高い「たちすずか」を作付けしている。

・肥培管理

基肥として、乳牛堆肥を 3t/10a 程度施用している。新たに飼料作物の作付けを開始した水田など、堆肥があまり施用されてこなかった水田には、やや多めに施用している。また、収穫時の草丈が 50cm 未満の場合、収穫が困難になるので(ベール成型部への搬送部分で、収穫物が脱落する)、初春に葉色に応じて追肥を行い、適切な生育を促している。

(イ) 収穫時の管理と収量

収穫作業は、コントラクター筑紫が、酪農家からの要望と生育状況を調整して作業計画を設定し作業を行っている。専用収穫機で成型されたロールベールは、圃場で速やかに梱包され、数日中には、酪農家によって運搬されている。

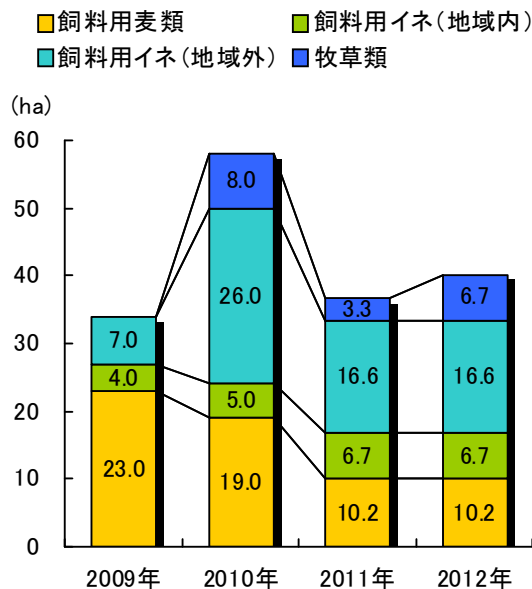


図 6-15 コントラクター筑紫の収穫面積推移

表 6-6 イネおよびムギWCSの実収量実績(2011年)

草種	品種	ロール重量 ¹⁾ (kg/個)	ロール数 ²⁾ (個/10a)	原物実収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	乾物実収量 (kg/10a)
イネWCS	モミロマン	323.3	7.8	2,522	31.3	789
ムギWCS	ワセドリ2条	426.5	7.0	2,980	25.4	757

1) 各3個の平均値

2) 地域における全ロールベール数と作業面積から算出

飼料用麦類は、糊熟期での収穫を目安にしているが、登熟が進んだ状態で降雨を受けると倒伏することが多いので、乳熟期から順次収穫を行っている。当初の乾物実収量は 500kg/10a 程度であったが、栽培技術の改善により、収量は 757kg/10a まで向上している。飼料用イネは、刈り遅れになると繊維消

化率が低下するので、酪農家は乳熟期～糊熟期での収穫を希望している。そのためやや早刈りとなり、収量は乾物実収量で 789kg/10a と少なめになっている(表 6-6)。

(イ)発酵品質

排水性が著しく悪い圃場では、泥が混入しないよう高刈りを行うとともに、成型されたロールベールは、圃場への進入路付近で排出され、泥の付着を最小限に留めている。この一工程により作業効率は低下するものの、品質保持の為に重要なことと考えている。初年度に収穫したエンバク WCS には乳酸菌の添加を行わなかったため、発酵品質が不安定であったが、それ以降は乳酸菌等の発酵促進剤の添加を行ったので、良質なサイレージに調製できている。飼料用イネは、乳熟期からのダイレクト収穫のため、高水分サイレージとなるロールベールも見られるが、pHは十分に低下し、品質に問題は見られていない(表 6-7)。

表 6-7 草種別の発酵品質

草種	品種	開封日	水分 (%)	有機酸含量(原物中%)			pH
				乳酸	酢酸	酪酸	
飼料用イネ	タチアオバ	2009/12/11	72.1	1.65	0.21	0	3.82
飼料用イネ	モミロマン	2011/1/20	61.4	0.44	0.24	0	4.62
コムギ	チクゴイズミ	2010/11/26	73.7	3.26	0.64	0	3.45
エンバク	韋駄天	2009/5/25	81.4	3.78	0.39	0.21	3.89
エンバク	韋駄天	2010/1/21	81.8	1.90	0.40	0	4.03
イタリアンライグラス	優春	2010/11/26	75.6	2.53	0.42	0	3.60

(ウ)利用農家の評価

収穫された飼料用イネおよび麦類の WCS は、町内の 2 戸の酪農家が圃場から運搬している。

麦類(大麦、小麦、エンバク)の WCS は、育成牛および泌乳牛に給与されている。給与方式は 2 戸の酪農家ともに TMR 方式である。ロールベール成型の段階で 3cm 程度に細断されているので、ミキサーの攪拌時間が短くて済むことや機械への負担が少なく済むことが喜ばれている。35℃を超える暑熱期においても、牛の嗜好性が極めてよく、採食量が落ちることがないので、夏場の泌乳性や繁殖成績の維持に効果があると感じている。給与量は泌乳牛 1 頭あたり乾物換算で 2~2.5kg 程度を給与しており、収穫後半年程度で使い切ってしまうが、今のところ保存性に問題は見られていない。

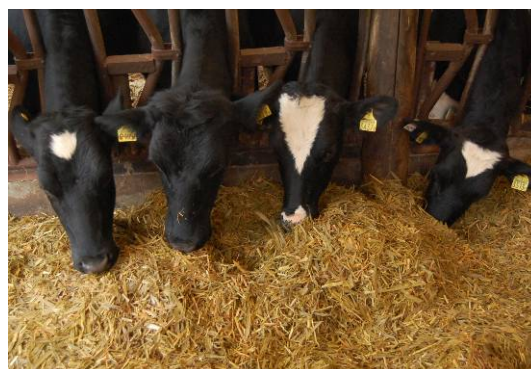


図 6-16 イネ WCS の給与

当酪農家は、特に飼料用麦類を優れた嗜好性と高い TDN を持つ優れた自給飼料と認識しており、将来的には、周年で給与できるよう作付面積を拡大していきたいと考えている。しかし、酪農家自身に

よる作付けは、面積的にも労力的にも限界に達しており、今後は地域の耕種農家による作付けを拡大して欲しいと希望している。これを受けて、2012年の播種分から地域の耕種農家が飼料用オオムギの作付けを大幅に拡大する予定にしており、これにより周年の給与が可能になると期待されている。

飼料用イネは、黄熟期刈りで収穫し、泌乳牛に給与していたものの、嗜好性が劣り、乳量が低下するなどの問題が発生した。対策として、収量は低下するものの、繊維の消化率が高い乳熟期での収穫体系に変更した。また、周年給与が可能なロールベール数を確保できなかったことから、泌乳牛への給与を一旦中止し、育成牛に給与している(図 6-16)。2012年収穫分から、繊維の消化率が比較的高い「たちすずか」に品種を切り替えたことから、泌乳牛への給与を再開し、その飼料特性を把握し、有効に活用したいと考えている。

(エ)問題点と課題

那珂川町での取り組みは、丸4年経過しているが、もっとも関係者の頭を悩ませるのは、飼料用麦類の播種および収穫時期の降雨である。元々、排水性の優れていない圃場(図 6-17)が多いことから、作業の遅れに加え、発芽直後に生育不良になりやすい。利用できる除草剤もないことから、雑草と競合し、収量が大きく低下するばかりか、その雑草が収穫機の刈り取り部に絡みつき、作業効率を大きく低下させる。排水対策は毎年行っているものの、解決には至っておらず、



図 6-17 排水不良の水田

今後の課題となっている。また、周囲に食用ムギが作付けされている場合、無人ヘリによる赤かび病防除のドリフトリスクが存在するので、むやみに作付けを拡大出来ないという問題も存在する。

専用収穫機も当初の稼働計画を大きく上回る面積で稼働しており、部品の消耗や突発的な修繕を要することも多くなり、機械の更新について検討をしなければならない。

解決すべき課題は残されているものの、この二毛作体系による自給飼料確保は、2戸の酪農家の経営に大きく貢献しており、今後とも耕種農家と連携して、高品質・高収量を追求していきたいと考えている。

7 その他

(1) 飼料用イネおよび麦類における使用農薬

① 飼料用イネの防除

飼料用イネの農薬使用においては、地域の二毛作栽培に適した品種の中で、抵抗性品種の導入や病害虫発生予察を考慮して的確な防除対策を基本とし、発生状況を的確に把握して必要最小限の防除に務める。

直播栽培においては雑草防除が重要であることから、直播栽培に適用があり、①登録時のデータから、稲わらへの残留性が十分に低いことが認められている農薬、②平成15年以降に実施したWCS用イネでの残留性がないと確認されている農薬を用いる(表7-1)。特に乾田直播栽培は雑草が繁茂しやすいことから、初期の雑草防除が重要である。その他、農薬使用にあたっては、「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル」に記載された農薬の種類・使用方法に準じること。

表 7-1 飼料用イネの直播栽培に適用できる除草剤

農薬の種類	主な商品名
イマゾスルフロン・エトベンザニド・ダイムロン粒剤	キックバイ1キロ粒剤
オキサジクロメホン・クロメプロップ・ペンシルフロンメチル水和剤	ミスターホームランフロアブル、ミスターホームランLフロアブル
グリホサートアンモニウム塩液剤	ラウンドアップハイロード液剤
グリホサートイソプロピルアミン塩液剤	カルナクス、草枯らしMIC、グリホス、三共の草枯らし、ラウンドアップ
グリホサートカリウム塩液剤 (水田畦畔での使用は除く)	タッチダウンIQ(播種後に使用する場合は不耕起乾田直播のみ)、ラウンドアップマックスロード
シハロホップブチル乳剤	クリンチャーEW
シハロホップブチル粒剤	クリンチャー1キロ粒剤
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	リボルバー1キロ粒剤
シハロホップブチル・ペンタゾン液剤	クリンチャーバスME液剤
ダイムロン・ペンシルフロンメチル・メフェナセット粒剤	ザークD1キロ粒剤51
トリフルラリン乳剤	トレファノサイド乳剤
トリフルラリン粒剤	トレファノサイド粒剤2.5
ビスピリバクナトリウム塩液剤	ノミー液剤
ピラゾキシフェン粒剤	バイサー粒剤
ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド粒剤	ダブルスター1キロ粒剤
ピラゾレート粒剤	サンバード粒剤
ピリミノバクメチル・ペンシルフロンメチル・メフェナセット粒剤	プロスパー1キロ粒剤51
ペノキスラム水和剤	ワイドアタックSC
ペンタゾン液剤	バサグラン液剤(ナトリウム塩)

雑草防除の他に飼料用稲麦二毛作体系では、飼料用イネの単作体系よりも作期が遅くなることから、イネツトムシやフタオビコヤガ(イネアオムシ)、コブノメイガ等の虫害が発生する場合があります。いもち病や紋枯れ病等の病害の発生も懸念されるため、病害虫防除についても十分に留意する。

② 飼料用麦類の防除

飼料用麦類には使用できる農薬がないため、赤かび病の発生前に収穫することが重要である。また、雑草防除においては、化学的防除以外に耕起、播種時期、播種密度、作付体系などを組み合わせた耕種防除に努める。

(2) 執筆者・編集者一覧

① 執筆者

荒木 利幸	宮城県畜産試験場
出岡 裕哉	三重県農業研究所
浦川 修司	(独)農研機構・畜産草地研究所
柿原 孝彦	福岡県農業総合試験場
河田 尚之	(独)農研機構・九州沖縄農業研究センター
川原田 直也	三重県農業研究所
川村 淳也	三重県畜産研究所
小荒井 晃	(独)農研機構・九州沖縄農業研究センター
佐田 竜一	栃木県畜産酪農研究センター
佐藤 節郎	(独)農研機構・畜産草地研究所
関矢 博幸	(独)農研機構・東北農業研究センター
都丸 友久	群馬県畜産試験場
中野 洋	(独)農研機構・作物研究所
中山 幸則	三重県農業研究所
横澤 将美	群馬県畜産試験場
星 信幸	宮城県古川農業試験場
宮川 創	福岡県農業総合試験場
山本 泰也	三重県畜産研究所

(独)農研機構:独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

② 編集者

大同 久明	(独)農研機構・畜産草地研究所
原田 久富美	(独)農研機構・畜産草地研究所
浦川 修司	(独)農研機構・畜産草地研究所
野中 和久	(独)農研機構・畜産草地研究所
服部 育男	(独)農研機構・九州沖縄農業研究センター
星 信幸	宮城県古川農業試験場
関矢 博幸	(独)農研機構・東北農業研究センター
横澤 将美	群馬県畜産試験場

ダイレクト収穫体系による飼料用稲麦二毛作技術マニュアル〈2013年度版〉

平成25年10月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

お問い合わせ先

独立行政法人 農業・食品産業技術研究機構 畜産草地研究所

〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768

Tel:0287-37-7803, Fax:0287-36-6629