

高糖分高消化性 イネホールクroppサイレージ 生産・利用の手引き



2020年（令和2年）3月

高栄養飼料生産コンソーシアム

はじめに

国際競争に直面するわが国畜産の経営を強化するためには、飼料の国産化を進め、輸入飼料への過度の依存から脱却する必要があります。農林水産省では令和7年度までに粗飼料自給率を現状の76%から100%に引き上げるという目標を設定していますが、その達成のため、特に水田基盤に立脚した飼料生産が可能な府県においては、稲発酵粗飼料（イネホールクロップサイレージ；イネWCS）の生産・利用の拡大が必要と考えます。イネWCSについては、近年、専用品種の改良が進み、生刎の少ない極短穂茎葉型の品種が育成されています。この品種は、牛がほとんど消化できない生刎の割合が少なく、茎葉の糖分含量が高く、繊維消化性が高い特徴を持つことから、栽培可能地域では徐々に作付けが増えています。我々の研究グループ（高栄養飼料生産コンソーシアム）では、この高糖分高消化性WCS用イネ品種の生産技術と乳牛への適切な給与技術を開発・実証し、大家畜生産の経営安定化に資することを目的に、農林水産省委託プロジェクト研究「収益力向上のための研究開発」（自給飼料分科会）による研究を進めてきました。

このプロジェクトでは、高糖分高消化性WCSイネの生産技術について、東北（寒冷地：宮城県）、北関東（飼料用オオムギとの二毛作地帯：群馬県）、南関東（食用コムギとの二毛作地帯：埼玉県）、東海（台風常襲地帯：三重県）、九州（暖地：福岡県）でそれぞれ分担し開発を行うとともに、収穫・調製作業については農研機構が汎用型微細断収穫機による効率的な体系構築を行いました。また、乳牛への給与技術については、農研機構が精密な栄養価を測定し、それに基づく混合飼料メニュー作成を群馬県、千葉県、長野県、三重県がそれぞれ行っています。

本手引きは、このプロジェクトで得られた研究成果を農業技術指導者等の皆さまにいち早くお伝えし、水田で栽培される大家畜向け自給飼料の生産と利用に役立てていただくことを目的に作成しました。

現地での普及指導に役立てていただければ幸いです。

研究開発責任者：

農研機構畜産研究部門 酪農研究統括監

池田哲也

目次

1. 高糖分高消化性WCS用イネの特徴	1
2. 高糖分高消化性WCS用イネの生産	
2.1 東北（寒冷地：宮城県）	2
2.2 北関東（稲麦二毛作地帯：群馬県）	7
2.3 南関東（稲麦二毛作地帯：埼玉県）	11
2.4 東海（台風常襲地帯：三重県）	17
2.5 九州（暖地：福岡県）	23
3. 汎用型微細断収穫機による効率的な収穫調製体系	31
4. 高糖分高消化性イネWCSの乳牛への給与	
4.1 栄養価と飼料特性	36
4.2 給与メニューの実例（群馬県）	37
4.3 給与メニューの実例（千葉県）	38
4.4 給与メニューの実例（長野県）	39
4.5 給与メニューの実例（三重県）	42

1 高糖分高消化性WCS用イネの特徴

ア 外観

高糖分高消化性ホールクロップサイレージ（WCS）用イネ品種は、籾の割合が従来品種と比較して顕著に少なく（図1-1）、茎葉にデンプンや糖を蓄積します。茎葉多収型の外観で、穂が小さいため重心が低く、黄熟期を過ぎても倒伏しづらい上、収穫可能な期間が長いという特徴があります。これら品種は、その外観から極短穂茎葉型（ごくたんすいけいようがた）品種とも呼ぶこともあります。



図1-1 従来品種「タチアオバ」と高糖分高消化性品種「たちすずか」、「つきことか」との穂の比較

（農研機構 中込弘二氏 提供）

イ 現在市販されている高糖分高消化性品種

以下の4品種が市販化されています。

「たちすずか」極晩生品種。関東以西～九州向き。

「たちあやか」中生品種。東北（宮城県）以西の栽培に適する。

「つきすずか」縞葉枯病抵抗性を備える極晩生品種。関東以西～九州向き。

「つきことか」縞葉枯病抵抗性を備える極晩生品種。東海以西～九州向き。極長稈で「たちすずか」より2割程度多収。

ウ 成分組成・消化率

高糖分高消化性品種は乳酸発酵に必要な糖の含量が乾物中8～20%程度と従来品種（約2～5%）より多く、良質なサイレージ調製に適しています。

粗繊維の消化率は、従来品種が約50%であるのに対し、約60%と高い特徴があります。そのため、可消化養分総量（TDN）含量も従来品種と比較して高く（表1-1）、広島県での黄熟期における「たちすずか」のTDN含量は58.5%と、従来品種の54%より5ポイント程度高い値が得られています。

なお、イネWCSに含まれる籾はどのような品種であっても牛が消化し難いため、不消化子実が10～50%程度発生します。高糖分高消化性品種は子実割合が従来品種より少ないため、不消化子実による栄養ロスが小さいことも特徴のひとつに上げられます。

表1-1 主な粗飼料の成分組成

飼料名	粗タンパク質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	TDN	DM%
イタリアンライグラス乾草（出穂期） ¹	11.3	2.7	43.1	33.2	62.2	
イタリアンライグラス乾草（開花期） ¹	9.4	2.4	45.4	34.6	53.7	
トウモロコシサイレージ（黄熟期） ¹	8.0	3.0	60.2	22.7	66.4	
稲発酵粗飼料（従来品種、黄熟期） ¹	5.8	2.4	51.2	26.0	54.0	
稲発酵粗飼料（たちすずか、黄熟期） ²	6.4	2.3	53.6	25.4	58.5	

¹：日本標準飼料成分表（2009年版）より、²：広島県産実測値
稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル第6版（2014）より

2 高糖分高消化性WCS用イネの生産

2.1 東北（寒冷地：宮城県）

1) 「たちあやか」の移植栽培・収穫のポイント

ア 移植時期

移植時期は、5月中であれば多収で高糖分となります（図2-1）。ただし、移植時期が遅くなると、出穂期が遅くなります（表2-1）。

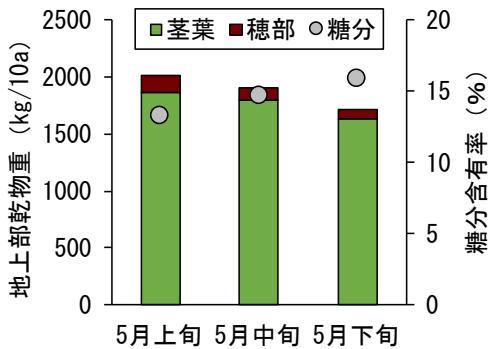


図2-1 移植時期と収量・糖分含有率の関係

表2-1 移植日別の出穂期の目安

移植日	出穂期
5月1日	8月21日
5月15日	8月25日
5月30日	9月3日

注) 宮城県古川農業試験場（2016,2017年）
 施肥量は窒素成分量で基肥7kg/10a、
 追肥3kg/10a
 栽植密度は60株/坪

イ 栽植密度

5月上旬の移植では、栽植密度を37株/坪（11.2株/m²）まで疎植にしても高い収量と糖分含有率となります。また、移植時期が5月下旬の遅い時期でも、43株/坪（13.0株/m²）まで疎植にしても高い収量を確保できます（図2-2）。

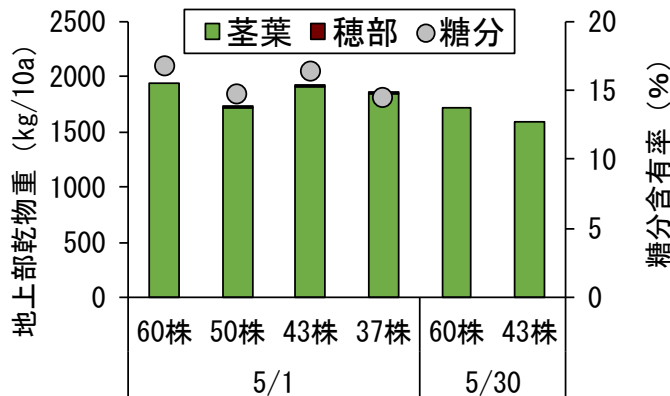


図2-2 栽植密度と収量・糖分含有率の関係

注) 宮城県古川農業試験場（2016,2017年）
 横軸の日付は移植日を示し、栽植密度は田植機の設定値
 施肥量は、窒素成分量で基肥7kg/10a、追肥3kg/10a
 5/30の糖分含有率は未測定

ウ 施肥

窒素施肥量は、基肥窒素8kg/10a、追肥窒素4kg/10aの施肥体系が適します。なお追肥量が多いときには倒伏する危険性が高くなります（図2-3）。

追肥時期は生育期間中の葉色を高く維持することのできる、11葉期（7月中旬頃）が適します（図2-4）。追肥が遅くなると穂部の乾物重が多くなる傾向があります（図2-5）。

土壌からの養分収奪量が多いため、連作する場合には堆肥を施用してください。定期的に土壌診断を行い、土づくり、肥料の施用等を行う必要があります。

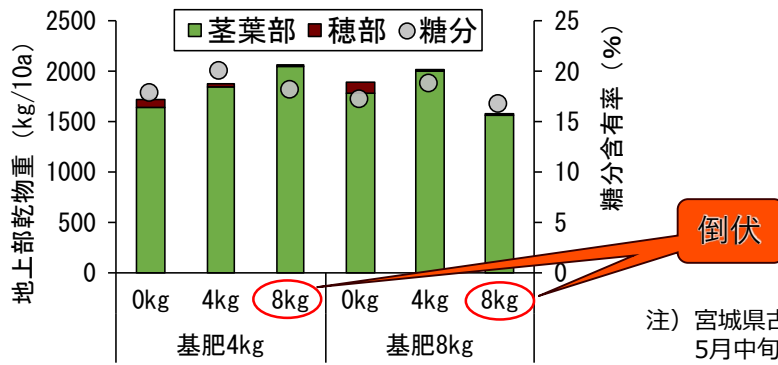


図2-3 追肥量と収量・糖分含有率の関係

注) 宮城県古川農業試験場 (2017,2018年)
5月中旬移植、栽植密度は60株/坪
横軸の上段は追肥窒素分量を示し、11
葉期に追肥

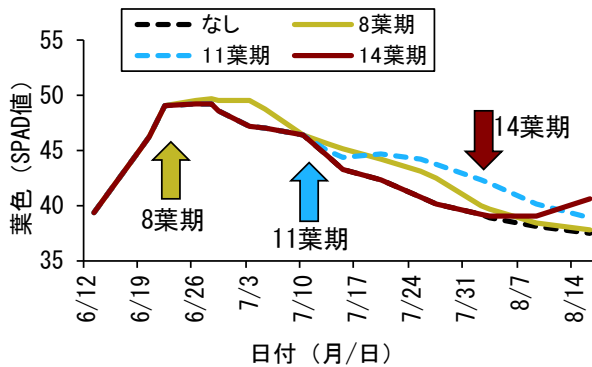


図2-4 追肥時期別の葉色の推移

注) 宮城県古川農業試験場 (2015~2019年)
栽植密度60株/坪、移植日は5月上旬~下旬

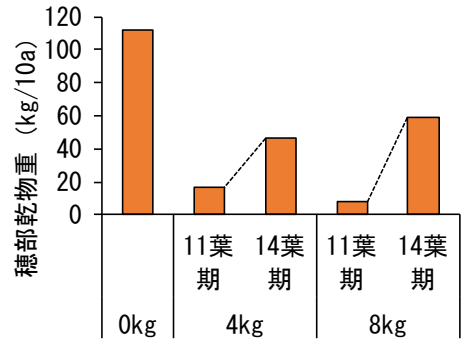


図2-5 追肥時期別の穂部乾物収量

注) 宮城県古川農業試験場 (2017,2018年)
5月中旬移植、栽植密度60株/坪
横軸は追肥時期と追肥窒素分量を示す

工 収穫

稲体水分含有率が70%を下回る収穫早限は、出穂期以降の積算平均気温が530~600℃の頃（出穂期後24~30日頃）ですが、稲体糖分含有率は積算平均気温が1,400℃の頃（出穂期後80日頃）まで上昇するため、高糖分で利用するためには遅い時期の収穫が望ましいです。11月中旬頃（積算平均気温1,400℃の頃）までは稲体水分含有率が60~65%で、稲体糖分含有率は20%程度と高いことから、収穫に適します（図2-6）。収穫を遅くする場合には、気温が低下しているため、低温でも乳酸発酵を促進する乳酸菌（畜草2号：<https://www.snowseed.co.jp>）をサイレージ調製時に添加する必要があります。

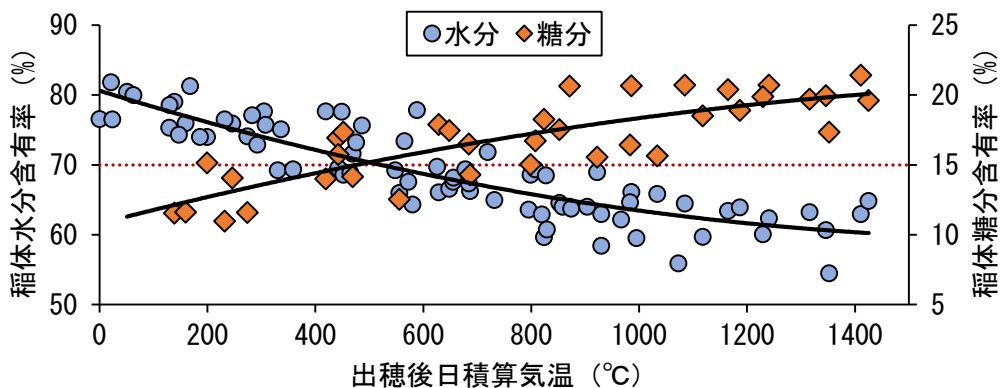


図2-6 稲体水分含有率と糖分含有率の推移

注) 宮城県古川農業試験場 (2015~2019年)
栽植密度60株/坪、移植日は5月上旬~下旬
赤線は収穫可能な目安となる水分70%を示す

2) 「たちあやか」の乾田直播栽培のポイント

乾田直播栽培により、省力・低コスト化が可能です。ただし、移植栽培に比べて収量が10%程度少なくなる場合もあります。基本的な乾田直播栽培の方法については宮城県の普及に移す技術第85号「広畝成形同時播種方式の水稻乾田直播栽培（栽培編）」を参照してください。

ア 播種時期・播種量

播種時期は、4月下旬から5月中旬まで播種が可能ですが、播種時期が早いほど多収となります（図2-7）。播種量は、乾籽で5kg/10aの時に7kg/10aの時と同程度の茎数（収穫時）となり（図2-8）、地上部乾物重も多い傾向があるため（図2-7）、乾籽で5kg/10a程度が適します。

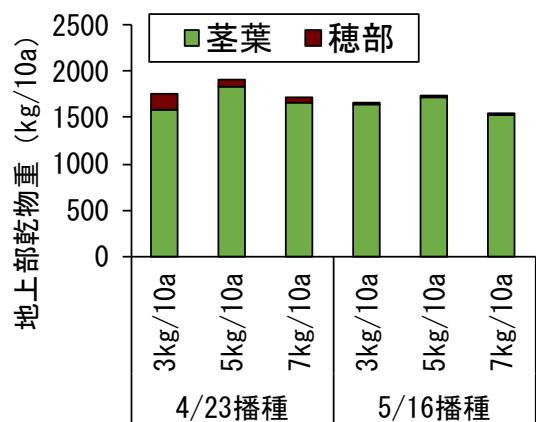


図2-7 播種期・播種量別の乾物重

注) 宮城県古川農業試験場 (2019年)
横軸は設定播種量 (乾籽)・播種日を示す
施肥量は基肥窒素成分量12kg/10a (LP100)

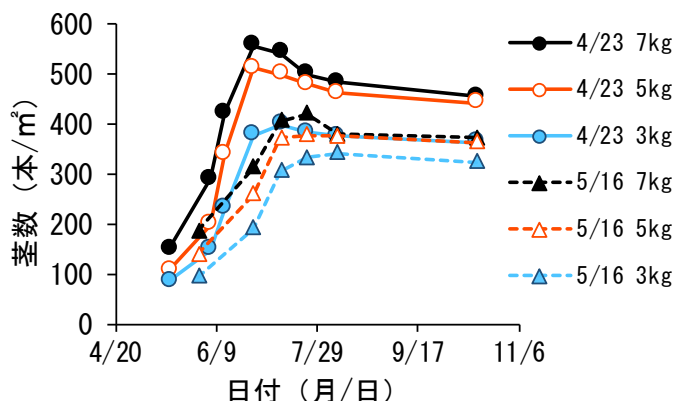


図2-8 茎数の推移

注) 宮城県古川農業試験場 (2019年)
凡例は播種日・設定播種量 (乾籽) を示す
施肥量は基肥窒素成分量12kg/10a (LP100)

イ 施肥

基肥には、肥効調節型肥料 (LPコート100など) を施用します。施肥量は移植栽培における基肥+追肥分に相当する窒素量の12kg/10a程度とした場合に多収となります（図2-9）。リン酸、カリについては、PK化成等を全層施用します。

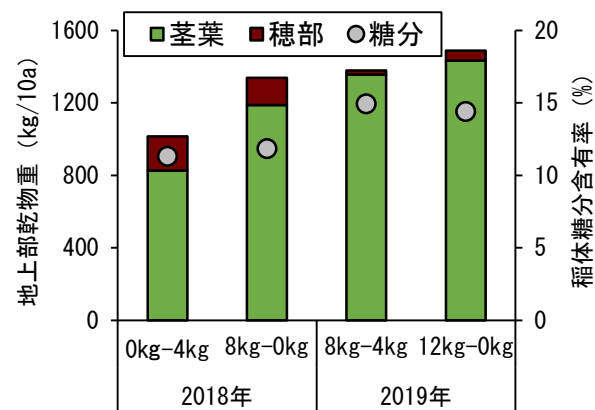


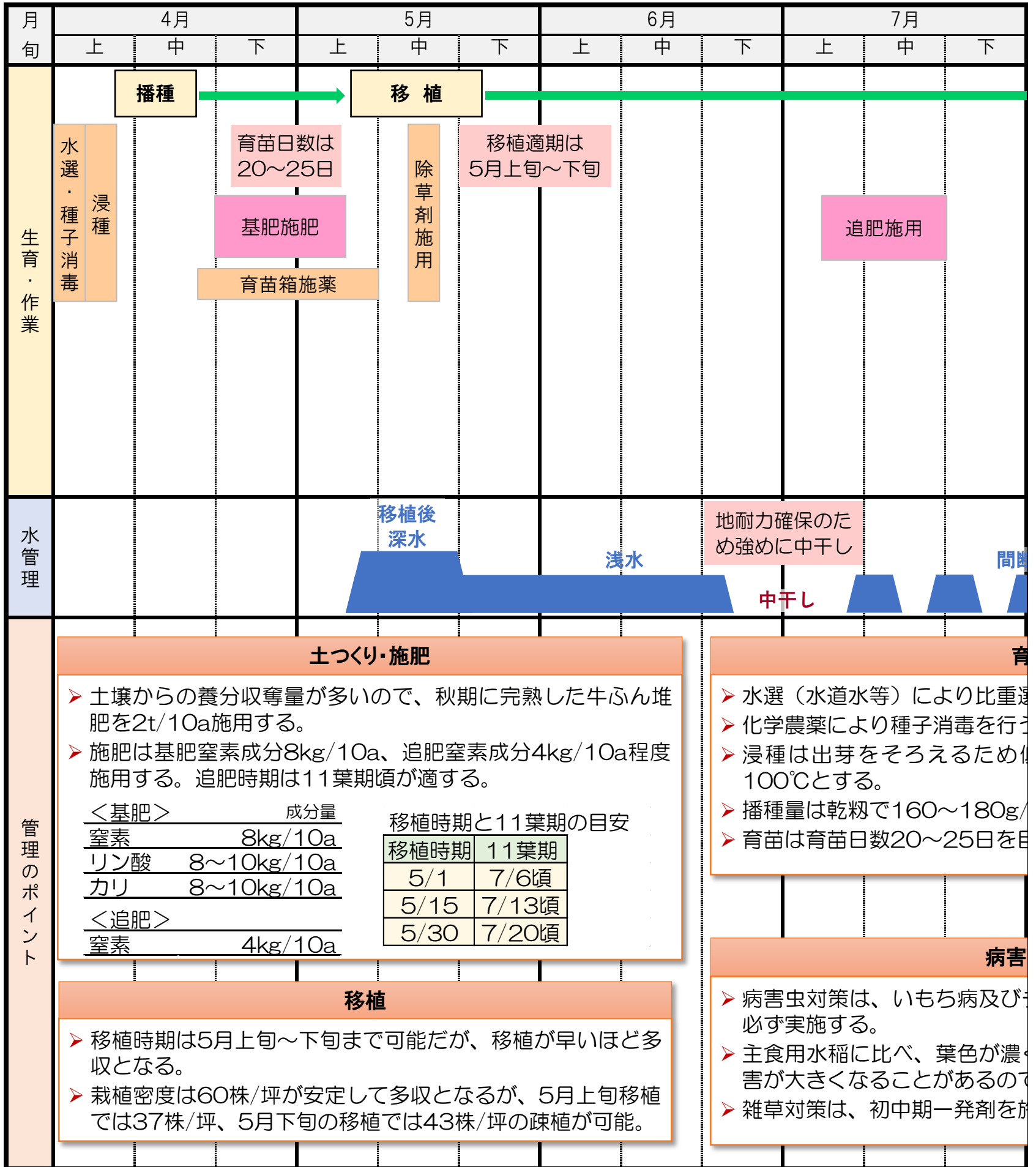
図2-9 施肥体系と収量・糖分含有率の関係

注) 宮城県古川農業試験場 (2018,2019年)
播種量は乾籽で5kg/10a設定
基肥はLPコート100、追肥は硫安
横軸は施肥窒素成分量 (基肥-追肥) を示す

表2-2 播種日別の出穂期の目安 (参考)

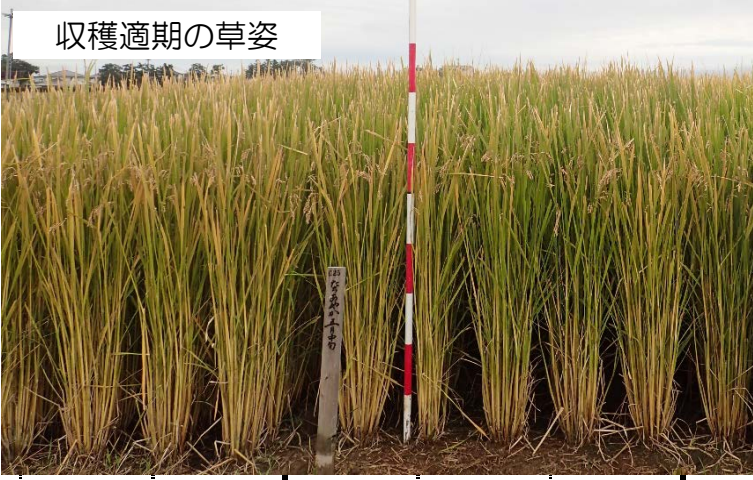
	播種日	出穂期
2018年	5月2日	8月25日
	5月15日	8月28日
2019年	4月23日	8月24日
	5月16日	8月30日

東北地方(宮城県)における



WCSイネで使用可能な農薬の種類は、「稲発酵粗飼料用稲に係る農薬使用について」(農林水産省生産局畜産)

る「たちあやか」栽培暦

8月			9月			10月			11月		
上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
出穂			収穫								
			収穫適期は出穂期から30日以降			稲体水分70%以下			梱包時乳酸菌添加		
									秋季に堆肥施用		
断水			地耐力確保のため出穂期に落水								
断水											
育苗(稚苗)						水管理					
<p>選を行う。</p> <p>う。</p> <p>底温をさげ水温10~15℃で積算温度</p> <p>箱とする。</p> <p>目安に播種する。</p>						<ul style="list-style-type: none"> ➤ 移植後は深水として活着を促す。活着後は浅水で管理する。 ➤ 地耐力を確保するため、強めに中干しをして圃場を十分乾燥させる。 ➤ 中干し後は間断灌水とし、出穂期に落水する。 					
虫・雑草防除						収穫・サイレージ調製					
<p>チョウ目害虫を対象とした育苗箱施薬を</p> <p>く推移するため、イネツトムシによる被</p> <p>で、必要に応じて防除する。</p> <p>施用する。</p>						<ul style="list-style-type: none"> ➤ 収穫は、稲体の水分が70%以下に低下する出穂後30日程度から可能。稲体糖分含有率が15%以上になる出穂後30日~80日が推奨される収穫期。 ➤ 低温期のサイレージ調製となるため、「畜草2号」などの低温増殖性が高い乳酸菌を添加する。 					

産部飼料課長通知)を確認してください。ACFinderを使用すると、使用可能な農薬名一覧を作成できます。

2.2 北関東（稲麦二毛作地帯：群馬県）

「つきすずか」の移植栽培・収穫のポイント

ア 品種選定

近年、縞葉枯病の発生が問題となっており、関東以西の一部地域において収量の減少や食用イネ栽培への影響が懸念されていましたが、2016年に高糖分高消化性で縞葉枯病に抵抗性を持った「つきすずか」が品種登録されたことにより、縞葉枯病の発生地域でも高糖分高消化性WCS用イネの栽培が可能になりました（表2-3）。県内では、奨励品種に登録された「つきすずか」を推奨します。

イ 育苗

「つきすずか」は食用品種と比べ、低い浸種温度（10℃以下）を受けると発芽不良や苗長のバラツキの原因になるので、温度管理には十分注意してください。また、2次休眠防止のため、浸種時の水温は10～15℃とし、積算水温は食用品種より低めの60～80℃を目安に芽出し揃えを行います。

「つきすずか」の種子はやや大きいため、播種量に注意してください。（欠株、苗立ち不足防止のためにも食用品種コシヒカリの1.2倍の播種量を推奨します。）

ウ 移植

雑草防除対策や漏水防止、移植床の確保のため、圃場の均平化に努めてください。栽植密度は50～60株/坪を基準にします（図2-10）。「つきすずか」は分けつ数が少ない品種なので、極端な疎植や密植は避けてください。また、疎植にした方がイネの倒伏防止や多収が期待できます。



写真2-3 代かきの様子



写真2-4 移植の様子

表2-3 縞葉枯病の発生状況

圃場所在	年/品種名	たちすずか	たちあやか	つきすずか
群馬県 A地区	2015年	7.5	53.3	*
	2016年	5.0	0.0	0.0
	2017年	0.0	0.0	0.0
	2018年	-	-	0.0
群馬県 B地区	2015年	66.7	-	-
	2016年	6.2	0.0	0.0
	2017年	2.0	2.0	0.0
	2018年	-	-	0.0

注1) 縞葉枯病評価は、「発生予察事業の調査実施基準」により調査。
 注2) 数値は発病度を表す。（無:0、少:1～5、中:6～11、多:11～30、甚:31～）
 注3) *: 小面積試験の参考データのため、未掲載。「-」は栽培なし。



写真2-1 つきすずかの種子



写真2-2 育苗の様子

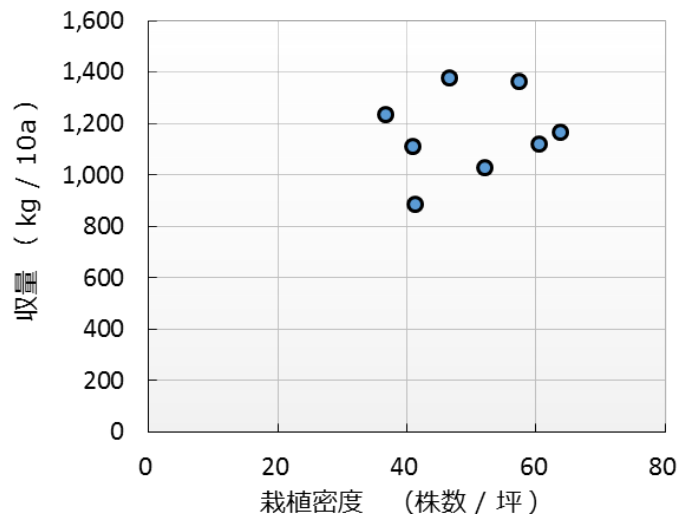


図2-10 栽植密度と収量の関係

エ 施肥

基肥として、牛ふん堆肥を2t/10a施用します。追肥は、出穂40日前を目安に実施します。施肥量は窒素成分で4~5kg/10a程度とします。また、曝気尿液肥や硫酸などの単肥を水口施用することで、安価で省力的な栽培が可能となります（写真2-5）。

多肥栽培試験では、基肥で牛ふん堆肥2t/10a、化成肥料（14-14-14）11.2kg/10a、珪酸資材（アルカリ分43%、可溶性ケイ酸23%、可溶性苦土2.3%）80kg/10aを施用し、追肥として硫酸（窒素4.2kg/10a）を水口施用した「つきすずか」の乾物収量は、標準区に比べ、約18%増収しました（図2-11）。ただし、極端な多肥栽培は倒伏の危険性があるため、注意して下さい。



写真2-5 硫酸の水口施用

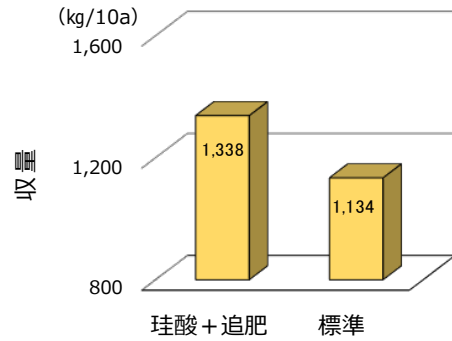


図2-11 「つきすずか」の乾物収量

オ 出穂期以降の水管理

「つきすずか」は感光性の強い品種であるため、県内の出穂期は概ね9月20日前後になります（写真2-6）。出穂期～穂揃い期までは稈が弱い印象があるため水管理に留意して下さい。

地耐力を確保するため、出穂期後早めの落水が重要になります。また、倒伏防止や多収を得るために、最低でも出穂後20~30日は湛水状態を維持して下さい。



写真2-6 出穂期の「つきすずか」

カ 収穫・調製

「つきすずか」の糖含量は、出穂期以降に増加します。収穫は早くても出穂から30日目以降にしましょう（図2-12）。

「つきすずか」をサイレージ調製する際、添加剤を利用しなくとも十分乳酸発酵しますが、乳酸菌製剤（畜草2号）を添加することで、より高品質で開封後の好気的変敗の少ないWCSが安定的に生産できます（図2-13）。

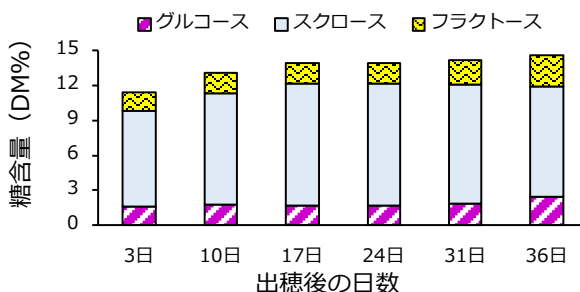


図2-12 「つきすずか」出穂以降の糖含量の推移

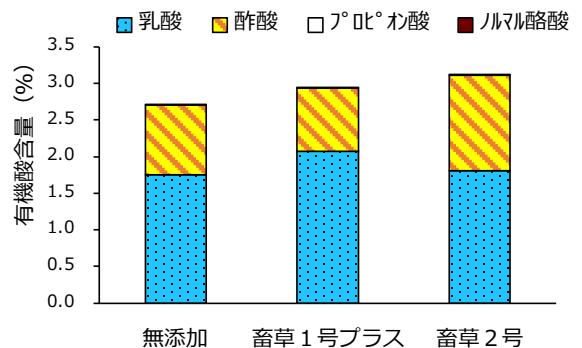


図2-13 「つきすずか」WCSの発酵品質（保存3カ月目）

注) プロピオン酸とノルマル酪酸は検出されず

月旬	4月			5月			6月			7月			8月			9月													
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下											
生育・作業				播種期 育苗期			→ 移植期			分けつ前期			分けつ後期			幼穂形成期			→ 出穂期										
				種子消毒・播種 堆肥・基肥散布			代かき 移植			除草剤施用②			追肥			出穂期のつ													
水管理							深水			浅水			間断灌水			中干し			落										
							深水			浅水			間断灌水			倒伏防止や地耐力を高め			落										
飼料用大麦	→			出穂期			糊熟期			→																			
	→			出穂期			糊熟期			→			大麦収穫			大麦の収穫風景													
管理のポイント	<h3>基肥・追肥</h3> <ul style="list-style-type: none"> ◆基肥として、牛ふん堆肥は2t/10a施用する。 ◆追肥は出穂40日前を目安に実施し、施肥量は窒素成分で4~5kg/10a程度とする。曝気尿液肥や硫安等の単肥を水口施用することで、安価で省力的な栽培が可能。 ◆基肥で、牛ふん堆肥を2t/10a、化成肥料（14-14-14）を11.2kg/10a、珪酸資材（アルカリ分43%、可溶性ケイ酸23%、く溶性苦土2.3%）80kg/10a施用し、追肥で硫安（窒素4.2kg/10a）を施用することで多肥栽培も可能。ただし、極端な多肥栽培は倒伏の危険性があるため注意する。 									<h3>病害虫・雑草防除</h3> <ul style="list-style-type: none"> ◆病害虫防除は必要に応じて温湯浸漬法や箱剤等の農薬使用に防除する。 ◆雑草の混入は栄養価や発酵品質の低下の要因となり、特に台風の影響を受けると倒伏しやすいため、できる限り雑草防除を行うこと。 ◆農薬利用に当たっては、稲発酵粗飼料に適した農薬を適切に使用すること。 																			
	<h3>移植</h3> <ul style="list-style-type: none"> ◆栽植密度は50~60株/坪を基準とする。分けつ数が少ない品種であるため、極端な疎植や密植は避ける。また、栽植密度を疎植にすることでイネの倒伏防止や多収が期待できる。 									<table border="1"> <thead> <tr> <th>薬剤名</th> <th>施用時期</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>サラブレットKAI粒剤</td> <td>移植時 移植直後~ノビエ2.5葉期 (但し、移植後30日まで)</td> <td>田植 湛水</td> </tr> <tr> <td>クリンチャーバスME液剤</td> <td>移植後15日~ノビエ5葉期 (但し、収穫50日まで)</td> <td>落水</td> </tr> <tr> <td>ワイドアタックSC</td> <td>移植後20日(イネ5葉期以降)~ ノビエ6葉期(但し、収穫30日前まで)</td> <td>落水</td> </tr> </tbody> </table>									薬剤名	施用時期		サラブレットKAI粒剤	移植時 移植直後~ノビエ2.5葉期 (但し、移植後30日まで)	田植 湛水	クリンチャーバスME液剤	移植後15日~ノビエ5葉期 (但し、収穫50日まで)	落水	ワイドアタックSC	移植後20日(イネ5葉期以降)~ ノビエ6葉期(但し、収穫30日前まで)
薬剤名	施用時期																												
サラブレットKAI粒剤	移植時 移植直後~ノビエ2.5葉期 (但し、移植後30日まで)	田植 湛水																											
クリンチャーバスME液剤	移植後15日~ノビエ5葉期 (但し、収穫50日まで)	落水																											
ワイドアタックSC	移植後20日(イネ5葉期以降)~ ノビエ6葉期(但し、収穫30日前まで)	落水																											

WCSイネで使用可能な農薬の種類は、「稲発酵粗飼料用稲に係る農薬使用について」(農林水産省生産局畜産)

おける「つきすずか」栽培暦

	10月			11月			12月			1月			2月			3月			
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
	→ 収穫適期			→ 収穫調製															
つきすずか																			
				ケンパー体系による収穫風景			細断型ロールベアラ			ラップサイレージの様子									
水	倒伏防止や多収を得るため																		
				播種期			→			→									
				耕起 施肥			麦踏み①			麦踏み②			麦踏み③						
より風等行う。使う	<h3>水管理</h3> <ul style="list-style-type: none"> ◆倒伏防止や収穫作業機のスムーズな作業を確保するため、強めの中干しを行い、地耐力を高める。 ◆落水は台風による倒伏防止や多収を得るために出穂後20～30日は湛水状態を保つ。 																		
使用方法	<h3>収穫調製</h3> <ul style="list-style-type: none"> ◆収穫は糖含量の蓄積状況を確認し、早くても出穂期から30日目以降に行う。 ◆イネWCSには、高糖分高消化性イネ専用の乳酸菌製剤（畜草2号）を添加し、乳酸発酵を促進することで、品質を安定的に維持し、開封後の二次発酵を抑制して高品質で安定的なWCS生産が可能。 																		
同時散布機で施用散布																			
散布又はごく浅くして湛水散布	ロータリーヘッド装着型収穫機による収穫風景																		
散布又はごく浅くして湛水散布																			
	C-1000マルチコンパクターによるラッピング風景																		

産部飼料課長通知)を確認してください。ACFinderを使用すると、使用可能な農薬名一覧を作成できます。

2.3 南関東（稲麦二毛作地帯：埼玉県）

「つきすずか」の移植栽培・収穫のポイント

ア 育苗

「つきすずか」は、一般的な食用品種よりも草丈の伸びが早いため、通常より短い育苗期間で移植します（表2-4）。ルートマットは、播種10日目時点では不十分ですが、播種15日前後から苗取板無しでも持ち上げられる程度に発達します（写真2-7）。播種後30日程度まで植え付け可能ですが、作業上は播種後15～20日苗が適当です。

表2-4 育苗日数と苗の状態

品種	WCS用「つきすずか」			食用 「彩のきずな」
	15日	20日	25日	25日
草丈 (cm)	13.2	15.0	19.5	13.6
葉位 (枚)	2.4	2.8	3.1	3.2
風乾重 (mg/本)	19	27	32	28

注) 「つきすずか」の播種量は育苗箱当たり乾籾100gで、2019年5月27日播種。「彩のきずな」の播種量は育苗箱当たり乾籾80gで、2019年5月31日播種。埼玉県農業技術研究センター玉井試験場（熊谷市）での試験結果。



写真2-7 「つきすずか」の育苗日数とルートマット形成

イ 施肥

(1) 基肥

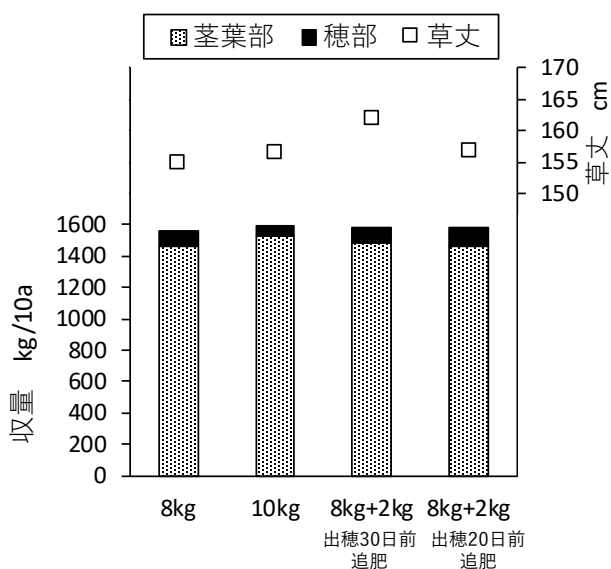
試験の結果、窒素施肥量8~10kg/10aの間では収量に大きな差がなく、10kg/10a以上施用した圃場では気象や地力などの条件によっては倒伏する事例が見られました。そのため、1作目は原則8kg/10a程度とし、2作目以降は前作の生育を見て8~10kg/10aの間で施肥量を調整します(図2-14)。

(2) 追肥

出穂30日前施用では草丈が大きくなるものの収量は増加せず、出穂20日前施用では穂部割合が増加するため、なるべく施用せずに栽培します(図2-14)。

(3) 堆肥施用

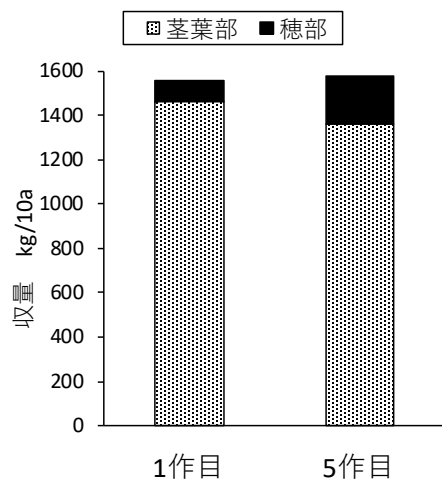
「つきすずか」はカリウムの要求量が多く、堆肥施用なしで連作するとカリウムが欠乏し、穂部割合が上がります(図2-15)。連作する場合は、毎年完熟した牛ふん堆肥を2t/10a程度施用するようにしましょう(図2-16)。



注)

- ・肥料の量は窒素換算
- ・基肥はオール14、追肥はNK肥料(17-0-17)
- ・埼玉県農業技術研究センター玉井試験場の2015年-2019年の平均的な気象経過の場合。
- ・収量は風乾重。
- ・初回作付圃場と仮定。

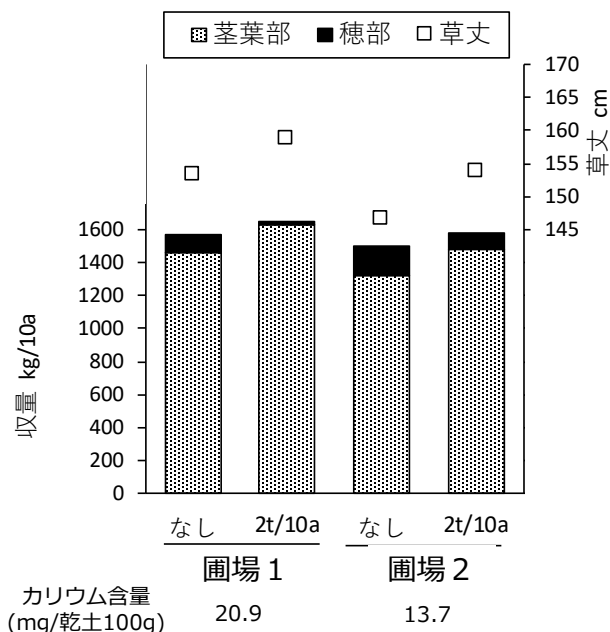
図2-14 施肥法による「つきすずか」の栽培形質の差



注)

- ・基肥はオール14で窒素換算10kg/10a施用。
- ・埼玉県農業技術研究センター玉井試験場の2015年-2019年の平均的な気象経過の場合。
- ・収量は風乾重。

図2-15 堆肥無施用での連作による穂部割合の増加



注)

- ・基肥はオール14で窒素換算10kg/10a施用。
- ・連作回数3、4回の圃場に籾殻牛ふん堆肥(めぬま堆肥くん)を施用して試験。
- ・埼玉県農業技術研究センター玉井試験場2019年の気象経過の場合。
- ・収量は風乾重。

図2-16 連作圃場における土壤中カリウム含量と堆肥施用効果

ウ 栽植密度

基肥窒素10kg/10aの条件下では、37株/坪栽培での収量は58株/坪栽培より若干低くなるものの(表2-5)、強風時の倒伏面積割合が小さくなります(図2-17)。そのため、低コスト化、倒伏の面から、極力株間をあけた設定で田植えを行います。なお、基肥窒素14kg/10aの条件下ではほぼ同等の収量となりますが(表2-5)、倒伏リスクが高まります(図2-17)。

表2-5 「つきすずか」の栽植密度別の生育状況

栽植密度	基肥N (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	草丈 (cm)	穂部割合 (%)
37株/坪	10	1,601	155.6	9.3
58株/坪	10	1,773	152.7	11.0
37株/坪	14	1,749	159.2	9.5
58株/坪	14	1,744	162.3	9.5

注) 熊谷市内の現地圃場で栽培した「つきすずか」の線形混合モデル解析による推計値

■ 基肥N 8~12kg/10a □ 基肥N 14kg/10a

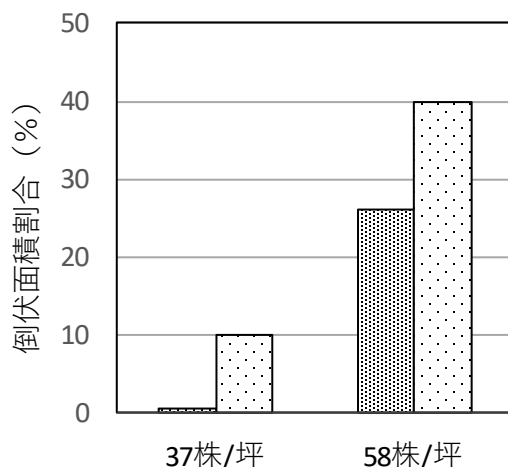
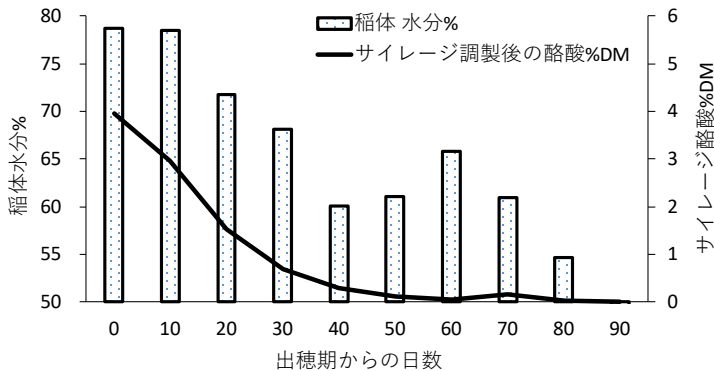


図2-17 「つきすずか」の栽植密度別の倒伏面積割合

エ 収穫・調製

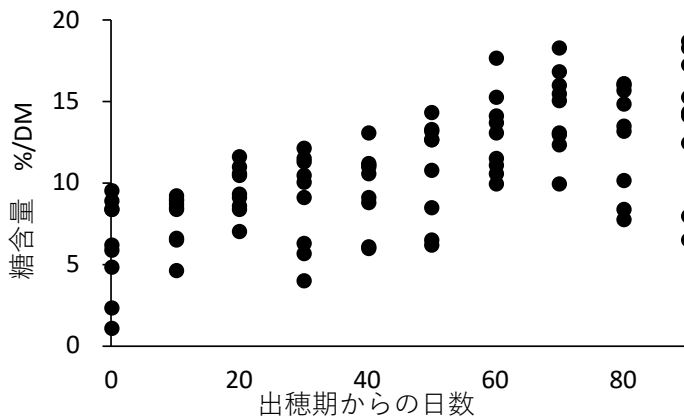
出穂期から約30日を過ぎると稲体の水分は70%以下と良好なサイレーヅ調製の目安となる水分となり、30日を過ぎてから調製したサイレーヅからは酪酸がほとんど検出されません（図2-18）。このため、これまでの飼料用イネ品種と同様、出穂期から30日程度（出穂始期から35日程度）の黄熟期での収穫が推奨されます。

一方で、サイレーヅ調製時の乳酸菌の増殖に必要な稲体の糖分含量は、出穂期以降の時間経過とともに高まるため（図2-19）、収穫が出穂期から60日程度まで遅れても問題はなく、糖分の面からは有利です。なお、低温期のサイレーヅ調製となるため、「畜草2号」などの低温増殖性が高い乳酸菌を必ず添加します。



注) 2016~2018年に埼玉県農業技術研究センター玉井試験場で採材した稲体の水分と、それを材料にパウチサイレーヅを調製し4か月以上貯蔵した後に酪酸含有率を分析した値（畜草2号添加）。

図2-18 「つきすずか」稲体の水分率とサイレーヅ調製後の酪酸含有率



注) 2015~2017年に埼玉県農業技術研究センター玉井試験場で採材した稲体の糖含量。出穂期から40日以降で急激に上昇し、60日程度でほぼピークに達する。

図2-19 「つきすずか」稲体の糖含量の推移

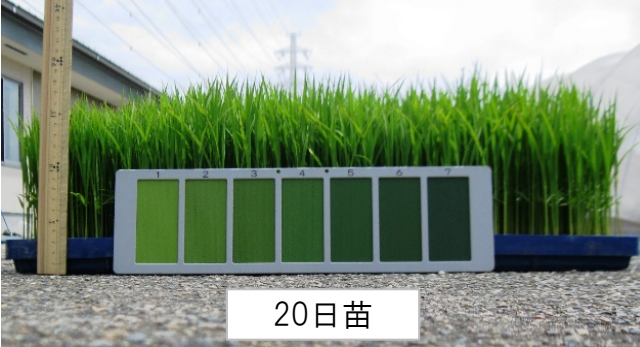
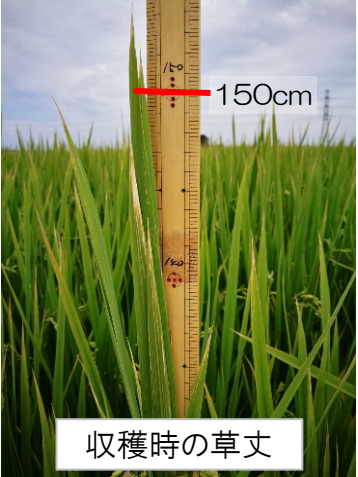



参考写真 集草作業






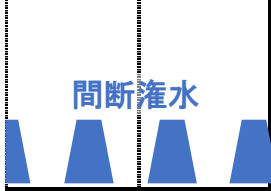
参考写真 ロールベール梱包作業

南関東二毛作地域(埼玉県)における牧草収穫機

月 旬	5月			6月			7月			上								
	上	中	下	上	中	下	上	中	下									
生育・作業	秋季に堆肥施用			播種	育苗日数は15~20日 速効性肥料の基肥一発施肥		移植	移植適期は6月下旬~7月初旬										
	種子消毒 浸種			箱施薬	除草剤施用		 20日苗  150cm  収穫時の草丈											
水管理							地耐力確保のため強めに中干し											
							中干し											
管理のポイント	土づくり・施肥																	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 土壌からの養分収奪量が多いので、麦播種前に完熟した牛ふん堆肥を2t/10a施用する。 ▶ 追肥は草丈伸長や穂部割合増加につながるので避け、初期分けつ確保のため速効性肥料の基肥一発施肥とする。 ▶ 初めて作付けする圃場では、窒素成分施用量を8kg/10a程度とする。 																	
	施肥量 <table border="1"> <thead> <tr> <th>連作年数</th> <th>窒素成分施用量</th> <th>施肥例(オール14)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1年目</td> <td>8kg/10a</td> <td>60kg/10a</td> </tr> <tr> <td>2年目以降</td> <td>8~10kg/10a</td> <td>60~70kg/10a</td> </tr> </tbody> </table>										連作年数	窒素成分施用量	施肥例(オール14)	1年目	8kg/10a	60kg/10a	2年目以降	8~10kg/10a
連作年数	窒素成分施用量	施肥例(オール14)																
1年目	8kg/10a	60kg/10a																
2年目以降	8~10kg/10a	60~70kg/10a																
育苗																		
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 大粒種子のため、播種量は乾粉で100~120g/箱とする。 ▶ 高温期の育苗は苗の伸長が早いため、育苗日数15~20日を目安に播種する。 																		
病害																		
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 病害虫対策は、いもち病及びびんとう病に注意し、適切な薬剤を早急に実施する。 																		
箱施薬薬剤例																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>薬剤名</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ルーチンデュオ箱粒剤</td> </tr> <tr> <td>ツインターボフェルテラ箱粒剤</td> </tr> <tr> <td>ルーチンアドスピノ箱粒剤</td> </tr> </tbody> </table>										薬剤名	ルーチンデュオ箱粒剤	ツインターボフェルテラ箱粒剤	ルーチンアドスピノ箱粒剤					
薬剤名																		
ルーチンデュオ箱粒剤																		
ツインターボフェルテラ箱粒剤																		
ルーチンアドスピノ箱粒剤																		
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 雑草対策は、初中期一発剤のEである。 																		

WCSイネで使用可能な農薬の種類は、「稲発酵粗飼料用稲に係る農薬使用について」(農林水産省生産局)

利用予乾サイレージ体系麦跡「つきすずか」栽培暦

8月		9月			10月			11月								
中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下						
		出穂始			収穫・調製											
		収穫適期は出穂始から35日以降			刈取・予乾 反転・集草 ロール梱包 ラッピング			予乾目標水分60%以下 梱包時乳酸菌添加必須								
収穫時の草姿 		収穫時の穂 			予乾サイレージ調製 											
間断灌水 		地耐力確保のため早めに落水 落水														
移植 が伸長しやすいため、6月下旬～7月初旬 糊熟期以降に台風に遭遇すると挫折倒直にして稈を太くする。					水管理 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 牧草収穫用大型機械作業に対する地耐力を確保するため、強めに中干しをして圃場を十分乾燥させる。 ➢ 中干し後は間断灌水とし、8月末を目安に落水するが、天候条件等で中干しが不十分な場合は間断灌水せず、そのまま落水する。 											
虫・雑草防除 チョウ目害虫を対象とした箱施薬を必ず					収穫・サイレージ調製 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 稲体の水分が70%程度まで低下し、糖含量が10%以上になる出穂始から35日後～65日後が収穫適期となる。 ➢ 予乾体系では、原料水分50～60%程度に予乾してからロールする。 ➢ 低温期のサイレージ調製となるため、「畜草2号」などの低温増殖性が高い乳酸菌を必ず添加する。 											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>施用時期</th> <th>使用方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>播種前</td> <td>育苗箱の床土又は覆土に均一に混和する。</td> </tr> <tr> <td>播種時(覆土前)～移植当日</td> <td>育苗箱の上から均一に散布する。</td> </tr> </tbody> </table>		施用時期	使用方法	播種前	育苗箱の床土又は覆土に均一に混和する。	播種時(覆土前)～移植当日	育苗箱の上から均一に散布する。	田植同時処理か移植後水口施用が省力的								
施用時期	使用方法															
播種前	育苗箱の床土又は覆土に均一に混和する。															
播種時(覆土前)～移植当日	育苗箱の上から均一に散布する。															

司畜産部飼料課長通知)を確認してください。ACFinderを使用すると、使用可能な農薬名一覧を作成できます。

2.4 東海（台風常襲地帯：三重県）

高糖分高消化性WCS用イネ品種のうち、地域において普及が始まっている「たちすずか」の台風による倒伏を防ぐ栽培法と「たちあやか」の導入による作期分散技術を示します。

ア 栽培適期

5月下旬に移植した「たちすずか」は、9月初めに収穫を迎え、約1ヶ月後の10月初めに収穫時期である黄熟期となります。同時期に播種及び移植を行った「たちあやか」は、「たちすずか」に比べて2週間程度早い8月中旬に出穂を迎えて1ヶ月弱で9月上中旬に黄熟期となります。いずれの品種も麦後を想定した6月下旬移植に比べて5月下旬移植が収量は多くなります。また、移植から黄熟期に達する日数に差が見られることから同時期に移植を行っても2週間程度の収穫作業の分散が可能です（表2-6）。

表2-6 「たちすずか」と「たちあやか」の出穂期及び黄熟期と収量

品種	作期 (移植時期)	年次	播種日 (月/日)	移植日 (月/日)	出穂期 (月/日)	黄熟期 (月/日)	移植日から黄熟期 までの積算気温 (℃)	収量 (DWkg/10a)
たちすずか	5月下旬	2015	5/12	5/28	9/3	10/2	3,164	1,603
		2016	5/9	5/26	9/1	9/30	3,245	1,743
		2017	5/6	5/22	9/2	10/4	3,594	1,676
		2018	5/7	5/24	9/4	10/3	3,407	1,903
	6月下旬	2015	6/12	6/25	9/16	10/19	2,851	1,474
		2016	6/3	6/20	9/8	10/11	2,946	1,607
たちあやか	5月下旬	2015	5/12	5/28	8/17	9/14	2,743	1,478
		2016	5/9	5/26	8/16	9/9	2,734	1,460
		2017	5/6	5/22	8/15	9/14	2,941	1,465
		2018	5/7	5/24	8/13	9/6	2,781	1,560
	6月下旬	2015	6/12	6/25	9/2	10/1	2,506	1,312
		2016	6/3	6/20	8/30	9/26	2,599	1,373

注)

栽培場所は農業研究所内圃場D（松阪市嬉野川北町）

育苗は育苗器（30℃48h）で出芽後、無加温の硬化ハウスで緑化及び硬化
栽植密度は50株/坪

積算気温はアメダス津観測点の日平均気温の積算（移植日含み黄熟日含まず）

収量は黄熟期の地際部10cmを除いた地上部の乾物重

イ 倒伏に強い栽培・肥培管理

（1）倒伏に強い「たちすずか」の姿

人工台風発生機（風速20m/s,流水量6L/min,2分間）を用いて倒伏指数（地上部モーメント（g・cm）/葉鞘付挫折時モーメント（g・cm））と挫折倒伏の関係を見ると、倒伏指数「1.1」を超えると挫折倒伏が見られる頻度が増えます（図2-20）。

倒伏指数と黄熟期の草丈とは正の相関関係が認められ、黄熟期の草丈が約150cmの時に倒伏指数が「1.1」となります（図2-21）。

このことから、草丈を150cm以下に抑えることにより倒伏のリスクを軽減できる可能性が高まります。さらに、草丈150cm以上になるとコンバインタイプの収穫機では作業性が劣ります。



図2-20 人工台風発生機で2分間風水を当たった後の「たちすずか」の様子

左：倒伏指数1.0（挫折茎は見られない）

右：倒伏指数1.3（一部、挫折茎が見られる）

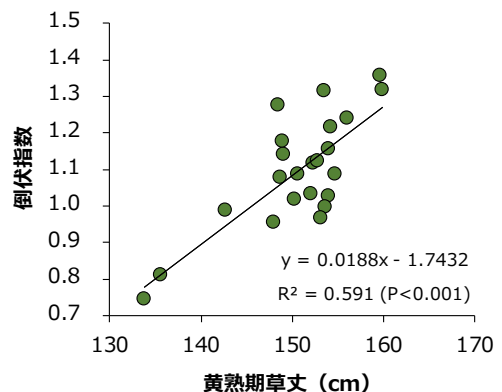


図2-21 倒伏指数と草丈の関係

注1) 農業研究所内圃場(2017,2018年)

注2) 栽植密度：50株/坪 5月下旬移植

(2) 栽植密度

一般的に育苗のコスト等を考慮し飼料稲は疎植栽培されることが多いですが、栽植密度と草丈、収量は図3に示す通り関係があり、草丈が150cmの時の収量は、栽植密度が50株/坪で37株/坪より多くなります(図2-22)。草丈を抑えつつ収量を確保するには極端な疎植は避け栽植密度を50株/坪程度とするのが適当と考えられます。

(3) 倒伏に強い施肥法

草丈と窒素吸収量との関係から、草丈が150cmとなるのは地上部窒素吸収量が12~14kg/10aの時です(図2-23)。

一般的な圃場で栽培する場合、地力由来で6~7kg/10aの窒素吸収があり、分施肥系(基肥6kg/10a→追肥6kg/10a)の場合、5~6割の施肥窒素が利用されます。また、緩効性の被覆尿素肥料(LP70)を基肥施用した場合も同等の施肥窒素利用率となります(表2-7)。このことから、分施肥系、緩効性肥料の全量基肥体系いずれにおいても総施肥窒素量は10~12kg/10aを基準とし、圃場の地力に応じ加減します。

表2-7 施肥と利用率の実績

年次	施肥体系	窒素吸収量 (kg/10a)	地力由来 (kg/10a)	施肥由来 (kg/10a)	施肥利用率 (%)
2016	基肥N6-追肥N6	13.5	6.4	7.1	59.0
2017	基肥N6-追肥N6	12.3	6.7	5.5	46.2
2017	緩効性(LP70)	12.8	6.7	6.1	50.6
2018	基肥N6-追肥N6	14.1	7.1	7.0	58.5
2018	緩効性(LP70)	14.2	7.1	7.1	59.0

(4) 倒伏に強い水管理

「たちすずか」の水管理は早期落水が適します。移植40~50日後に中干しを行い、出穂期以降は落水管理とします。穂首分化期の地上部窒素吸収量と黄熟期の地上部乾物収量の関係は年次によって異なりますが、早期落水と慣行で違いは認められません(図2-24)。早期落水を行った場合、穂首分化期の地上部窒素吸収量が10kg/10a程度(草丈:90cm程度、莖数:360本/m²程度、SPAD値:36~38)あれば、乾物実収1.3t/10aは十分に達成できると考えられます。また、早期落水により地耐力の向上、転び型倒伏の防止(写真2-8)、収穫時作業性向上、泥の混入低減によるサイレージ品質の向上が期待できます。なお、圃場が極端に乾燥する場合はさし水が必要です。

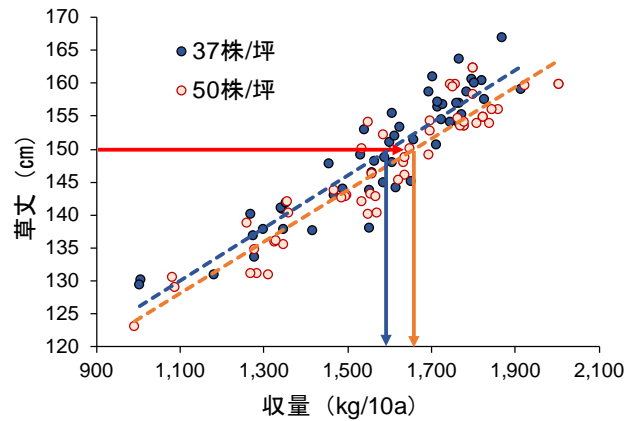


図2-22 栽植密度、草丈と収量の関係

注1) 農業研究所内圃場(2017,2018年)、5月下旬移植
注2) 栽植密度は田植機の設定値

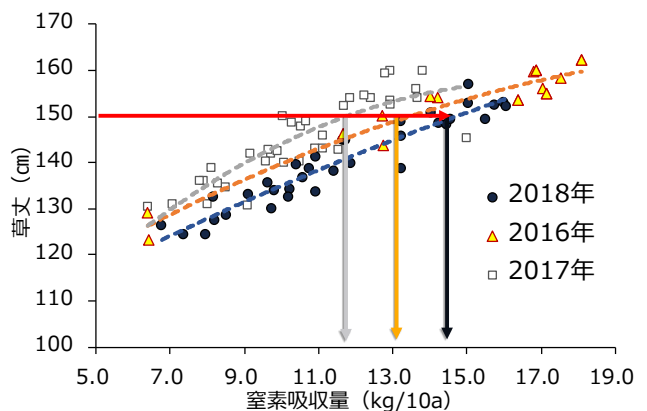


図2-23 草丈と窒素吸収量の関係

注1) 農業研究所内圃場(2017,2018,2019年)
注2) 5月下旬移植,栽植密度50株/坪

(表2-7の注)

- ・分施肥系は基肥(オール14)を側条施肥。
- ・追肥はNK化成(17-0-17)を表層施肥。
- ・農業研究所内圃場D(松阪市嬉野川北町) 細粒灰色低地土

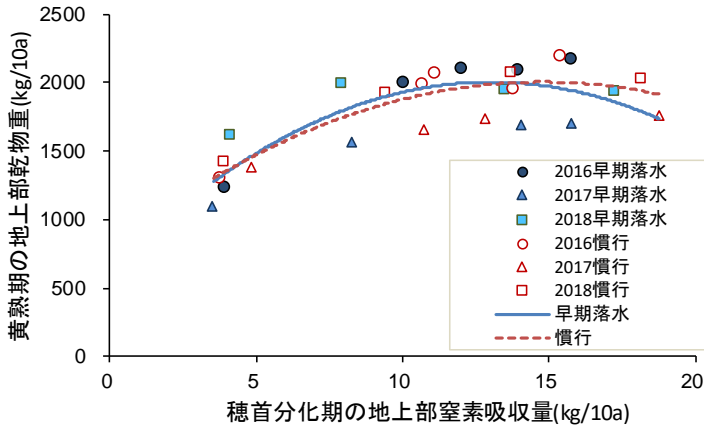


図2-24 水管理方法別の穂首分化期の地上部窒素吸収量と黄熟期地上部乾物重の関係

注1) 落水時期は2018年は穂首分化期以降、その他の年は出穂期以降とした。
 注2) 移植時期：5/31～6/2 出穂期：9/4～5



写真2-8 慣行の水管理で発生した転び型倒伏

ウ 現地実証結果

2017～2019年の3か年、県内2か所（平坦部：伊勢市と中山間部：伊賀市）で実証を行いました。伊勢平野南端に位置する伊勢市の土地利用型経営体である有限会社Iは、WCS生産に加えて、水稻（含む作業受託）、コムギ、無人ヘリ防除受託に取り組む大規模農業生産法人です。WCS生産における課題は、台風常襲地に位置するため倒伏による収穫作業遅延や品質低下が起こることに加えて、後作のコムギ栽培との作業競合です。そこで、耐倒伏性を考慮した栽培法の導入とともに「たちあやか」を導入することにより収穫作業を前進化する実証を行いました。3年間の結果から、概ね乾物収量は1t/10aとなり、「たちすずか」（今年度は種子の関係で「つきすずか」を一部作付）に「たちあやか」を加えることで作業分散及び前進化が図られました（図2-25、図2-26）。

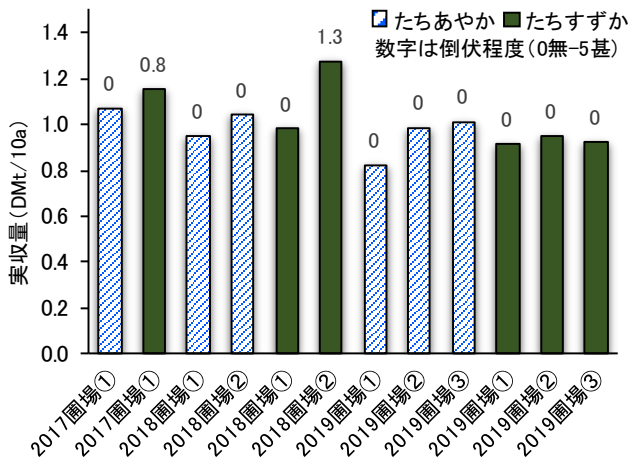


図2-25 実証（伊勢市）における圃場毎の実収量

注1) 栽植密度50株/坪
 注2) 移植日(2017,2018,2019):6/8,6/1,6/3
 注3) 施肥：(2017)ヒコトR592(N10kg/10a)
 (2018)たちあやか LP50(N9.4 kg/10a),
 たちすずか LP70(N8.8 kg/10a)
 (2019)たちあやか LP50(N8.9 kg/10a),
 たちすずか LP70(N7.2kg/10a)

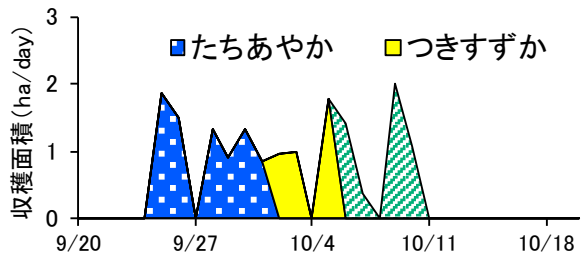


図2-26 有限会社Iによる日毎の収穫実績（2019年）

伊賀市の実証は伊賀地域WCS生産組合に所属するM氏の圃場で実施しました。当地域では「たちすずか」の栽培面積が年々増加し、安定多収栽培技術の確立や作期を分散できる品種の導入が課題でした。2018年の実証では「たちすずか」の実乾物収量は1.26t/10aで、ほぼ目標どおりでした（図2-27）。2019年の実乾物収量は1.12t/10aとやや少なくなりました。移植時期がやや遅く、生育途中の極端な日照不足により必要茎数が確保できなかったことが減収の主要因と考えられました。

「たちあやか」の実乾物収量はいずれの年次も「たちすずか」より劣りました。一方、「たちあやか」は「たちすずか」より黄熟期が1～2週間程度早く、収穫作業の分散に有効と考えられました。いずれの品種も単収向上のためには適期移植の他に、苗質の向上や適切な病害虫防除が重要と考えられました。

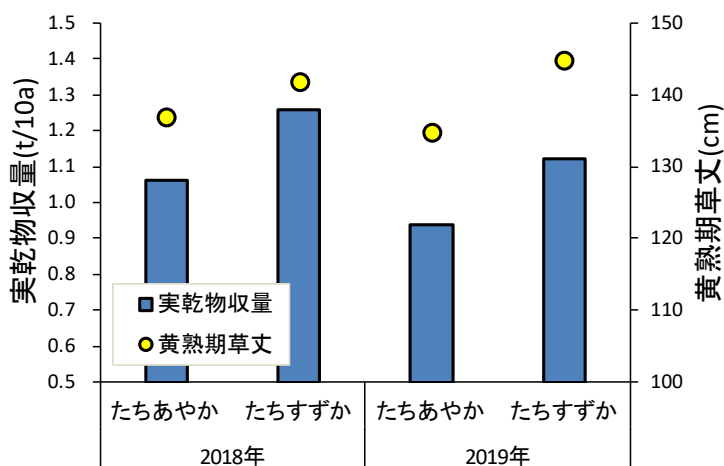


図2-27 実証試験における実乾物収量（伊賀市）

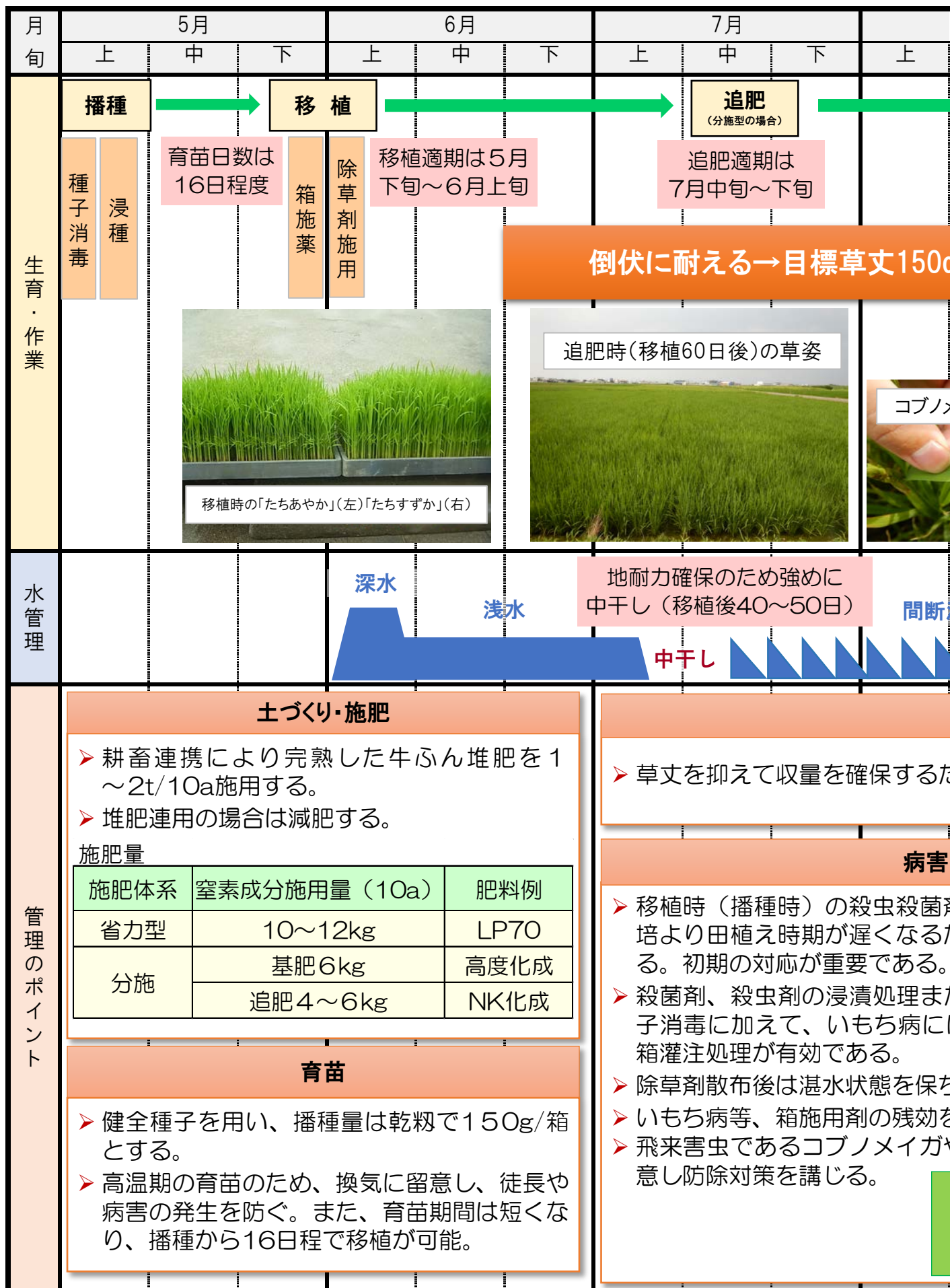
注) 倒伏の発生は2018年の「たちすずか」でわずかに認められた

表2-8 実証試験における耕種概要（伊賀市）

年度	品種	施肥	移植日	出穂期	黄熟期
2018	たちあやか	リニア型被覆尿素肥料50日タイプ 窒素12kg/10a	6月2日	8月22日	9月19日
	たちすずか	リニア型被覆尿素肥料70日タイプ 窒素12kg/10a	6月2日	9月6日	10月2日
2019	たちあやか	リニア型被覆尿素肥料50日タイプ 窒素12kg/10a	6月18日	9月3日	9月30日
	たちすずか	リニア型被覆尿素肥料70日タイプ 窒素12kg/10a	6月18日	9月9日	10月7日

栽植密度：50株/坪 施肥方法：全量基肥、側条施肥

台風常襲地帯(三重県)に



WCSイネで使用可能な農薬の種類は、「稲発酵粗飼料用稲に係る農薬使用について」(農林水産省生産局)

における「たちすずか」栽培暦

8月		9月			10月			11月		
中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
		出穂						収穫・調製		
		 <p>出穂時の草姿</p>						秋季に堆肥施用 (1~2t/10a)		
 <p>メイガの幼虫</p>		出穂を確認したら落水 (極端に圃場が乾燥する場合は走り水を行う)								
 <p>灌水</p>		<p>落水</p>								
移植 <p>こめ、栽植密度を50株/坪とする。</p>					水管理 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 移植後は深水管理で蒸散を抑え、活着を促すとともに除草剤の効果を安定させる。その後は浅水とし分けつの発生を促す。 ➤ 移植後40~50日で中干しを行い、その後は間断灌水とし、出穂を目安に落水するが、極端に圃場が乾燥する場合は走り水を行う。 					
虫・雑草防除 <p>剤の箱施薬が省力的である。一般的な栽培ため、生育初期といもち病最盛期が重な</p> <p>たは温湯消毒(60℃・10分)による種は殺菌剤による播種~播種7日後の育苗</p> <p>う、雑草防除を徹底する。</p> <p>を考慮し発生状況に応じて防除を行う。</p> <p>やウンカ類についても発生予察情報に注</p>					収穫・サイレージ調製 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 出穂後60日を経過しても水分55%以上、糖含量10%を維持し、飼料成分値及び乳牛へ給与した際の消化性も低下しないことから、出穂後30日から60日までが適期となる。 ➤ 倒伏や水分含量の低下など、サイレージ調製に懸念がある場合は、サイレージ添加資材の使用が望ましい。 					
病害虫の発生情報は三重県病害虫防除所 www.pref.mie.lg.jp/byogai/hp/index.htm										

司畜産部飼料課長通知)を確認してください。ACFinderを使用すると、使用可能な農薬名一覧を作成できます。

2.5 九州（暖地：福岡県）

1) 暖地（九州北部）における乾田直播栽培のポイント

九州北部では温暖な気候を活かし、水田において食用稲麦二毛作が盛んに行われていますが、麦収穫から水稻移植までの期間が短く、春期に作業が集中することが収穫作業上の課題となっています。一方、登熟の早いオオムギWCSであれば4月下旬から5月上旬での収穫が可能であり、さらにWCS用イネの乾田直播（5月中・下旬播種）を組み合わせることで、春期の労働作業を分散させることができます。

WCS用イネの省力的生産技術として、乾田直播栽培が挙げられます。水の無い時期に播種することで労働分散が可能で、播種には麦用の播種機を活用でき、育苗や苗運搬等の作業を省けてワンマン作業が可能といったメリットがあります。一方で、代かきをしないため漏水や肥料の流亡が大きい、除草体系が移植栽培と異なり、複雑で臨機応変な対応が必要といったデメリットもあるので、特性を把握した栽培管理が必要です。

ア 漏水対策に不可欠な畔塗と鎮圧

乾田直播栽培において、最も重要なのは「水を溜める」圃場に仕上げることです。漏水すると除草剤や肥料の効果が低減するため、漏水対策として「畔塗」と播種前の「鎮圧」が不可欠となります。畔塗とは畔の側面に土を塗り付けて割れ目や穴を塞ぐことで、畦畔からの漏水や隣接田からの浸透を防ぐために行います。専用の畔塗機を用いてトラクターで実施すると省力的です（写真2-9）。鎮圧は耕起後にK型ローラー等によってトラクターのワダチが消える程度までしっかりと踏み固めることが重要です（写真2-10）。鎮圧は縦軸駆動ハローのローラーでも可能です。畔際はローラーでの鎮圧が困難なため、その部分はトラクターのタイヤで踏み固めます。土が乾きすぎた状態での鎮圧は漏水の原因となる“水みち”を塞ぐ効果が低いため、土壌水分が30%程度（土を手で握ると固まり、手が湿るぐらい）の時に作業すると効果が高まります。一方で、播種時は碎土率を高めて出芽苗立を向上させるため、乾燥した土壌条件が好ましく、鎮圧により土壌を固めて水はけの良い状態にして乾土化を高めることが有効です。



写真2-9 畔塗作業



写真2-10 鎮圧作業

イ 雑草防除は茎葉処理剤が中心

圃場の凹凸が大きい場合には、田面が高い部分に雑草が生えやすいため、レーザーレベラーにより均平にします。代かきを行わない乾田直播栽培では、減水深が大きいので、水位管理が難しく、湛水施用の除草剤は不向きです。そのため、茎葉処理剤による雑草防除が中心となります。除草剤の使用方法については別紙暦の「除草管理」を推奨しますが、発生する雑草の種類や量は圃場や年次で異なるため、適時の状況観察と早めの対応が必要です。その他農薬使用にあたっては最新の「農薬登録情報」や「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル」を遵守の上、適切に使用してください。

ウ 基肥一発施用で肥効性・省力性向上

乾田直播栽培では播種後から出芽時までの乾田期間が長く、肥料が流亡しやすいため、施肥は速効性よりも緩効性の肥料を利用した基肥一発施用とした方が肥効性と省力性を向上できます。

緩効性肥料は溶出率が一定に推移する種類（直線リニア型）のみを使うより、溶出抑制期間が設定されたシグモイド型を組み合わせる方が肥効を緩やかにすることができます（図2-28）。「たちすずか」の乾田直播栽培においては、L140（溶出抑制期間：なし、主溶出期間：140日）とS80（溶出抑制期間：40日、主溶出期間40日）を同量ずつ組み合わせることで、窒素利用率と茎葉由来粗タンパク質含有率の向上が図れます（図2-29）。また、窒素施肥量が10a当たり18kgでも22kgでも茎葉乾物収量に差はありませんので（図2-30）、窒素施肥量は18kgを基準とし、圃場の地力に応じて調整します。

緩効性肥料を用いるこの方法では肥料費が高くなりますが、堆肥を有効に活用することで窒素量の削減およびリン酸・カリの無施用が可能となり、肥料費を節減できます。ただし、堆肥施用1～2年目は肥料効果が発現せず、3年目以降から効果が出てきます（図2-31）。堆肥連用3年目には窒素施肥量を2割程度削減できます。

エ 飼料オオムギとの栽培体系

飼料オオムギとWCS用イネの乾田直播栽培を組み合わせた体系は図2-32のとおりで、この体系では春期の作業を分散し、育苗負担を軽減できるなど省力化につながります。一方で、乾田直播栽培は漏水対策が必要であり、状況に応じた除草剤の使用や増肥といった移植栽培と異なる点があります。乾田直播を実施するにあたり、土壌条件を把握した上で乾田直播に必要な処理を実施しないと漏水が多く、多量の水を必要とする場合があります。地域の農業者と十分協議し、理解を得た上で実施するようにしてください。

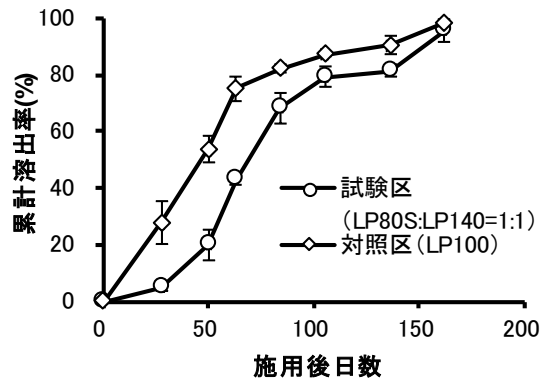


図2-28 緩効性肥料の窒素溶出率の推移

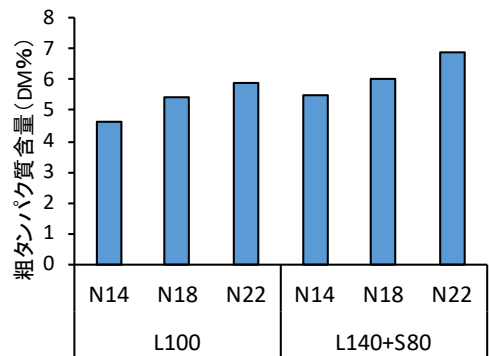


図2-29 肥料量・種類と茎葉由来粗タンパク質含有率との関係

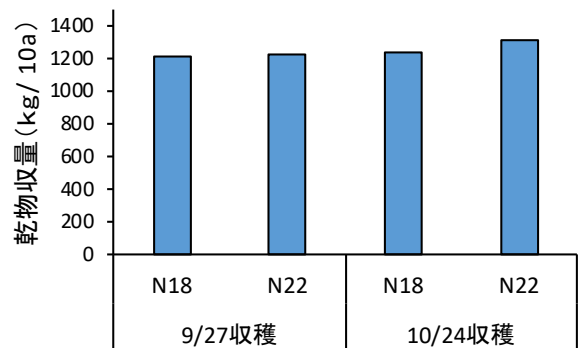


図2-30 窒素施肥量・収穫時期と茎葉乾物収量との関係

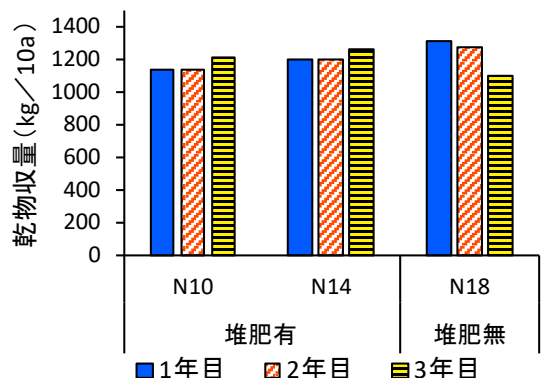


図2-31 堆肥施用の有無と茎葉乾物収量との関係

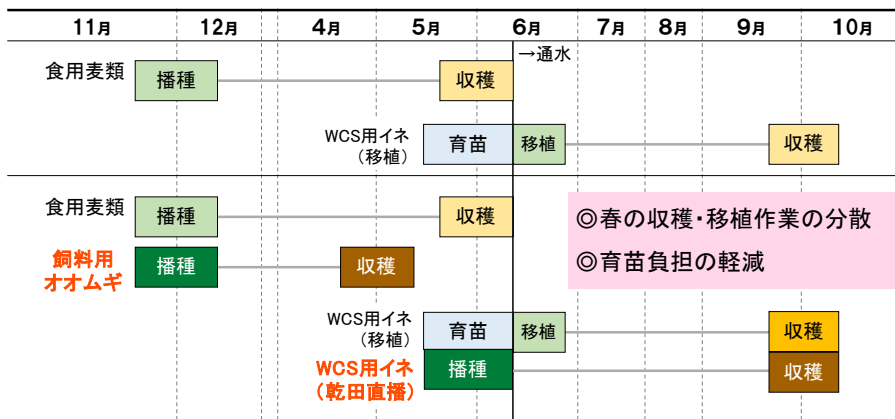


図2-32 飼料用オオムギと飼料用イネ乾田直播栽培体系のメリット

2) 新品種の活用

～高糖分高消化性・極長稈型「つきことか」による多収生産～

高糖分高消化性で極晩生品種である「つきことか」は「たちすずか」よりも出穂が3週間程度遅く、極長稈型で穂が少なく、さらに多収であることが特徴です。二毛作をしない地域や収穫時期が裏作の播種期と競合しない状況でWCS用イネの収量を増やしたい場合には適した品種です。ただし、極長稈型であるため、収穫する上で注意が必要な点があります。

ア 栽培特性と飼料価値 ～「たちすずか」との比較～

表2-9に示した時期に「つきことか」と「たちすずか」を収穫し、時期別の栽培特性と飼料価値を比較しました。I～III期において、「つきことか」は同時期の「たちすずか」に比べて茎葉部が多く、穂部が少ないことがわかりました(図2-33)。

表2-9 収穫時期と各品種の生育ステージ

品種	I期	II期	III期
	9/26～10/3	10/13～10/18	10/25～11/5
たちすずか	黄熟期 (30)	完熟期 (45)	完熟期 (60)
つきことか	開花期 (5)	糊熟期 (15)	黄熟期 (30)

注) 括弧内の数字は出穂後日数(目安)

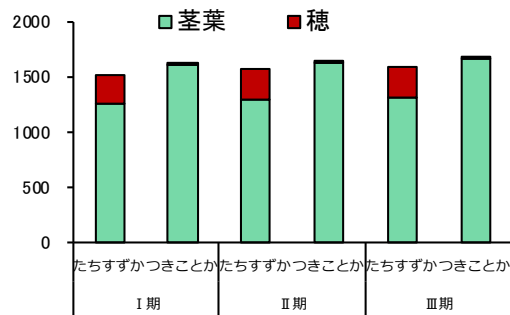


図2-33 収穫時期と両品種の乾物収量とその構成

WCS用イネは水分60～65%がサイレージ発酵に適当な水分範囲であり、イネの水分がこの範囲であればダイレクト収穫が可能です。開花期の「つきことか」は水分率70%と高いため(図2-34)、ダイレクト収穫には適しておらず、通常のリールベール体系においても予乾し、適正な水分率まで下げてから収穫する必要があります。糊熟期には水分率が65%程度となるため、黄熟期を待たずにダイレクト収穫できます。

「つきことか」のOCC(細胞内容物)とOa(高消化性繊維)含有率は「たちすずか」よりも常に高く推移します(図2-35)。

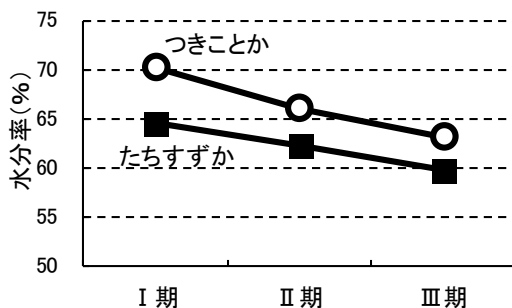


図2-34 水分含量の推移

茎葉部のOCCとOaの合計量はTDN（可消化養分総量：飼料のエネルギー）に正比例する成分であることから、「つきことか」はより栄養価値の高い品種であると言えます。従来の高糖分高消化性品種の糖含量は出穂後20～40日目頃にかけて急激に高まるため、それ以前のステージでの刈り取りは糖不足が懸念されますが、開花期における「つきことか」の糖含有率は黄熟期以降の「たちすずか」よりも高いため、サイレージ調製適性が優れます。

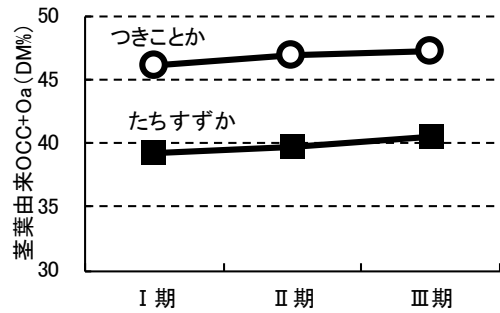


図2-35 茎葉由来OCC+Oa含有率の推移

ただし、糖分が高いことは酵母やカビの発生にもつながるため、「畜草2号」等の乳酸菌添加剤を使用することで寒冷期の良質発酵を促すとともに、二次発酵を防止する必要があります。

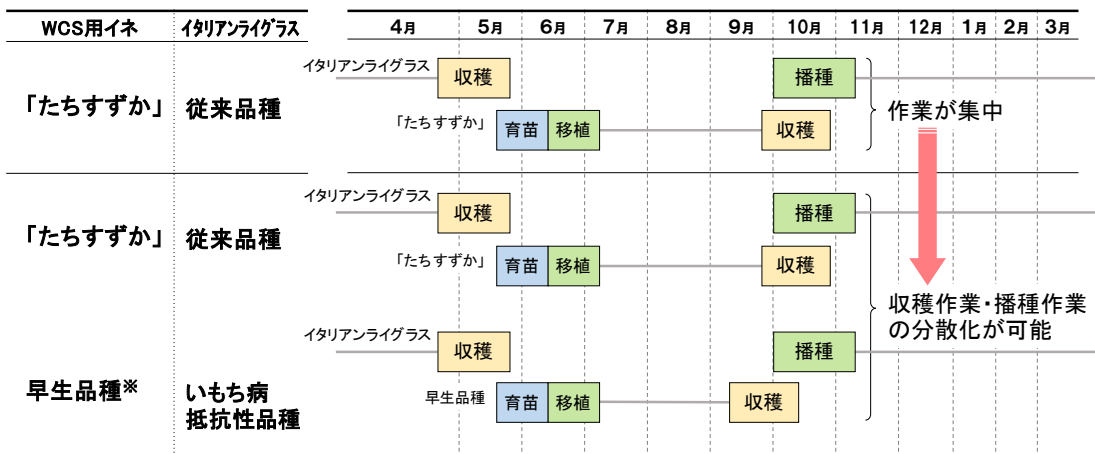
イ 収穫上の注意点

「つきことか」は「たちすずか」よりも草丈が20cm程度長く、草量も多いため、収穫の際にはロールベアラ作業時の詰まりが発生しないよう注意します。集草列の量を通常より少なくする他、トラクタの走行速度を落とすなど、収穫機械に負荷が掛かりすぎないように作業を行います。また、極長程で倒伏リスクが懸念されるため、疎植栽培や十分な中干しを行い、リスクの低減に努める必要があります。

以上のように、「つきことか」は開花期であっても高栄養で糖含量が多いですが、収穫時には予乾して水分率を下げる必要があります。糊熟期以降は水分率が65%程度となるため、ダイレクト収穫も可能です。

3) 異なる早晩性を組み合わせた粗飼料生産体系

WCS用イネとイタリアンライグラスとの二毛作体系においては、それぞれの収穫期と播種期が重なり、前者の収穫が長引くことで、後者の播種作業が遅延し、収量や品質が低下することが課題となっています。WCS用イネは主に「たちすずか」が作付されているため、早晩性の異なる複数の品種を使い分けることで、収穫時期を拡大し、この時期の作業を分散させることが期待できます（図2-36）。また、イタリアンライグラスの省力的播種技術は播種期の遅延を防止するためのひとつの方法として検討に値する技術と考えられます。



※農研機構西日本農業研究センターにて育成された早生系統「中国飼225号」など

図2-36 早晩性の異なるWCS用イネを組み合わせた作付体系のメリット

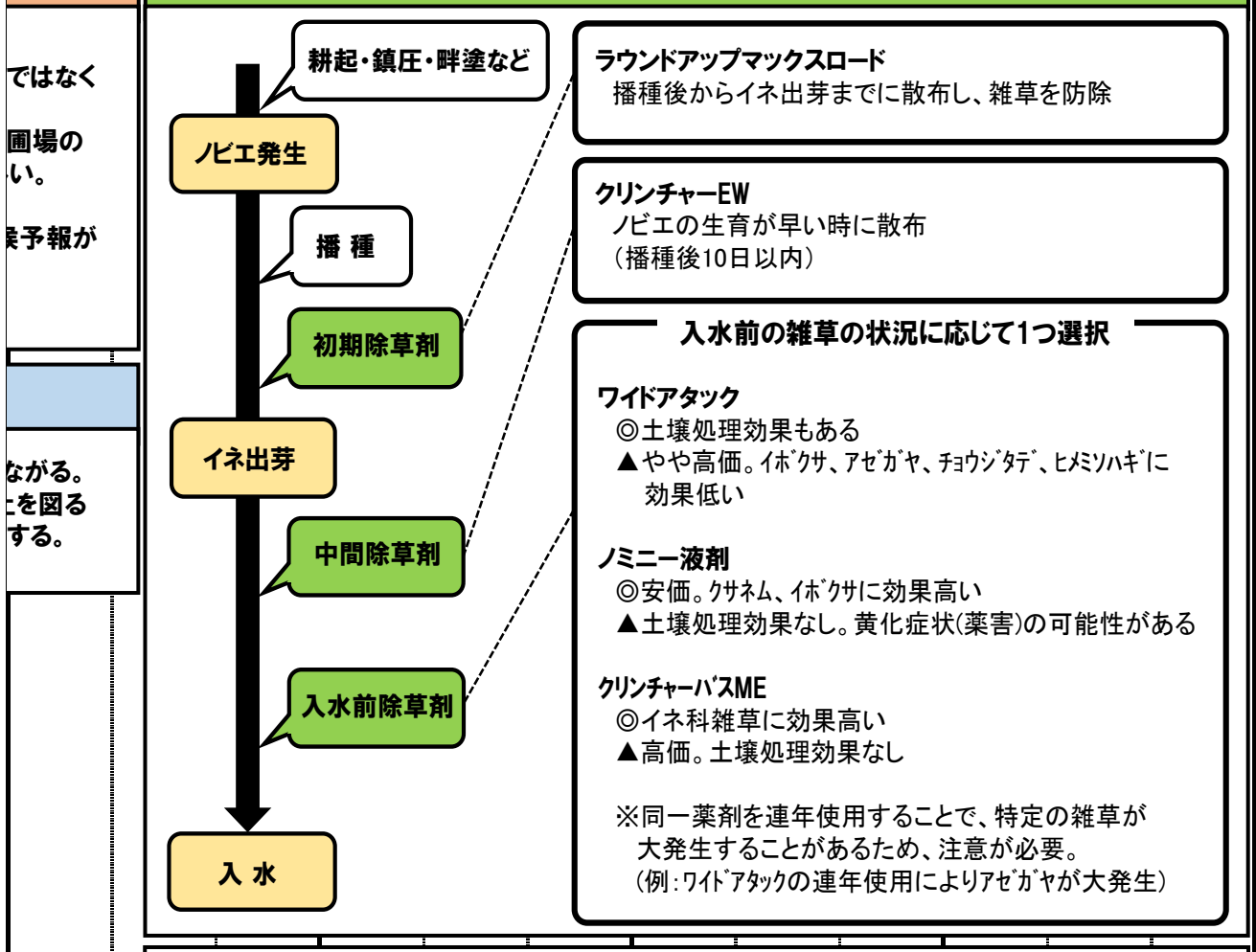
月旬	4月			5月			6月			7月					
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
生育・作業	耕起			均平化・鎮圧・畔塗			施肥・播種								
	土壌が乾きすぎでない時に実施 (土を手で握ると固まり、手が湿る程度)						ノビエ対策として 3~5cm浅耕する。			トラクターの轍が消えるまで鎮圧。 四隅や畔際をトラクターでよく踏む。					
水管理							浅水たん水			間断かん水					
管理のポイント	施肥						種子の準備・播種								
	基肥 (窒素18kg/10a)			LPコート140:22kg LPコートS80:22kg ※堆肥施用3年目 以降は、30%程度減らす			<ul style="list-style-type: none"> WCS用イネの種子は比重が軽いので、塩水選水選を行う。 播種前に浸種をしない。播種の可否は天候や状態に左右されるため、乾韧で播く方が望ましい。 乾韧で10aあたり3~4kgを播種する。 播種深度は2~5cmの範囲とし、播種後の天候干ばつであれば深く、長雨であれば浅くする。 								
	追肥			なし											
	病虫害防除						収穫								
	【種子消毒】 <table border="1"> <tr> <td>薬剤</td> <td>テクリドC7フロアブル(200倍) スミチオン乳剤(1000倍) → 24時間浸漬</td> </tr> <tr> <td>温湯</td> <td>55℃の湯 → 10分間浸漬</td> </tr> </table>						薬剤	テクリドC7フロアブル(200倍) スミチオン乳剤(1000倍) → 24時間浸漬	温湯	55℃の湯 → 10分間浸漬	<ul style="list-style-type: none"> 糖含量が高いことは酵母やカビの発生にもつな 寒冷期での良質発酵の促進と二次発酵の防止 ため、「畜草2号」などの乳酸菌添加剤を使用す 				
薬剤	テクリドC7フロアブル(200倍) スミチオン乳剤(1000倍) → 24時間浸漬														
温湯	55℃の湯 → 10分間浸漬														
【本田消毒】 いもち病、稲こうじ病、ウンカ類、イナゴ等 必要に応じて実施する。 ※箱施薬ができないため、早めの対応が必要															

WCSイネで使用可能な農薬の種類は、「稲発酵粗飼料用稲に係る農薬使用について」(農林水産省生産局)を参照してください。

ちずずか」乾田直播栽培暦

8月			9月			10月			11月		
上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
			出穂	30~40日後		収穫					
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 倒伏防止・収穫作業の円滑化を図るため、強めに行う </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 中干し 間断かん水 落水 </div>											

入水までの除草剤の使用体系



農薬を使用する前には『最新の農薬登録情報』・『製品ラベルの記載内容(使用法など)』を確認してください。

畜産部飼料課長通知)を確認してください。ACFinderを使用すると、使用可能な農薬名一覧を作成で

月旬	4月			5月			6月			7月					
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
生育・作業		耕起	均平化・鎮圧・畔塗		施肥・播種										
	土壌が乾きすぎでない時に実施 (土を手で握ると固まり、手が湿る程度)			ノヒエ対策として 3~5cm浅耕する。			トラクターの轍が消えるまで鎮圧。 四隅や畔際をトラクターでよく踏む。								
水管理								浅水たん水		間断かん水					
管理のポイント	施肥						種子の準備・播種								
	基肥 (窒素18kg/10a)		LPコート140:22kg LPコートS80:22kg ※堆肥施用3年目 以降は、30%程度減らす				<ul style="list-style-type: none"> WCS用イネの種子は比重が軽い為、塩水選水選を行う。 播種前に浸種をしない。播種の可否は天候や圃場状態に左右されるため、乾初で播く方が望ましい。 乾初で10aあたり3~4kgを播種する。 播種深度は2~5cmの範囲とし、播種後の天候干ばつであれば深く、長雨であれば浅くする。 								
	追肥		なし												
	病虫害防除						収穫								
	【種子消毒】 <table border="1"> <tr> <td>薬剤</td> <td>テクリドC7フロアブル(200倍) スミチオン乳剤(1000倍) → 24時間浸漬</td> </tr> <tr> <td>温湯</td> <td>55℃の湯 → 10分間浸漬</td> </tr> </table>						薬剤	テクリドC7フロアブル(200倍) スミチオン乳剤(1000倍) → 24時間浸漬	温湯	55℃の湯 → 10分間浸漬	<ul style="list-style-type: none"> 「つきことか」は「たちすずか」よりも草丈が20cm長く、倒伏のリスクがあるため、疎植栽培や十分干しを行う。 「つきことか」は草量も多いため、ロールベレー時の詰まりが発生しないよう注意が必要。 集草列の量を通常より少なくする、トラクターの落とすなど、収穫機械に負荷が掛かりすぎない。 糖含量が高いことは酵母やカビの発生にもつながる。寒冷期での良質発酵の促進と二次発酵の防止のため、「畜草2号」などの乳酸菌添加剤を使用する。 				
薬剤	テクリドC7フロアブル(200倍) スミチオン乳剤(1000倍) → 24時間浸漬														
温湯	55℃の湯 → 10分間浸漬														
【本田消毒】 いもち病、稲こうじ病、ウンカ類、イナゴ等 必要に応じて実施する。 ※箱施薬ができないため、早めの対応が必要															

WCSイネで使用可能な農薬の種類は、「稲発酵粗飼料用稲に係る農薬使用について」(農林水産省生産局)をご覧ください。

きことか」乾田直播栽培暦

8月			9月			10月			11月		
上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
					出穂	30~40日後			収穫		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 倒伏防止・収穫作業の円滑化を図るため、強めに行う </div>			<div style="border: 1px dashed red; padding: 2px; color: red;"> 中干し </div>			間断かん水			落水		

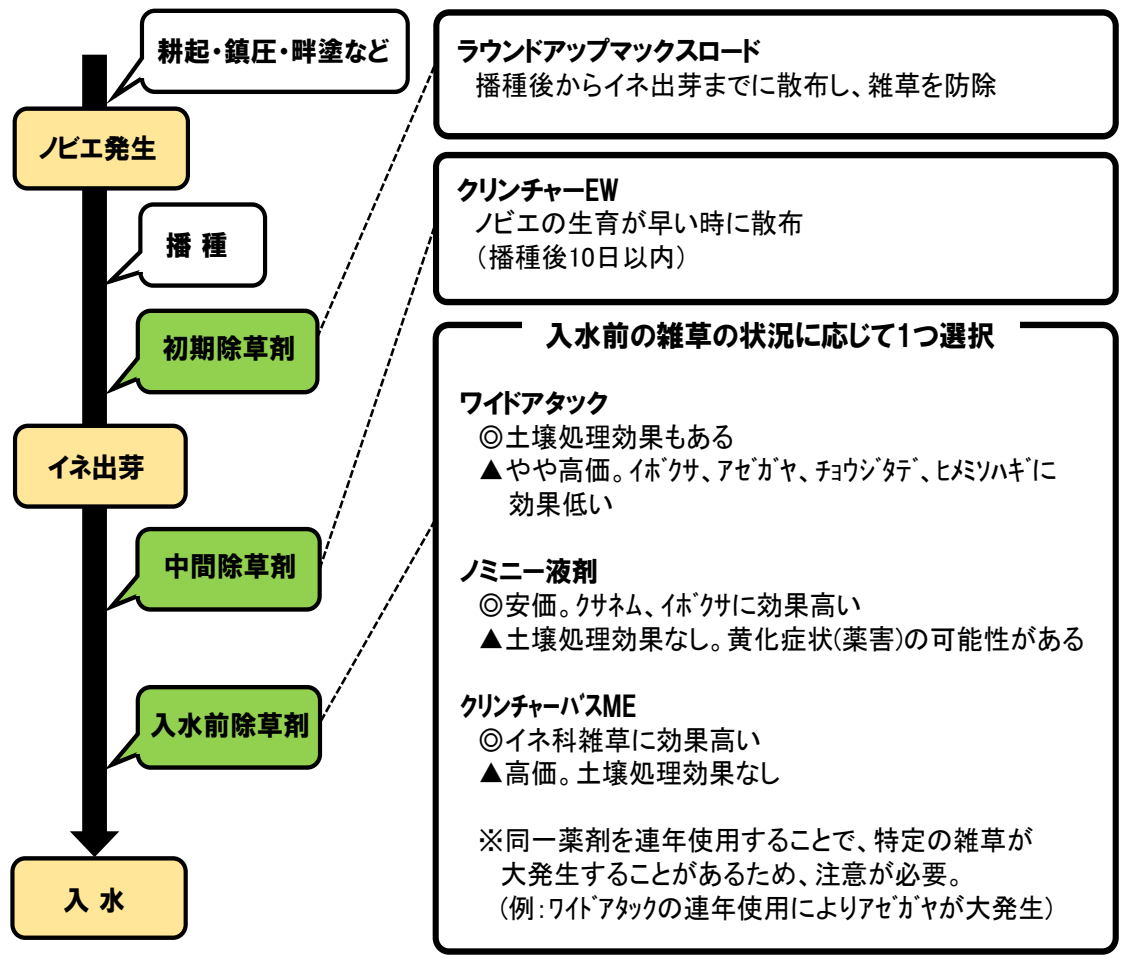
入水までの除草剤の使用体系

ではなく
圃場の
い。
予報が

程度
分な中
作業

速度を
ように

ながる。
を因る
する。



農薬を使用する前には『最新の農薬登録情報』・『製品ラベルの記載内容(使用法など)』を確認してください。

畜産部飼料課長通知)を確認してください。ACFinderを使用すると、使用可能な農薬名一覧を作成で

3 汎用型微細断収穫機による効率的な収穫調製体系

現在市販されている「汎用型微細断飼料収穫機」は、広島県を中心とした中山間地域（平均圃場面積20a）で開発・実証されたイネWCS向け収穫・調製作業機です。今般、この収穫機を関東地域の50a規模圃場において稼働させ、より効率的な収穫・調製作業（目標値：乾物処理量毎時1.5t）が可能かどうかを確認しました。また、作業の高速化にともなう大型収穫機の安全性を高めるため、後退時のモニタ（バックモニタ）機能を強化しました。

1) WCS用イネの収穫・調製・輸送体系

WCS用イネの収穫・調製・輸送作業には、大きく分けて図3-1の様な4つの体系があります。図3-1の上から三つは、圃場でロールベールサイレージを調製する体系ですが、一つ目（牧草体系）は既存の牧草サイレージ調製用機械で予乾後にロールベールにする体系です。上から二つ目はコンバイン型の専用収穫機で、三つ目は汎用型微細断飼料収穫機でそれぞれロールベールを作る体系です。最下段は、圃場で収穫したイネをトラックに積載して飼料基地等にバラ積み輸送後、ロールベールやバンカーサイロでサイレージ調製を行うもので、新しい体系といえます。この体系のメリットとして、収穫物を圃場へ下ろさないため湿田でも泥が付かないこと、収穫と輸送を同時に進めることができること、近距離輸送（片道20分以内が目安）におけるコスト面で有利なこと、などが挙げられます。デメリットは、最小人員が4名程度必要で、圃場と飼料基地が遠距離では輸送トラックが多く必要なことです。

以下にこの最下段の体系を紹介します。

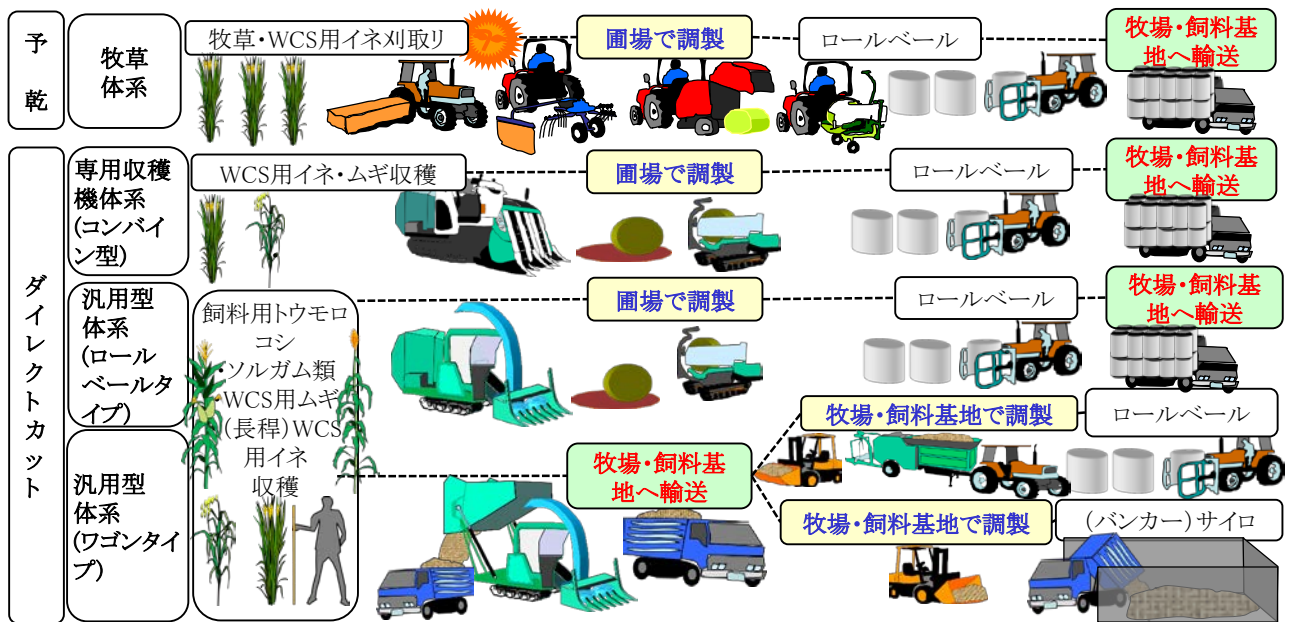


図3-1 WCS用イネの収穫・調製体系

ア トラクタ装着型ワゴン体系

写真3-1は、関東・東海・九州などで普及しているトラクタ装着型の回転ドラム式フォレージハーベスタとボンネットワゴンを組み合わせた体系です。メリットは作業能率の高さです（刈幅2.2m、トラクタ約100kW〔136ps〕、15a小規模圃場で乾物処理量2.1t/h、乾物率35%として現物6t/h、全刈収量現物2.5t/10aとして24a/h、一日約1.5haの収穫・輸送が可能、30a規模の圃場では一日約20haの作業が可能）。デメリットとしては、湿田におけるトラクタ作業性が悪いこと、ハーベスタによる高刈（20～30cm程度）が必要なこと等が挙げられます。



写真3-1 トラクタ装着型ワゴン体系

(左：伴走作業、中央：ボンネットワゴンへ収穫、右：ワゴンからトラックへバラ積み)

イ 汎用型微細断飼料収穫機（ワゴンタイプ）体系（写真3-2、3-3）

2016年に発売された汎用型微細断飼料収穫機（ワゴンタイプ）を使用した体系です。湿田に強いクローラタイプが特徴で、前方に回転ドラム式フォレージハーベスタ（条件が良ければ刈高さ10cm）、後方にテッピングワゴン（5.2立米）を装備します。ワゴンはWCS用イネで理論切断長6mmの場合、約1tの積載が可能で、これは2t深ダンプへ1度に満載できる量です。

収穫作業能率は、刈幅1.8m、74kW（100ps）、15a小規模圃場で、乾物処理量約1.7t/h、現物収量2.5t/10aとして19a/h、1日約1.2haの収穫・輸送が可能でした。また、平場の30aを超える圃場では、乾物処理量2.4t/h（現物6.9t/h）、最大一日約1.7haの収穫・輸送が可能となりました。

この体系のメリットは、高い作業能率の他、日本の水田に適したクローラと刈高さ（条件が良ければ10cmの刈高さ）、湿田での飼料への泥付きがない等です。デメリットは、荷移し時間の長さ（約2～3分）による収穫効率の悪化、圃場出入り口の傾斜が作業性に影響すること、最小人員が3～4名必要なことなどです。



写真3-2 汎用型微細断飼料収穫機（ワゴンタイプ）

（理論切断長は6,11,19,29 mmに設定可能。アタッチメント交換なしで（長程）WCS用イネ、WCS用トウモロコシ、ソルガム類などを収穫可能。）

（右上：圃場への口スは少なく湿田で収穫物に泥がつかない。右下：地耐力のある広い圃場では、細断型ロールベアラの伴走作業も可能。）



写真3-3 汎用型微細断飼料収穫機（ワゴンタイプ）からの荷移し作業

（左：圃場に置いた細断型ロールベアラへワゴンからダイレクト投入、右：通常はトラックへ荷移しし、輸送後に飼料基地や牧場で飼料調製）

2) 飼料基地でのロールベールサイレージ調製作業

ア ロールベール調製

微細断し飼料基地等に運搬したWCS用イネは、細断型ロールベアラでロールベールに梱包します。通常のロールベアラが圃場から牧草・WCS用イネをピックアップしロールベール成形するのに対し、細断型ではホッパに一時貯留した細断飼料をロールベール成形部へ送り、満量後にネットなどを巻いて円筒状に結束します（写真3-4）。通常、理論切断長30mmでイネを細断し梱包すると、乾物率35%程度で直径1m×幅85cmのロールベールは1個約300kgの重量になりますが、6mmに微細断し梱包したロールベールは、1個約380～400kgの重さになります。



写真3-4 細断型ロールベアラで梱包した微細断イネのロールベール

イ 市販されている細断型ロールベアラの機種

ラッピング装置一体型の細断型ロールベアラは以下の3社から販売されています（写真3-5）。

(1) ノルウェーのオーケル社

ロールベール直径115×幅120cmの機種（型番：MP2000およびDENS-X）、直径100×幅85cmの機種（同：MC1000）、直径85×幅85cmの機種（同：MC850）の4機種。

(2) 株式会社IHIアグリテック

ロールベール直径100×幅100cmの1機種（型番：TSW2020C）。

(3) 株式会社タカキタ

ロールベール直径115×幅85cmの機種（型番：MW1210）、直径100cm×85cmの機種（同：MW1010H）の2機種。

細断型ロールベアラは、トラクタPTOやトラクタ電源へ接続して使用します。ホイールローダなどで微細断飼料をホッパへ投入すると成形されたロールベールが放出され、ラッピング装置一体型では自動でフィルム梱包まで行います。作業能率は、最大30ロール/h程度です。



写真3-5 種々の細断型ロールベアラ

（左上：オーケル社製機種、右上：（株）IHIアグリテック製機種、左下：（株）タカキタ製機種、右下：完成したロールベール）

3) 大型収穫機用の後方安全モニターの開発

乗用車や大型トラック等では、全周カメラ（ラウンドビュー、前後左右のカメラ画像を合成し上空からの鳥瞰画像を表示）が普及していますが、機種ごとの販売数が乗用車より少ない農業機械において現在の全周カメラ開発コストでは市販化が困難です。近年の急速な担い手への移行や大型化に対応し、特に視界の遮られる収穫機について、既存の技術を活用した安全技術を開発しました。

ア 高輝度3面モニター

収穫機キャビンは日光の差し込みがあり、モニターが見にくいいため屋外用の高輝度モニターを用いて視認性を向上し、カメラには防水・高精細・広角タイプを用いて死角の狭小化・小さい対象の把握・安全性の向上が図れました（写真3-6、3-7）。初夏から秋にかけては、防水・高精細カメラの発熱対策が重要になります。

また、後方・側方のキャビン壁面透過モニターは、安全対象物の空間的把握に役立ちます。運転時には前面3面モニターが後方・側方を一度に監視でき有用でした。

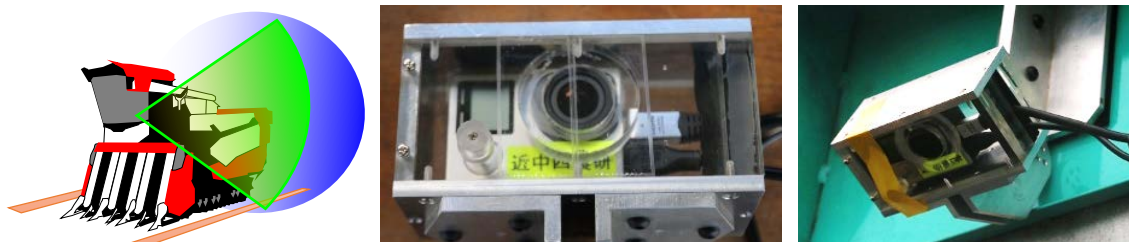


写真3-6 高輝度3面モニターカメラの外観

(左：大型機械の後方や側方は機体の陰で見えにくい。中央・右：防水型の高精細・広角カメラ)



写真3-7 キャビン内のモニター画面

(左：後方・側方それぞれの壁面透過モニター画面、右：後方・側方の前面3面モニター画面、高輝度モニターと高精細・広角カメラの組み合わせで、死角をなくす。)

イ 超広角カメラと天井ワイドモニター、ソナーの設置

上記の高輝度モニターと高精細・広角カメラの組み合わせについて、使い勝手をさらに向上させ、コスト・設置性を高めるため、超広角小型カメラ・天井ワイドモニター・クリアランスソナーの組み合わせをテストしました(写真3-8)。すべて市販品を利用し、現在メーカーが採用していない組み合わせで、現地で効果を確認しました。



写真3-8 超広角カメラと天井ワイドモニター、ソナー

(天井ワイドモニターは、上方取り付けで高輝度でなく後方視認性が向上。170度の超広角カメラは、死角がほぼなく、機体写込みで衝突把握が容易。超音波ソナーはブザー間隔から距離把握できる。) メーカーへ採用を相談中。

協力：埼玉県農業技術研究センター、群馬県畜産研究所、ヤンマーアグリジャパン(株)、元気ファーム20、三重県畜産研究所、ドリームファームスズカ、(株)タカキタ、(株)IHIアグリテック、(株)コーンズ・エージー

4.1 栄養価と飼料特性

1) 栄養価（可消化養分総量（Total Digestible Nutrients; TDN））

高糖分高消化性イネWCSは、従来型の飼料用イネ品種に比べて繊維の消化性が高く、消化性の高い糖분을多く含む特徴を持っています。図4-1は、可消化の糖・デンプン含量、可消化の繊維含量、可消化のその他成分含量の積み上げグラフで、合計量が可消化養分総量（TDN）となります。

黄熟期以降に収穫調製した高糖分高消化性イネWCSのTDN含量は60%前後で、従来型の飼料用イネ品種（約54%）よりも高く、牧草に迫るような値です（図4-1）。

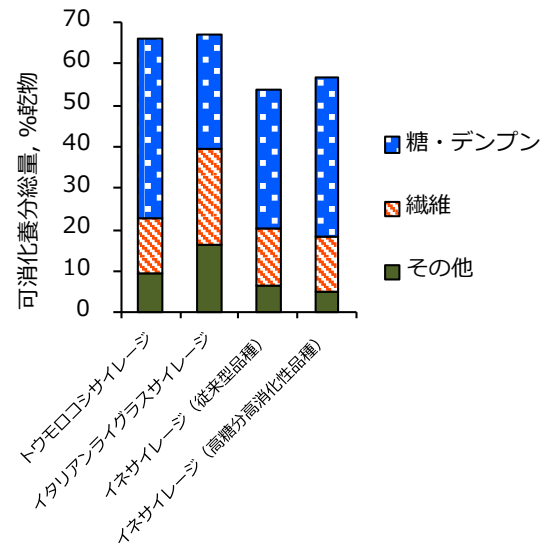


図4-1 飼料の可消化養分総量

2) 飼料特性

ア 粗飼料価指数

粗飼料価指数は、乾物摂取量1kg当たりの総咀嚼時間で、飼料の物理性の指標といえます。飼料の物理性は、反すう誘起による第一胃の恒常性維持に関わる重要な要素であり、乳脂率にも影響します。例えば、乳脂率を3.5%以上に保つには、飼料乾物1kg当たり31分の咀嚼時間が必要とされます。

高糖分高消化性イネWCSの粗飼料価指数は、フレール型飼料収穫機、汎用型飼料収穫機、微細断収穫機で収穫・調製した場合、乾物摂取量1kg当たり60~80分前後あり、十分な反すう時間を確保できます（図4-2）。

イ 粗タンパク質含量

高糖分高消化性イネWCSの粗タンパク質（CP）含量は乾物あたり5~6%程度であり（図4-3）、飼料原料としては粗タンパク含量が低いので飼料設計に留意する必要があります。

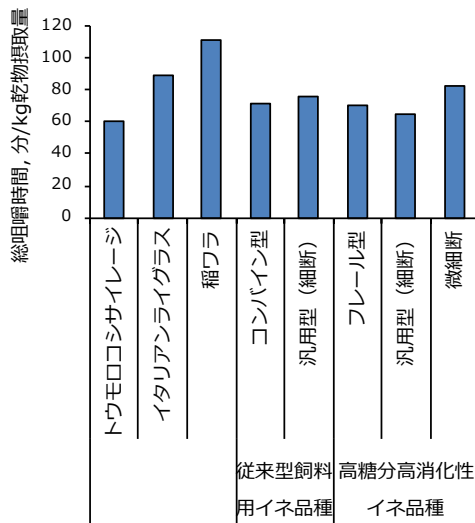


図4-2 飼料の粗飼料価指数

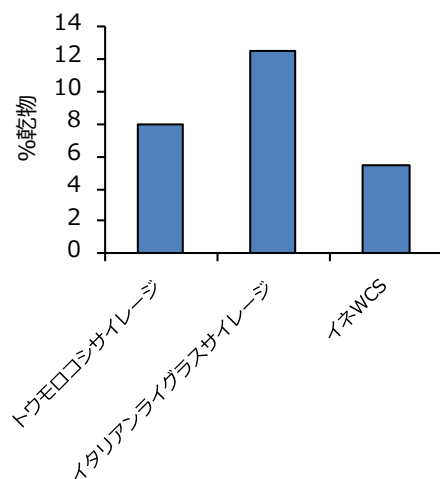


図4-3 飼料の粗タンパク質含量

4.2 給与メニューの実例（群馬県）

「たちすずか」WCSとオオムギWCSを組み合わせたメニュー

群馬県では古くから冬期の日照時間が長い特性を利用し、稲作の裏作に麦による二毛作体系が行われています。ここでは、コムギよりも早い収穫が可能なオオムギWCSと高糖分高消化性イネWCSを組み合わせた飼料メニューを紹介します。

糊熟期に収穫調製した「たちすずか」WCSとオオムギ（六条オオムギ：品種「シュンライ」）WCSでチモシー乾草を代替した飼料B、Cを発酵TMRに調製し泌乳中～後期牛（泌乳日数107～157日）に給与しました。主な粗飼料源として、飼料Aはチモシー乾草を乾物当たり30%、飼料Bは「たちすずか」WCS25%+オオムギWCS15%、飼料Cは「たちすずか」WCS30%+オオムギWCS10%を混合しています（表4-1）。

これらを給与した結果、乾物摂取量（DMI）は、飼料A（主な粗飼料はチモシー乾草）が23.7kg/日、飼料Bが22.9kg/日、飼料Cが22.5kg/日で差はなく、乳量も飼料Aを給与した牛が29.2kg/日、飼料B給与牛が30.6kg/日、飼料C給与牛が33.9kg/日と差はなく（図4-4）、「たちすずか」WCSとオオムギWCSを利用した飼料でチモシー乾草を主体とした飼料と同等の乳生産が可能になりました。

なお、今回の飼養成績による50頭規模の飼料費削減効果は、一日当たり20,000円程度であることが試算できました（表4-2）。



表4-1 たちすずかWCSとオオムギWCSを組み合わせた飼料メニュー

飼料構成	(設計値:DM%)		
	飼料A	飼料B	飼料C
たちすずかWCS	0.0	25.0	30.0
オオムギWCS	0.0	15.0	10.0
チモシー乾草	30.0	0.0	0.0
アルファルファ乾草	10.0	5.0	5.0
圧片トウモロコシ	14.0	13.5	13.5
圧片オオムギ	16.0	15.8	15.8
加熱大豆	0.5	3.5	2.5
大豆粕	7.0	6.8	9.8
加熱大豆粕	4.0	6.3	4.3
ビートパルプ	7.3	3.5	3.8
フスマ	9.3	3.8	3.5
その他	2.0	2.0	2.0
飼料成分			
TDN	73.3	72.8	72.7
CP	16.0	16.0	15.9
NDF	36.9	33.8	33.9
EE	2.8	3.2	3.0
NFC	36.5	36.5	36.5

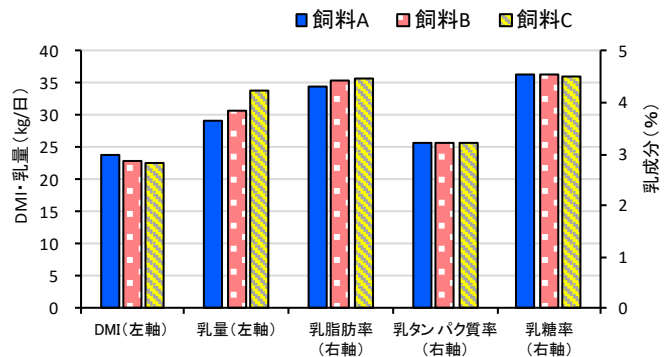


図4-4 採食量と乳生産性

表4-2 経済性の試算

項目	飼料A	飼料B	飼料C
飼料費試算			
現物飼料摂取量 (kg/日・頭)	40.8	49.0	49.2
乳量 (kg/日・頭)	29.2	30.6	33.9
飼料費 (円/日・頭)	1,633	1,498	1,429
生乳1kg生産に要する飼料費 (円)	55.9	48.9	42.1
経済性			
乳量30kgとした場合の飼料費 (円/日・頭)	1,678	1,468	1,264
飼料費差額 (円/日・頭) ※		△ 210	△ 414
50頭規模の飼料費削減効果 (円/日)		△ 10,500	△ 20,700

※ 飼料Aと比較した場合の差額

4.3 給与メニューの実例（千葉県）

「たちすずか」 WCSとトウモロコシサイレージを組み合わせたメニュー

千葉県の主要な自給飼料であるトウモロコシサイレージと「たちすずか」 WCSを組み合わせた飼料メニューを紹介します。

チモシー乾草の代替飼料として、黄熟期に収穫した「たちすずか」 WCSとトウモロコシサイレージ（「ゴールドデント」KD777New）を表4-3のとおり発酵TMRとして調製し、泌乳中後期牛（137日～257日）に給与しました。

「たちすずか」 WCSの混合割合からイネ20%区、イネ30%区およびイネ0%とするチモシー区で比較したところ、イネ20%区はチモシー区と同等の乳生産が可能でした（表4-4）。また、乳中の α -トコフェロール（ビタミンE）濃度がイネ20%区、イネ30%区ともチモシー区より有意に高くなりました（図4-5）。

しかし、イネ30%区では乾物摂取量、乳量ともに減少し生産性が低下したことから、イネWCSの飼料成分の確認やCP含量を高めるなどの飼料設計上の工夫が必要であることがわかりました。

なお、イネ20%区では乳量を維持したまま飼料費の削減が可能と考えられました。（表4-5）。

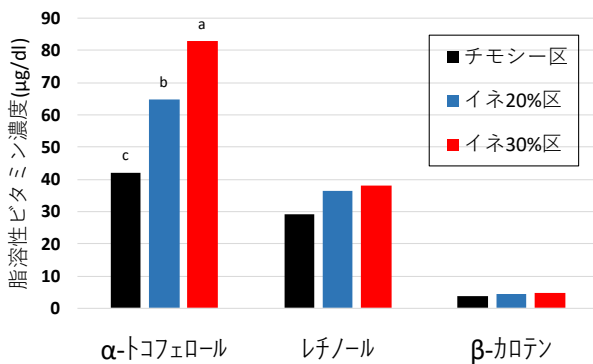


図4-5 牛乳中の脂溶性ビタミン

注) abc : 異文字を付したグラフ棒間に5%水準の有意差あり

表4-3 たちすずかWCSとトウモロコシサイレージを組み合わせた飼料メニュー

	(設計値:DM%)		
	チモシー区	イネ20%区	イネ30%区
チモシー	30.0	-	-
「たちすずか」 WCS	-	20.0	30.0
トウモロコシサイレージ	-	20.0	15.0
アルファルファ	10.0	10.0	5.0
大豆粕	-	6.5	6.6
配合飼料	60.0	43.4	43.3
その他	-	0.1	0.1
TDN	73.6	72.4	72.2
CP	16.0	16.1	15.4
NDF	36.3	34.8	34.9
(FNDF)	22.3	23.4	23.4
EE	3.6	3.3	3.3
NFC	36.5	36.7	36.5

表4-4 採食量と乳生産性

	チモシー区	イネ20%区	イネ30%区
乾物摂取量(kg/日)	24.4a	24.1ab	22.8b
乳量(kg/日)	32.9a	32.2ab	30.8b
乳脂肪率(%)	3.07b	3.31ab	3.37a
乳蛋白質率(%)	3.38a	3.33ab	3.29b

注) ab : 異符号を付した数値間に5%水準の有意差あり。

表4-5 経済性の試算

項目	チモシー区	イネ20%区
飼料費試算		
現物飼料摂取量(kg/日・頭)	40.7	48.8
乳量(kg/日・頭)	32.9	32.2
飼料費(円/日・頭) ^{※1}	1,531	1,328
生乳1kg生産に要する飼料費(円)	46.5	41.2
経済性		
乳量30kgとした場合の飼料費(円/日・頭)	1,396	1,237
飼料費差額(円/日・頭) ^{※2}		△ 159
50頭規模の飼料費削減効果(円/日) ^{※2}		△ 7,930

※1 「たちすずか」 イネWCS 11円/kg、トウモロコシサイレージ15円/kgとして計算

※2 チモシー区と比較した場合の差額

4.4 給与メニューの実例（長野県）

「たちすずか」WCSとソルガムサイレージを組み合わせたメニュー

長野県では、里山に近い農耕地は獣害によりトウモロコシや牧草の栽培が困難なため、ソルガムが多く栽培されています。そこで、「たちすずか」WCS及びソルガムサイレージを組み合わせた発酵TMR飼料メニューを紹介します。

粗飼料の割合が乾物（DM）中40～45%、TDN含量が74%程度になるよう、3種類の発酵TMRを調製しました（表4-6）。TMRの配合割合（設計値）は表4-7のとおりで、調製した発酵TMRはポリ製内袋を入れたコンテナバッグで給与まで1ヵ月以上貯蔵しました（写真4-1）。発酵TMRの飼料成分と発酵品質は表4-8のとおりです。

表4-6 発酵TMRの内容および作成方法

発酵TMR	内容	作成
[対照区]	輸入チモシー乾草を主体とする発酵TMR	現物中43%相当の水を加えて密封、1ヵ月以上発酵
[20%区]	「たちすずか」WCSをDM20%およびソルガムサイレージをDM 25%混合した発酵TMR	「たちすずか」（黄熟期）WCS、ソルガムサイレージ（ソルゴー型、糊熟期：品種「東山交37号」）を開封して他の飼料と混合した後に再密封、1ヵ月以上発酵
[25%区]	「たちすずか」WCSをDM25%およびソルガムサイレージをDM 20%混合した発酵TMR	

表4-7 発酵TMRの飼料配合割合

	対照区	20%区	25%区
飼料構成（%DM）			
「たちすずか」WCS	-	20.0	25.0
ソルガムサイレージ	-	25.0	20.0
チモシー乾草	30.0	-	-
アルファルファ乾草	10.0	-	-
トウモロコシ	25.0	25.0	25.0
大麦	6.0	10.0	10.0
大豆粕	12.0	12.0	12.0
ビートパルプ（乾）	15.0	6.0	6.0
その他飼料	2.0	2.0	2.0
合計	100.0	100.0	100.0

表4-8 発酵TMRの飼料成分と発酵品質

		対照区	20%区	25%区
飼料成分				
水分 ※	(%)	52.5	54.1	55.0
粗タンパク質	(%DM)	14.9	12.5	12.1
aNDFom	(%DM)	40.6	37.3	37.3
粗脂肪	(%DM)	2.1	2.1	1.9
NFC	(%DM)	39.0	43.9	44.0
TDN	(%DM)	69.1	71.1	70.3
発酵品質				
pH		5.0	4.9	5.0
乳酸	(%)	1.1	0.9	0.8
酢酸	(%)	0.2	0.6	0.5
プロピオン酸	(%)	0.0	0.0	0.0
酪酸	(%)	0.0	0.0	0.0
VBN/TN	(%)	0.9	1.6	1.4
V-score	点	100	97	97

※対照区は加水



写真4-1 コンテナバッグで貯蔵中の発酵TMR

できあがった発酵TMR（写真4-2）を泌乳中～後期牛（泌乳日数120～277日）に給与しました。対照区と20%区、25%区では乾物摂取量（DMI）及び乳脂肪率で有意差が出たものの、乳量と3.5%脂肪補正乳量（FCM）および他の乳成分は差がありませんでした（図4-6、4-7）。また、乳中の α -トコフェロール（ビタミンE）濃度が20%区、25%区とも対照区より有意に高くなりました（図4-8）。



写真4-2 発酵TMR（20%区）

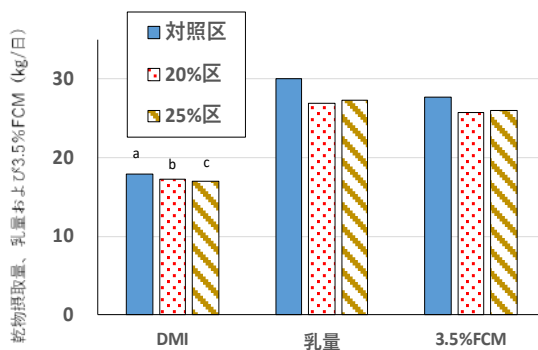


図4-6 発酵TMRを給与した乳牛の乾物摂取量（DMI）、乳量、3.5%脂肪補正乳量（FCM）

注1) abc：異文字を付したデータ間に5%水準の有意差あり

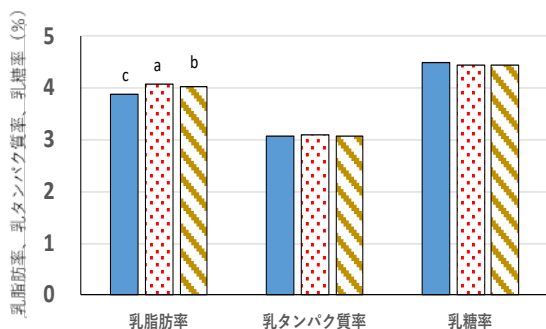


図4-7 発酵TMRを給与した乳牛から生産された牛乳の乳成分

注1) 凡例は図4-6参照

注2) abc：異文字を付したデータ間に5%水準の有意差あり

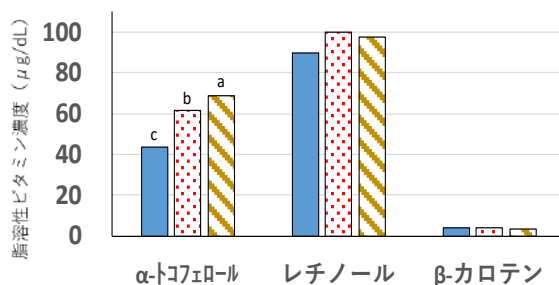


図4-8 発酵TMRを給与した乳牛から生産された牛乳の脂溶性ビタミン

注1) 凡例は図4-6参照

注2) abc：異文字を付したデータ間に5%水準の有意差あり

今回の飼養成績から、「たちすずか」WCSとソルガムサイレージを利用した発酵TMRは輸入チモシー乾草を主体とした発酵TMRと同等の乳生産が可能になりました。なお、本メニューでは飼料費削減効果が認められ、飼料自給率の向上も期待できます（表4-9）。

表4-9 本メニューの利用による飼料費削減効果

項目	対照区	20%区	25%区
乾物飼料摂取量 (kg/日・頭)	17.9	17.3	17.0
3.5%FCM (kg/日・頭)	27.7	25.7	25.9
乳代試算 ※1 (円/日・頭)	3,127	2,907	2,932
飼料費試算 ※2 (円/日・頭)	1,953	1,704	1,711
乳飼比 ※3	0.62	0.59	0.58
生乳1kg生産に要する飼料費 (円)	70.6	66.2	65.9
飼料自給率 ※4 (%)	0.0	45.0	45.0

※1 乳代113円/kgとして計算

※2 「たちすずか」WCS 14円/kg、ソルガムサイレージ 10円/kgとして計算
TMR作成費、運搬費含む

※3 飼料費/乳代

※4 「たちすずか」WCSとソルガムサイレージを自給として乾物換算で計算

2) 分離給与における「たちすずか」WCS飼料メニュー

酪農家の主要な飼料給与体系である分離給与における「たちすずか」WCS飼料メニューを紹介します。

分離給与のスケジュールは図4-9のとおりで、1日の給与は粗飼料4回、配合飼料3回、その他飼料1回としました。粗飼料4回を全てチモシー乾草とした対照区と、4回中3回を「たちすずか」WCSとした試験区を設定し、泌乳中～後期牛（分娩後148～340日）に給与を行いました。両区の飼料構成と成分(設計値)は表4-10のとおりで、対照区はチモシーがDM中40%、試験区は「たちすずか」WCSがDM中22.5%とチモシーがDM中17.5%となります。

時間	8:00		9:30	11:00		13:30	15:30		18:30 ~	給与量 計			
対照区 (kg)	チモシー 2	搾乳	配合 4	チモシー 2	昼	配合 3	チモシー 2	搾乳	チモシー 3 ヘイキューブ 2 ビートバルブ 1	配合 3	チモシー 9	たちすずか 0	配合 10
試験区 (kg)	たちすずか 4		配合 4	たちすずか 4		配合 3	たちすずか 4		チモシー 4 ヘイキューブ 2 ビートバルブ 1	配合 3	チモシー 4	たちすずか 12	配合 10

図4-9 分離給与スケジュール（飼料給与時間と現物給与量）

表4-10 飼料構成および飼料成分

飼料構成 (%DM)	(設計値)	
	対照区 チモシー	試験区 イネWCS
「たちすずか」WCS	-	22.5
チモシー乾草	40.0	17.5
乳用配合飼料	46.0	46.0
ヘイキューブ	9.0	9.0
ビートバルブ(乾)	4.5	4.5
第二リン酸カルシウム	0.5	0.5
合計	100.0	100.0
飼料成分 (%DM)		
粗タンパク質	14.4	13.5
aNDFom	38.3	35.8
粗脂肪	3.2	3.1
NFC	36.6	38.5
TDN	73.4	71.5

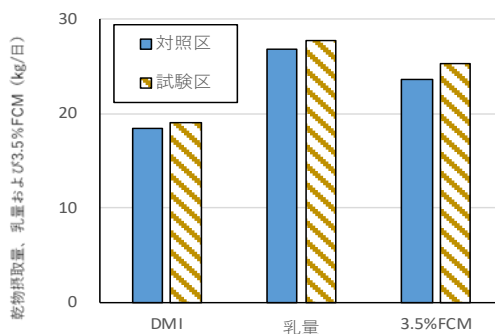


図4-10 飼料を分離給与した乳牛の乾物摂取量 (DMI)、乳量、3.5%脂肪補正乳量 (FCM)

対照区と試験区を比較すると、乾物摂取量 (DMI)、乳量、3.5%脂肪補正乳量 (FCM) に差はなく (図4-10)、分離給与において給与粗飼料のチモシー (飼料乾物中40%) の代わりに、「たちすずか」WCS (同22.5%) とチモシー (同17.5%) を給与することで同等の乳生産が可能になりました。

なお、本メニューでは飼料費削減効果が認められ、飼料自給率の向上も期待できます (表4-11)。

表4-11 本メニューの利用による飼料費削減効果

項目	対照区	試験区
乾物飼料摂取量 (kg/日・頭)	18.4	19.1
3.5%FCM (kg/日・頭)	23.7	25.3
乳代試算 ※1 (円/日・頭)	2,679	2,862
飼料費試算 ※2 (円/日・頭)	1,345	1,213
乳飼比 ※3	0.50	0.42
生乳1kg生産に要する飼料費 (円)	56.8	47.9
飼料自給率 ※4 (%)	0.0	22.5

※1 乳代113円/kg として計算

※2 「たちすずか」WCS 14円/kg として計算

※3 飼料費/乳代

※4 「たちすずか」WCSを自給として乾物換算で計算

4.5 給与メニューの実例（三重県）

1) 「たちすずか」の収穫時期が乾物収量や栄養価に及ぼす影響

三重県で、出穂後60日に刈り取りした「たちすずか」は、糖の穂部への転流が高まる頃である出穂後30日と比較して、乾物収量がやや増加し、飼料成分はデンプン、非繊維性炭水化物（NFC）、可溶性糖類が増加する傾向を示し、水分も緩やかに低下しています。

一方、穂重型品種（従来品種）である「ホシアオバ」は、熟期の進行にともない穂部へのデンプンの蓄積が進むため、デンプン、非繊維性炭水化物が大きく増加し、相対的に中性デタージェント繊維（NDF）が減少しています（図4-11）。

「たちすずか」は、熟期が進んでも飼料成分は低下せず、糖含量は維持されるため、雨、台風等の気象条件により刈り取りが遅れた場合でも、良好な発酵品質が期待できます。

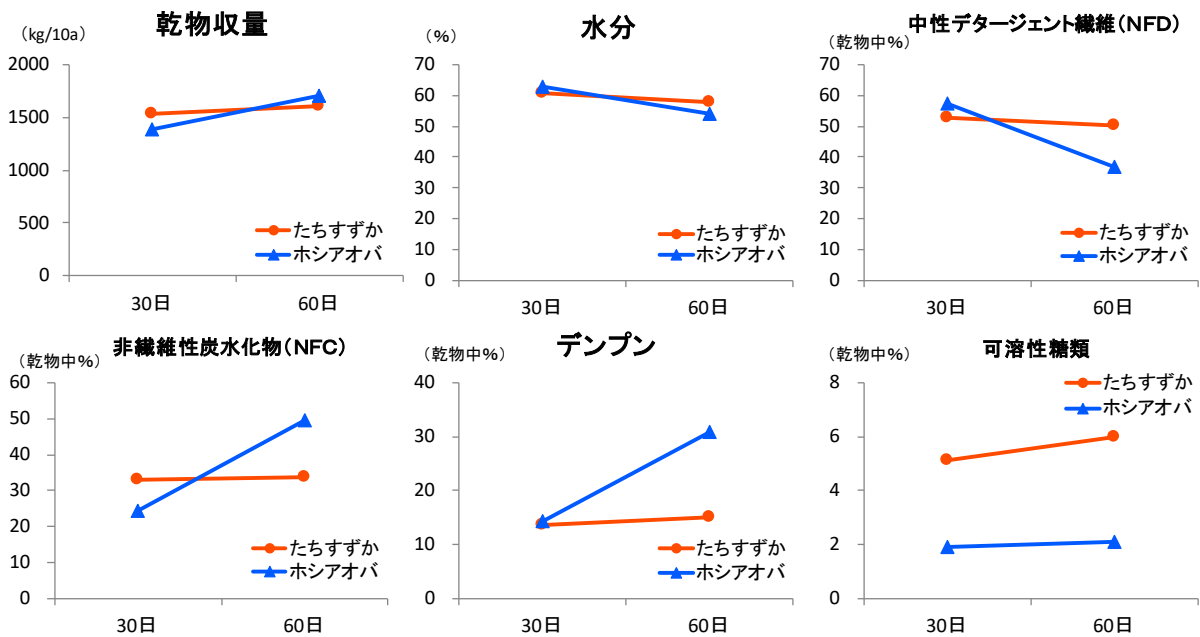


図4-11 「たちすずか」と「ホシアオバ」の収穫時期（出穂後日数）と乾物収量および飼料成分値の関係

「たちすずか」のサイレージ調製による糖・デンプン含量の変化をみると、出穂後30日、60日ともに最も含量の多いスクロースが、サイレージ発酵に最も利用されています。一方、デンプン含量はサイレージ発酵による大きな変化は認められません（図4-12）。

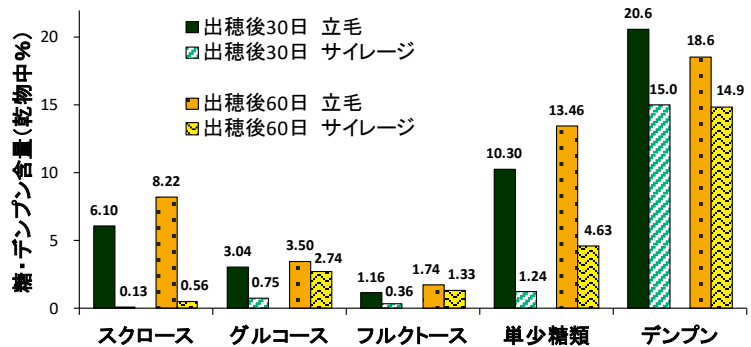


図4-12 「たちすずか」のサイレージ調製による糖・デンプン含量の変化

出穂後70日でサイレージ調製した「たちすずか」を出穂後30日で調製したものと比較すると、可溶性無窒素物、非繊維性炭水化物、デンプン含量は増加傾向を示しており、飼料成分の低下は認められません。また、発酵品質も出穂後30日と同程度であり、pHは低く、V-スコア（80点以上が良）は97点と高く、良好な発酵品質を確保できています（表4-12）。

また、出穂後70日でサイレージ調製した「たちすずか」の消化率は、出穂後30日に調製したものと比較しても、各成分の消化率の低下は認められません。TDN含量も同程度の値です（図4-13）。

さらに、出穂後70日でサイレージ調製した「たちすずか」のRVI（粗飼料価指数：乾物摂取量1kgあたりの咀嚼時間）は、チモシー乾草と同程度であり、物理性は高く、出穂後30日と同様に粗飼料として利用が可能です（図4-14）。

表4-12 「たちすずか」 WCSの飼料成分および発酵品質

	出穂後 30日	出穂後 70日	
飼料成分値	水分 (%)	67.5	64.7
	粗タンパク質 (乾物中%)	4.6	4.4
	粗繊維 (〃)	24.4	23.7
	可溶性無窒素物 (〃)	55.3	56.8
	中性デタージェント繊維 (〃)	52.4	47.4 *
	リグニン (〃)	3.7	3.4
	非繊維性炭水化物 (〃)	27.3	33.1 *
	デンプン (〃)	17.4	21.8 *
粗割合 (乾物重量%)	5.1	5.3	
発酵品質	pH	3.9	3.9
	総有機酸 (新鮮物中%)	2.68	2.26 *
	乳酸 (〃)	2.43	1.94 *
	酢酸 (〃)	0.25	0.32
	酪酸 (〃)	0	0
	アンモニア態窒素 (総窒素中%)	5.8	6.0
	V-スコア (点)	97	97

* : 30日と70日で有意差あり (P < 0.05)

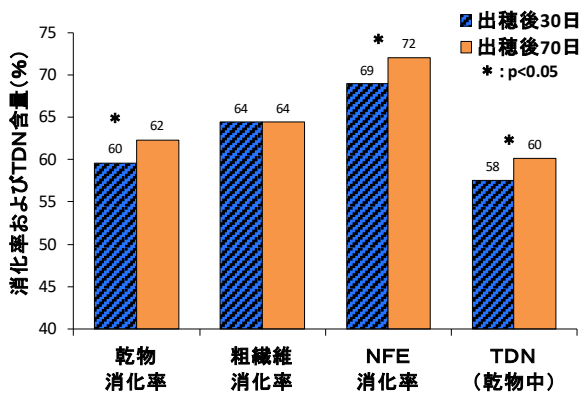


図4-13 「たちすずか」 WCSの消化率およびTDN含量

(* : 30日と70日で有意差あり (P < 0.05))

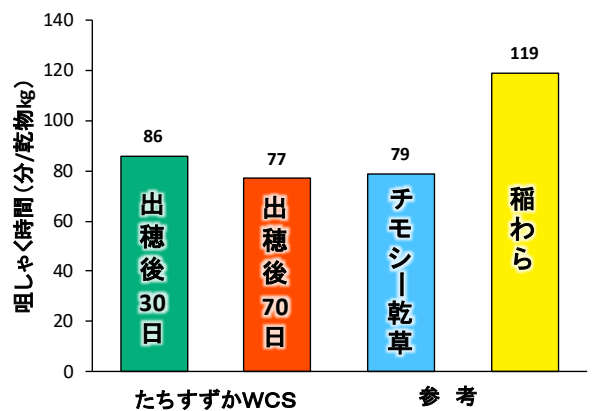


図4-14 「たちすずか」 WCSの粗飼料価指数

2) 出穂60日目に収穫調製した「たちすずか」 WCSを混合した発酵TMRの乳牛への給与

ア 泌乳中～後期牛への飼料乾物中23%混合給与

子実割合が少なく、繊維の消化性が良い「たちすずか」 WCSはTMR中に乾物で23%混合して、長期間良好な泌乳成績を維持することが可能です。

出穂後60日で収穫調製した「たちすずか」 WCSについて、輸入イネ科乾草の代替として、飼料乾物あたり23%を発酵TMRに混合給与した結果、乾物摂取量および乳生産性に遜色は無く、輸入イネ科乾草の代替として利用が可能なことがわかりました(表4-13、図4-15)。

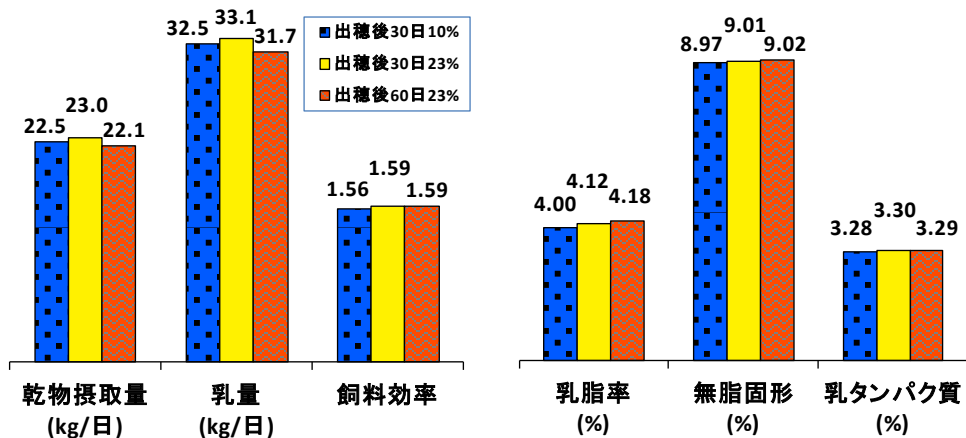


図4-15 「たちすずか」 WCSを混合した発酵TMRを用いた泌乳試験成績

イ 泌乳中～後期牛への飼料乾物中35%混合給与

「たちすずか」 WCSは、TMR中に乾物中35%混合して給与が可能である知見が得られています。出穂後60日で収穫調製した「たちすずか」 WCSについても、飼料乾物中35%まで混合割合を高めての給与は可能でした。しかし、35%まで高めた場合、乳成分値、飼料効率に大きな差はないものの、30%区と比較すると乾物摂取量、乳量やや低い傾向にあったため、刈取時期の遅れた「たちすずか」 WCSを用いる場合は、乳牛の嗜好性や飼料摂取量を確認しながら配合量を調整していく方が望ましいと考えられます(表4-14、図4-16)。

表4-13 発酵TMRの構成及び養分含量

構成 (乾物中%)	たちすずか	たちすずか	たちすずか
	出穂後30日	出穂後30日	出穂後60日
	10%	23%	23%
濃厚飼料割合	61.3	61.2	61.7
粗飼料割合	38.7	38.8	38.3
「たちすずか」 WCS	10.3	23.4	23.2
スーダン乾草	8.9	-	-
チモシー乾草	4.3	-	-
アルファルファ乾草	15.2	15.4	15.1
養分含量 (乾物中%)			
粗タンパク質	14.4	14.6	14.7
粗脂肪	3.6	3.6	3.7
中性デタージェント繊維	41.0	39.0	38.2
粗飼料由来中性デタージェント	22.6	20.7	19.8
非繊維性炭水化物	37.8	38.5	39.5
デンプン	21.4	22.4	22.7
TDN (設計値)	72.4	72.5	73.2

表4-14 発酵TMRの構成及び養分含量

構成 (乾物中%)	たちすずか	たちすずか	たちすずか
	25%	30%	35%
濃厚飼料割合	59.8	59.6	59.5
粗飼料割合	40.2	40.4	40.5
出穂後60日「たちすずか」 WCS	25.6	30.6	35.6
チモシー乾草	9.8	4.9	-
アルファルファ乾草	4.9	4.9	4.9
養分含量 (乾物中%)			
粗タンパク質	14.9	15.0	14.9
粗脂肪	3.2	3.2	3.3
中性デタージェント繊維	35.8	35.6	35.1
粗飼料由来中性デタージェント繊維	21.4	21.1	20.8
非繊維性炭水化物	37.5	37.3	37.4
デンプン	23.4	24.1	23.9
TDN (設計値)	73.0	73.1	73.1

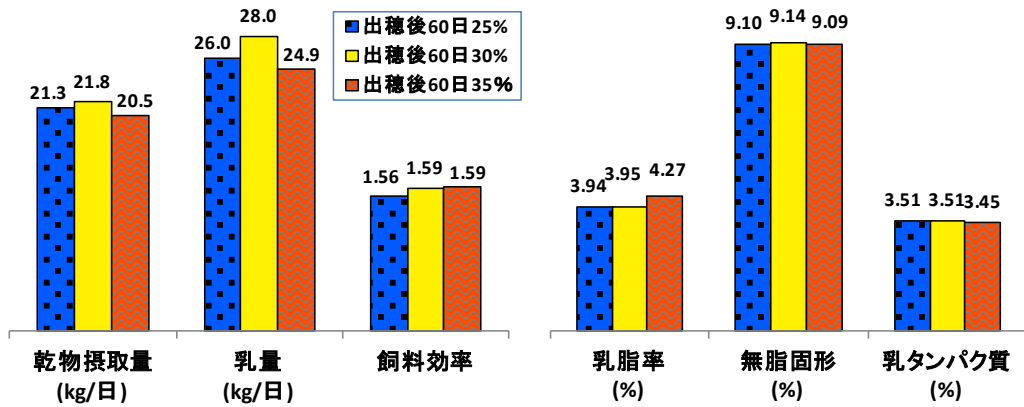


図4-16 「たちすずか」 WCSを混合した発酵TMRを用いた泌乳試験成績

ウ 泌乳前期牛への飼料乾物中35%混合給与

泌乳前期牛に稲発酵粗飼料を給与する場合、飼料乾物中30%以下での利用が推奨されています。泌乳前期牛に出穂後60日で収穫調製した「たちすずか」 WCSを飼料乾物中35%混合した発酵TMRを給与すると、出穂後30日「ホシアオバ」 25%混合区と比較して、乾物摂取量が低く推移し、乳生産の低下が認められました（表4-15、図4-17）。このため、収穫時期の遅れた「たちすずか」 WCSを泌乳前期牛に用いる場合は、給与開始時からの多給は避け、飼料摂取量、乳量を確認しながら、給与量を調整していく必要があります。

表4-15 発酵TMRの構成及び養分含量

構成 (乾物中%)	ホシアオバ たちすずか	
	25%	35%
濃厚飼料割合	55.4	55.3
粗飼料割合	44.6	44.7
出穂後30日「ホシアオバ」 WCS	25.0	
出穂後60日「たちすずか」 WCS		35.0
チモシー乾草	9.9	
アルファルファ乾草	9.7	9.7
養分含量 (乾物中%)		
粗タンパク質	14.8	15.1
粗脂肪	4.0	3.9
中性デタージェント繊維	35.0	33.6
粗飼料由来中性デタージェント繊維	23.5	23.1
非繊維性炭水化物	39.3	39.2
デンプン	24.9	23.6
TDN (設計値)	73.0	73.0

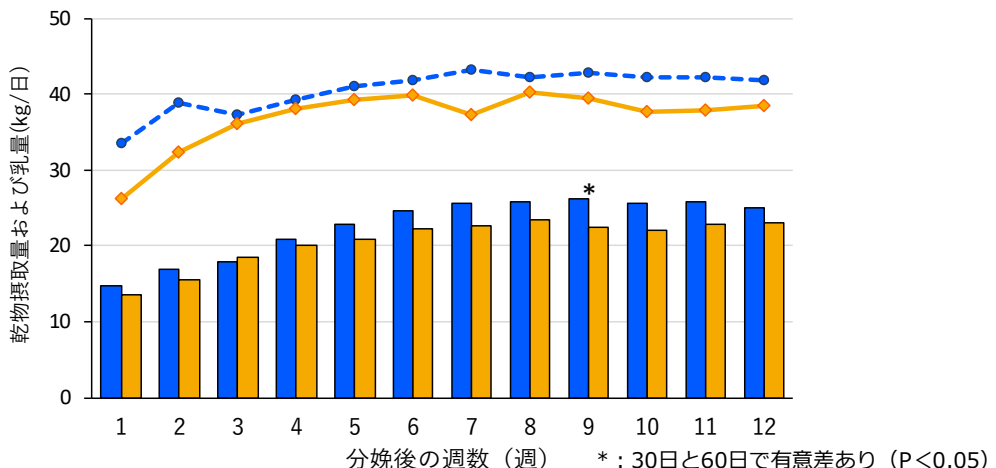


図4-17 発酵TMRを給与した乳牛の分娩後の乳量および乾物摂取量の推移

- 出穂後30日「ホシアオバ」25% 乾物摂取量
- 出穂後60日「たちすずか」35% 乾物摂取量
- 出穂後30日「ホシアオバ」25% 乳量
- ◆--- 出穂後60日「たちすずか」35% 乳量

執筆者

はじめに	農研機構畜産研究部門	池田哲也
1. 高糖分高消化性WCS用イネの特徴	農研機構中央農業研究センター	野中和久
2. 高糖分高消化性WCS用イネの生産		
2.1 東北（寒冷地：宮城県）	宮城県古川農業試験場 宮城県畜産試験場	吉田修一、金原昭三、國嶋広達 菅原賢一、田中孝太郎
2.2 北関東（稲麦二毛作地帯：群馬県）	群馬県畜産試験場	田中克宏、関野凱一、関上直幸
2.3 南関東（稲麦二毛作地帯：埼玉県）	埼玉県農業技術研究センター	大澤玲、大宅秀史、武井由美子、 丹野和幸、吉川結夏子、 志保田尚哉
2.4 東海（台風常襲地帯：三重県）	三重県農業研究所	小倉卓、坂口尚子、田畑茂樹、 川原田直也、中山幸則
2.5 九州（暖地：福岡県）	福岡県農林業総合試験場	主税裕樹、柿原孝彦、下川環、 山口昇一郎
3. 汎用型微細断収穫機による効率的な収 穫調製体系	農研機構九州沖縄農業研究センター	高橋仁康
4. 高糖分高消化性イネWCSの乳牛への給 与技術		
4.1 栄養価と飼料特性	農研機構畜産研究部門	樋口浩二
4.2 給与メニューの実例（群馬県）	群馬県畜産試験場	都丸友久、湯野川景人、篠原晃
4.3 給与メニューの実例（千葉県）	千葉県畜産総合研究センター	森知夫、犬飼愛、諸岡佳恵
4.4 給与メニューの実例（長野県）	長野県畜産試験場	中島純子、袴田由美、岸本剛
4.5 給与メニューの実例（三重県）	三重県畜産研究所	林道明、永墓訓明、平岡啓司

本手引きは、農林水産省委託プロジェクト研究「収益力向上のための研究開発」(自給飼料分科会)により行われた研究の成果を基にとりまとめたものです。複製、転載などの利用に当たっては事前に高栄養飼料生産コンソーシアム(事務局:農研機構中央農業研究センター(那須研究拠点))の許可を得てください。

<高糖分高消化性イネホールクロップサイレージ生産・利用の手引き>

令和2年3月

高栄養飼料生産コンソーシアム

編集:野中和久(農研機構 中央農業研究センター)

問い合わせ先:

国立研究開発法人 農業・食品産業技術研究機構

中央農業研究センター(那須研究拠点)

〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松768

TEL 0287-36-0111 / FAX 0287-36-6629

Web問い合わせフォーム

<http://www.naro.affrc.go.jp/inquiry/index.html>