

革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）

「水田里山の畜産利用による中山間高収益営農モデルの開発」

飼料作を基幹部門とする高収益水田作営農モデルの手引き



水田里山畜産利用コンソーシアム



農研機構 西日本農業研究センター

目 次

1. トウモロコシや WCS 用稲乾田直播栽培を取り入れた水田作営農の展望……………	1
(1) はじめに	
(2) 実証経営体の営農概要	
2. WCS 用稲乾田直播の安定多収栽培技術……………	4
(1) 乾田直播	
1) 圃場選定, 播種床づくり	
2) 播種時期, 播種作業	
(2) 雑草防除体系	
1) 除草剤の体系防除	
2) 非選択性除草剤散布におけるイネ出芽予測	
3) 選択性除草剤散布におけるノビエ葉齢進展予測	
4) メッシュ農業気象データを用いたノビエ防除支援システム	
(3) 乾田直播栽培の現地実証の経過、生育、収量	
1) 乾田直播栽培の水稻生育	
2) 乾田直播栽培の収量性	
(4) 短穂 WCS 用品種の収穫時期による成分変動について	
1) 飼料成分の出穂後の変動要因	
3. 飼料用トウモロコシの二期作栽培における安定多収生産技術……………	17
(1) トウモロコシ二期作栽培の主な作業体系	
(2) トウモロコシ二期作栽培での収量確保のためのポイント	
1) 圃場選定	
2) 播種方法	
3) 播種時期及び品種	
4) 雑草防除	
5) 堆肥の施用量	
6) 堆肥施用を前提とした施肥法	
4. WCS 用稲乾直、トウモロコシの安定多収に必要な排水対策……………	23
(1) WCS 用稲乾田直播栽培の場合	
(2) 飼料用トウモロコシの場合	
5. 飼料作を基幹とする最適な水田作営農モデル……………	26
(1) 作物別の生産性、収益性の比較	
(2) 試算の前提条件と方法	
(3) 試算結果	
(4) 規範的営農モデルと普及条件	

1. トウモロコシや WCS 用稲乾田直播栽培を取り入れた水田作営農の展望

(1) はじめに

農業従事者の高齢化と減少が顕著になるなかで、地域農業の担い手に農地が集積され、100ha を超す規模の雇用を導入した水田作法人経営が増加しています。こうした経営では、主食用米需要の減少及び稲作収益低下のもとで、主食用米に替わる作物を基幹とする収益性の高い営農、そして雇用安定化のため作業労働の季節偏在の少ない営農が模索されています。その一つとして、国産の自給率が低く、かつ輸入価格の高騰している飼料作を基幹部門とする営農の展開が期待されています。

政策面では、主食用米の生産調整を第一義的目的として、飼料用米や発酵粗飼料用稲（以下、稲 WCS）の生産が重点的に推進されています。しかし、稲の飼料化に偏った営農展開は、水田作経営の発展（作業労働の季節偏在の解消や規模拡大等）、国産飼料の増産、国際競争力の高い飼料及び畜産物生産を達成する観点からは問題が少なくありません。

そこで、本冊子では、飼料用トウモロコシ（トウモロコシ WCS、以下、トウモロコシ）や稲 WCS の乾田直播栽培を取り入れた水田作営農モデルを提示します。飼料作物の作業受託、トウモロコシの生産や稲 WCS の乾田直播栽培を組み入れた飼料作を基幹とする水田作経営では、①年間を通じた作業労働の平準化が図れること、②栽培面積当たり作業労働時間が少ないこと、③トウモロコシでは飼料用米や稲 WCS の 2 倍以上の収量が得られること、④収穫機等の利用率向上が図れること、これらの結果、同じ労働力のもとで経営規模（水田利活用）の拡大と飼料の増産、国産飼料の低コスト生産、及び収益性の向上が期待されます。

この実現、普及のためには、以下の管理技術の開発や最適な営農モデルの提示が必要です。



写真 トウモロコシの収穫:稲 WCS と同じ機械で異なる時期に収穫

①トウモロコシ生産や稲 WCS の乾田直播栽培に適した圃場の選定と適切な排水対策、②発芽・苗立ちに効果的な耕起・播種技術、③地域の用水慣行に対応した雑草防除体系（稲 WCS の乾直栽培）、④作物生産と環境に配慮した施肥体系（トウモロコシ生産）、⑤最適な営農体系（各作目の作付面積等）とその成果（収益性や資源利用、飼料増産効果等）の提示などです。

本冊子では、飼料作を基幹とする大規模水田作に取り組む（有）カーライフフジサワ（以下、F 法人）において実施した試験に基づき、上記の生産管理技術、最適な営農体系等について解説します。

(2) 実証経営体の営農概要

F 法人は、岡山県南地域で水田を対象に営農を行っています。圃場は市街化区域内の狭い圃場と干拓地内の区画の広い圃場があり、平均面積は約 25a です。正社員は 6 人（うち女性 2 人は事務専従）ですが、水稲の播種・育苗、移植、収穫作業時には、6 人前後、臨時

に雇用を行います。経営面積は約 80ha で、主食用米や酒造好適米生産（以下、酒米）に加えて、飼料用米や稲 WCS の生産を行っています。また、稲 WCS 等約 127ha の飼料作の収穫受託も行っています（表 1-1）。

表 1-1 F 法人の営農概要と課題

経営の特徴	飼料作(収穫受託を含む)を基幹とする水田作法人経営
労働力	社員6名(うち大型機械オペ4名), パート・研修生2~12名(繁忙期)
経営面積 作付作目	約80ha(圃場平均面積25a)、主食用米、酒造好適米、大麦(冬作)、飼料用米、WCS用稲、トウモロコシ(二期作)、稲わら及び麦わらの収穫
作業受託	WCS用稲の収穫:約110ha(県外を含め広域に展開)、飼料用トウモロコシの収穫:延べ17ha
主な機械 施設装備	田植機2台, コンバイン3台, 乾燥機600石, 細断型飼料イネ専用収穫機3台, 汎用型飼料収穫機2台, ラッピング機4台, マニュアルスプレッダー1台, トラクター10台, トラック5台ほか(飼料収穫機及びラッピング機は通常2台使用)
経営上の 課題	①用水制約(水稲作期の制約)、②作業労働の季節偏在と臨時雇用確保の困難、③主食用米需要および収益の減小、④大規模化・大型機械利用(熟練雇用、通年就労機会の確保、オペ養成)、⑤多品目生産(機械施設投資の増加)
これまでの 対応	①水稲乾田直播栽培の導入(作業労働の分散、水田の省力管理)、②飼料用トウモロコシの導入(通年就労機会の確保、収穫機の汎用利用)、③コントラクター(飼料収穫作業請負)の広域展開(機械稼働率の向上、就労機会の確保)

注:労働力、経営面積等は2018年時点。

岡山平野は農業用水の供給期間の制限される地域が多く、F 法人の管理する圃場に掛かる農業用水の供給は 6 月 5 日以降になります。このため、水稲の移植は 6 月中下旬の 3 週間程度に限られ、5 月中下旬の水稲の播種・育苗から、6 月上旬の大麦および麦わらの収穫、6 月中下旬の水稲の代かきと移植作業までが一年で最も多忙な時期となっています。10 月～11 月も主食用米、酒米、飼料用米の収穫に加えて、稲 WCS の

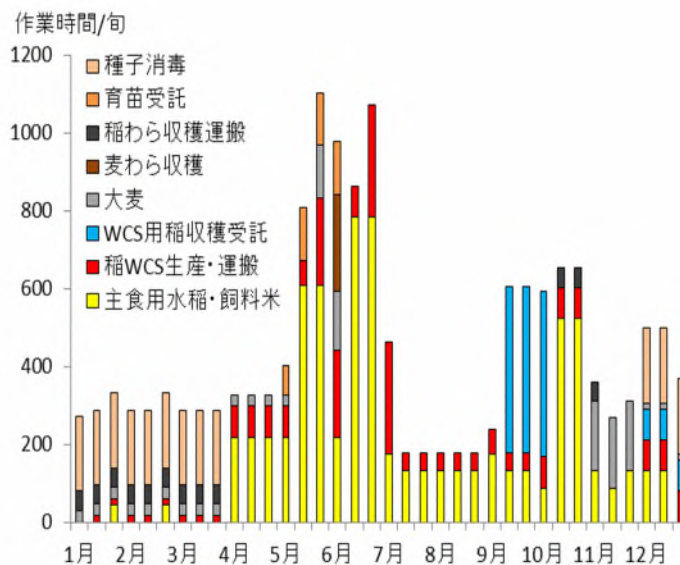


図 1-1 F 法人の月旬別の農作業時間(2014年、推計値)

収穫受託や大麦の播種作業があり多忙を極めます（図 1-1）。こうしたことから、F 法人では近年、稲 WCS の乾田直播栽培、およびトウモロコシの 2 期作栽培に着手しています。

表 1-2 に示されるように、F 法人では 6 年前と比較すると主食用米の作付が減少し、酒米と飼料用米の作付が増加しています。稲 WCS の作付面積は 6 年前と変わりませんが、多収の専用品種「たちすずか」の作付が増え、乾田直播栽培も約 5 ha に増加しています。飼料

用米は多収の専用品種「みなちから」の作付が増えていきます。また、2015年からトウモロコシが導入されています。水田でのトウモロコシ栽培は、排水性の問題から当初、疑問視されていましたが、図1-2に示すように、1作だけで稲WCSに匹敵する約3,000kg/10aの収量が得られ、作業労働も少ないことから栽培面積は拡大しています。

トウモロコシはすべて2期作栽培され、4月上旬1作目播種、7月下旬収穫、8月上旬2作目播種、11月下旬収穫により、水稲と作業の重ならない時期に行われています。また、トウモロコシや稲WCSの収穫受託面積も、隣県からの依頼に伴い増加しています。

今後、主食用米は直接販売の可能な特別栽培米（以下、特裁米）のみを10～15haほど生産し、残りの圃場は収益条件に応じて選択する意向です。

したがって、稲WCSの乾田直播栽培やトウモロコシ生産等の作業性や収量性、収益性向上に効果のある技術開発が、今後の作目選択及び水田作法人経営の営農展開に影響すると考えられます。

表1-2 F法人の作付面積等の推移

作目・用途	品種(栽培法)	作付面積(ha)	
		2012年	2018年
主食用米	朝日	5.0	3.0
	ヒノカリ(特裁米)	15.0	9.7
	ヒノカリ		5.2
	アケボノ	7.0	4.8
	みつひかり	3.0	
	小計	30.0	22.7
酒造好適米	山田錦	10.0	16.3
	雄町		10.5
	小計	10.0	26.8
WCS用稲	アケボノ	16.0	4.8
	たちすずか		6.4
	アケボノ(乾直)		2.4
	たちあやか(乾直)		1.4
	たちすずか(乾直)		1.3
	小計	16.0	16.3
飼料用米	アケボノ	3.5	2.6
	みなちから		8.0
	小計	3.5	10.6
トウモロコシ(2期作)		0.0	8.3
大麦(水稲裏作)		15.0	16.0
経営面積		59.5	80.6
作付延べ面積		74.5	104.9
水稲育苗受託		約15ha分	-
稲わら収穫面積		50.8	45.0
麦わら収穫面積		49.6	32.0
トウモロコシ収穫受託(延べ)			16.5
WCS用稲収穫受託		64.2	107.7
飼料収穫延べ面積		184	236

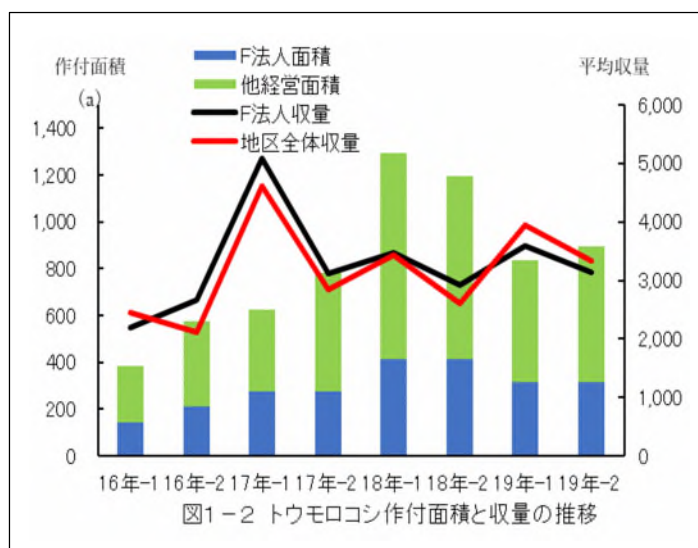


図1-2 トウモロコシ作付面積と収量の推移

2. WCS 用稲乾田直播の安定多収栽培技術

(1) 乾田直播



写真 乾田直播の苗立ち

乾田直播栽培は育苗と田植え作業が不要で省力的です。レーザー均平等による播種床づくり、乾田状態での播種、ブームスプレーヤによる乾田期間の除草剤散布等、各作業は機械作業が主で、補助作業者は田植えのように必須ではなく、一人作業でも可能です。水が来るまで代かきや田植え、

播種ができない移植栽培や湛水直播栽培と違って、地域の水利慣行に縛られることなく、入水は苗がある程度大きくなってからするので、代かき時のような圃場毎の細かい水の駆け引きはありません。また、出芽早限（温暖地の平坦地では4月中下旬）より早い時期でも播種が可能なので、播種時期の設定の自由度は高く、作業分散できます。

このように乾田直播栽培は、移植作業が労力的に限界に達している経営や比較的少ない人数で多数の圃場を管理する大規模水田作経営において導入するメリットがあると考えられます。しかし、大規模経営は増えていますが、乾田直播栽培の普及は期待通りには進んでいません。これは、乾田直播栽培が、天候の影響、苗立ち、雑草防除、収量性等においてまだ移植栽培と同等の安定性を確保できていない、と認知されているためと考えられます。特に雑草防除は、1年失敗すると雑草の種子が多量に圃場に落ちるので翌年はさらに防除が困難になります。乾田直播導入の成否は雑草防除にかかっているといえるでしょう。移植時期に繁忙を極める実証経営体のF法人においても、乾田直播栽培の経験はありましたが、雑草防除で苦勞し、移植栽培に切り替えてきた経緯があり、試験開始時点では乾田直播栽培の導入に懐疑的でした。また、収量も落ちると認識されており、「条件の良い圃場は移植栽培でしっかり取りたい」という意向でした。プロジェクトを通じてこれら懸念の払しょくに努め、営農レベルでの導入に持っていくことができました。以下ではそのポイントを解説します。

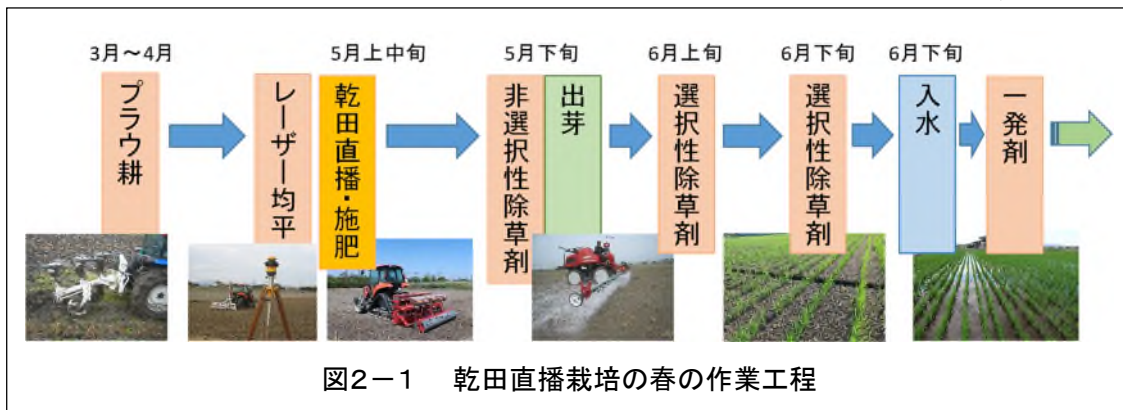


図2-1 乾田直播栽培の春の作業工程

1) 圃場選定、播種床づくり

圃場選定にあたって、まずは圃場がまとまっていることが営農上重要です。播種やブームスプレーヤによる除草剤散布は、乾田状態で実施するため、移植栽培における各作業に比べて高速です。ただし、圃場が分散していると作業機をいちいちキャリアカー等に積み降ろし回送することが必要となり、例えば、圃場内で作業している時間は10分なのに回送にはそれ以上かかる、ということになります。雨や風、圃場の状態を考えながら作業することになるので、良好な条件



写真 ブームスプレーヤの回送

の時間は限られます。各作業工程をいかに素早く実施できるかは、圃場がまとまっているか、分散しているかの違いが大きく影響します。また、圃場の大きさは大きいほど作業効率は上がります。しかし、大区画圃場しか乾田直播を導入できないわけではありません。重要なのはまとまっていること、その上でできるだけ合筆を進めていくこと、という順序です。

次に圃場単位で見た場合、求められる条件は水はけ、水持ち、用水量です。乾田直播するためには圃場が乾くことが必要です。そこで、水はけの良さを重視したくなるのですが、過度に水はけが良い＝水持ちが悪い圃場はダメです。乾田直播は代かきしないので縦浸透が大きく、代かきしても水が保てないようなザル田では入水後に湛水状態を保てないので入水後の除草剤が効きません。地温も上がらず、生育ムラも大きくなります。したがって、水持ちが良い圃場を選び、そこに必要十分な排水対策を施すことが望まれます。また、入水後は湛水状態を保てるだけの用水の水量が十分確保できることも重要です。



写真 プラウ耕

播種前の播種床づくりでは、①排水対策、②均平作業、③漏水対策を行います。①排水対策は必要に応じて前作終了後早めにサブソイラー等で行います。実証経営体のある岡山県南地域は約50年間にわたって乾田直播栽培が行われている地域ですが、今でもロータリー耕による播種床づくりが主流です。しかし、全国的に見るとプラウ耕とレーザー均平による播種床づくりが乾田直播栽培では一般的になってきました。ロータリー耕を行った圃場は大雨に降られるとなかなか乾きません。プラウ耕では大きな土塊のまま反転するので、雨水は土塊の間から犁底に落ち、表層は比較的速やかに乾きます。天候に対する作業の安定性ではプラウ耕の方が有利です。②均平作業について、移植栽培では代かきによって圃場の均平を保っていますが、ロータリー耕のみでは均平にでき

大きな土塊のまま反転するので、雨水は土塊の間から犁底に落ち、表層は比較的速やかに乾きます。天候に対する作業の安定性ではプラウ耕の方が有利です。②均平作業について、移植栽培では代かきによって圃場の均平を保っていますが、ロータリー耕のみでは均平にでき

ません。特に大きな圃場や合筆した圃場を均平するためにはレーザー均平機が必要です。

レーザー均平機の使用にあたっては、もし故障を発見しても対処できるよう余裕を持って播種シーズンが始まる 1 か月前には発光機等を点検しておきましょう。充電式電池を完全放電、完全充電を何回も繰り返し、電池を復活させておきます。発光機が風により倒れて故障する事故はかなりおきています。三脚は風下側が 1 本足となるように設置し、不安があれば土嚢などを吊るして倒さないように努めてください。また、風が強い場合、発光機を



写真 レーザー均平

設置する位置は、できるだけ圃場の風下側に設置してください。風上側だと風で三脚が多少なりとも押されることでレーザー光線が作り出す平面が下向きに傾き、圃場を過剰に掘り下げることがあります。これを埋め戻すには手間がかかります。

レーザー均平の際、雑草や前作の株を圃場表面に引きずり出すとブレードに抱え込んだ土が凹地で抜けるのを邪魔して大変厄介です。プラウ耕の際、しっかり反転しておくとともに、均平作業の始めではブレードを浮かせてホイールで土塊を踏みつぶし、株を上げないようにします。可能であればプラウ耕の前にチョッパーをかけて植物残渣を粉碎しておく、反転が容易になるとともに残渣の腐熟が進みます。プラウ耕から均平作業までの期間が空きすぎるとまた草が生えてきます。圃場を乾かす期間は必要ですが、草が生えないようにプラウ耕の時期を設定してください。均平作業の際、畦畔際を盛り上げてしまうとアゼガヤ等のしつこい雑草が生えやすくなり最悪です。畦畔際は若干へこむくらいに仕上げましょう。圃場に勾配を付けることは入水排水を容易とするので有効です。特に WCS 用稲を作付けている圃場では、収穫時に収穫機やバールラッパーが農道側を踏み荒らすことが多く、農道側が水口側である場合にはぬかるんだ窪地になりがちです。これは勾配を付けることで改善できます。勾配を付ける場合は発光機を設置する方向を間違わないよう気を付けてください。勾配の程度は、圃場の長辺方向で低くなる側のイネが、入水時に水没しない程度にとどめてください。レーザー均平のかけ方は生産者によりかなり違います。何年かに一度、丁寧に時間をかける人もいれば、毎年かけることを前提に多少の凹凸は気にせず、長辺方向、短辺方向、円を描きながらというふうな一定の走り方で短時間に仕上げる人もいます。いろいろなかけ方があっていいと思いますが、生産者同士で情報交換すると「そのやり方もいいな」ということは結構あると思います。レーザー均平した直後は、均平作業により圃場全面に鎮圧がかかり、表層には砕土され乾いた覆土に適した土が乗っていて、播種に最適な状態です。できれば、均平後、次の雨が降るまでの間に播種しましょう。ただし、レーザー均平作業は、乾田直播栽培の諸作業の中で最も時間がかかる作業なので、余裕がある時期に実施し、播種前に必要に応じて縦軸ハロー等で浅耕することでも対応できます。

2) 播種時期、播種作業

乾田直播の播種時期は比較的自由です。湛水直播では、水が来るまでどうしてもならないし、安定して出芽できる温度まで気温が上昇してからの播種になります。乾田直播では、むしろ地区の水利が始まる前の方が、隣接圃場からの漏水や非選択性除草剤散布にあたってあまり神経質にならずに済むので好都合です。前年収穫時にこぼれた粃が春に出芽することからもわかるように、気温の上昇を待つ必要はありません。過去の気象データを把握しておいて、圃場の良く乾く時期に余裕をもって播種時期を設定してください。ただし、播種時期が全く自由かというところではありません。地区の水利慣行は直接的には関係しませんが、間接的に関係します。水利の開始が早い地区では、上述のように隣接圃場に水が入り田植えが始まる前に、播種・非選択性除草剤散布・出芽まで完了していることが望まれます。それが時期的に困難であれば、隣接圃場からの影響を受けないブロックとしてまとまっている圃場に制約されます。また逆に、地区の水利開始が遅い場合には乾田期間の長さを考慮する必要があります。米麦二毛作地帯では6月中下旬に入水可能となります。こういう地域で出芽早限より早く3月～4月上旬に播種すると、実証試験地の岡山平野の場合では4月中下旬頃に出芽します。このイネ出芽直前に非選択性除草剤を散布するので、それから入水までの乾田期間が2か月間と長期間になってしまいます。この間、選択性除草剤をノビエ葉齢が散布適期を超えないように散布し続けなければなりません。実際にはコスト的労力的に困難です。現実的には入水からさかのぼって1か月前くらいが出芽時期となるように播種時期を調整する必要があります。また、作付け品種が変わる等で落ちばえ対策が必要な場合にも播種時期を遅らせることが有効な対策となります。このように、遅い播種時期を選択した方が良い場合もありますが、基本は、作業分散、雨の影響の回避、収量性の観点から、可能な限り早い時期が良いと考えてください。



写真 播種(乾田直播)

種粃は乾粃で用いることを推奨します。浸種しておいて出芽を早めたいと思うかもしれませんが、そのためには播種後、種粃の水分が奪われることなく出芽まで安定して水分が供給されることが必要です。しかし、播種作業は圃場が乾いている条件で行うため、事前の浸種は逆効果になりがちです。圃場全面に鎮圧がかかり、それと接するように播種されていれば、毛管現象で安定した水分供給が得られ、乾粃であっても吸水に問題ありません。また、催芽のし過ぎや急な雨での播種延期によるトラブルも乾粃なら無縁です。

種粃は乾粃で用いることを推奨します。浸種しておいて出芽を早めたいと思うかもしれませんが、そのためには播種後、種粃の水分が奪われることなく出芽まで安定して水分が供給されることが必要です。しかし、播種作業は圃場が乾いている条件で行うため、事前の浸種は逆効果になりがちです。圃場全面に鎮圧がかかり、それと接するように播種されていれば、毛管現象で安定した水分供給が得られ、乾粃であっても吸水に問題ありません。また、催芽のし過ぎや急な雨での播種延期によるトラブルも乾粃なら無縁です。

播種時に必要となる播種機の調整は、播種量、施肥量(播種同時施肥の場合)、播種深です。播種量は慣行では4～6kg/10a程度ですが、乾田直播に習熟するにしたがって少なめにすることをお勧めします。WCS用品種は、苗立ち数が多いと茎が細くなり、挫折倒伏しやすくなります。苗立ち率をある程度確保できるようになったら、播種量は少ない方が後の心

配は少なくなります。

播種深は雨が多い年は浅めが、少ない年は深めが良いのですが、なかなか播種から出芽までの天候を読むことは困難です。多雨による出芽不良は、発生頻度は少ないけれど、深播きの場合、出芽がほぼ壊滅することがあります。逆に雨がほとんど降らず、出芽が大幅に遅れる、出芽が揃わない、という事態はかなり高頻度で起きます。いつかは雨が降って出芽するので問題ないと思われるかもしれませんが、実際は結構厄介です。播種時期にもよりますが、出芽が大幅に遅れ、苗が小さいまま入水時期を迎えるとジャンボタニシに食べられてしまいます。また、出芽が揃わない場合は、この後2. (2) 2) で解説する非選択性除草剤の散布時期が判断しにくくなります。イネが出芽するためには、水・温度・酸素が必要です。水は、水没と乾燥を繰り返すのではなく、安定して種籾に供給されることが重要で、このためには、孔隙の多いフカフカな土中に播種するのではなく、しっかり鎮圧のきいた土層に種籾が接し、その上から覆土をかぶっている状態が望まれます。過度な深播きは、温度が十分に高く、乾燥状態が長期間続くことが確実な場合以外は避け、適度に浅く、必要に応じて鎮圧作業を行うことで、水と酸素が安定して種籾に供給されるような種籾の環境づくりに努めましょう。



写真 乾田期間のイネ

(2) 雑草防除体系

乾田直播栽培においては播種が主役のイメージがありますが、実際に営農に定着するかどうかのカギは雑草防除の成否にかかっています。実証経営体のF法人は6月に田植え作業で著しい労働ピークを迎えますが、それでも「乾田直播は雑草で懲り懲り」という印象をお持ちでした。しかし、プロジェクトの実証研究を通じて雑草防除に自信を持ち、取組面積を年々拡大されています。ポイントは、除草体系に非選択性除草剤を組み込むことと、除草剤散布のタイミングを感覚で決めるのではなく、理屈に基づいて決めることです。以下で詳しく説明します。



写真 雑草が繁茂した乾田直播圃場

1) 除草剤の体系防除

本実証研究で行った除草体系は、非選択性除草剤→選択性除草剤(2回)→入水後一発剤、です。非選択性除草剤はイネ出芽直前に散布します。その後、選択性除草剤をノビエ葉齢が散布適期を超えないように散布します。いずれも適期に散布することが重要です。

このためイネの出芽予測とノビエの葉齢進展予測を行いました。

2) 非選択性除草剤散布におけるイネ出芽予測

非選択性除草剤をイネ出芽直前に散布することで、圃場に先行して生えている雑草をリセットし、イネと雑草のスタート地点をそろえることができます。ここで大切なことは、イネ出芽「直前」に散布することです。ノビエはイネより若干早く出芽しますが、イネが出芽するという事は、水や温度の環境が出芽するための条件を満たしたということなので、ノビエをはじめ雑草たちも同じ頃ぞろぞろ生えてきます。適当に、「イネが出芽してしまったら非選択性除草剤が散布



できなくなるから早めにやっとう」と播種して間もない頃に散布してしまうと、イネの出芽に合わせて出てくる雑草たちをほとんど枯らすことができません。「どんな雑草も枯らしてくれる非選択性除草剤を最大限活かし、そのためにはギリギリまで引っ張る」ことがポイントです。また、ノビエは1週間で2葉程度葉齢が進むので、出芽直前より早かった分だけ次の選択性除草剤散布の時期が早まります。もったいない気持ちも働いて、ついつい次の除草剤が遅れがちとなり、適期を外し、初期防除に失敗することにつながります。「早く散布すると遅れ(のノビエ)が生える」と心配する人もいますが、大きく生育しイネの生育を抑え込むのは早い時期に生えたノビエであって、遅発のノビエにはイネを減収させる力はありません。

イネ出芽「直前」の散布が重要であることを強調しましたが、そのためにはイネがいつ出芽するのかを把握する必要があります。特に早期播種では、播種から出芽までの期間が長く、感性だけではわかりません。出芽日は愛知県等で用いられている有効積算気温である程度予測することができます。日平均気温で11.5℃以上を出芽のために有効な温度と考え(図2-2)、その有効温度を毎日積算して50℃に達する頃が出芽の目安となります。この計算式は2.(2)4)で紹介する「ノビエ防除支援システム」にも組み込まれています。簡単な操作で毎日の有効積算気温を確認できます。

使用上の注意点として、これまでのデータからこの有効積算気温の予測精度を検証すると、積算50℃より早く出芽した事

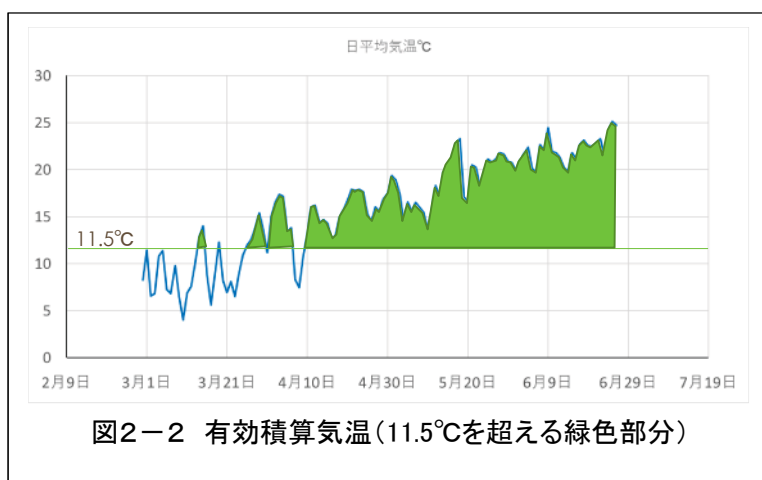


図2-2 有効積算気温(11.5℃を超える緑色部分)

例はほとんどなかったのですが、50℃を大幅に超えて遅く出芽した事例は相当ありました。したがって、この計算式を用いれば、「出芽は早くとも〇日以降」ということはわかりますが、出芽直前がいつかを正確に把握するためには不十分です。そこでお勧めする方法は、まずは「ノビエ防除支援システム」を使って大体いつごろ出芽するかを把握し、積算 50℃が近づいたら実際に圃場で種籾を掘って確認すること



写真 圃場での種籾掘り



写真 掘った種籾の状態

です。詳細にあちこち掘る必要はありません。ざっと圃場内で出芽が早そうな場所（雨が多ければ高いところ、雨が少なければトラクターの轍等低いところ）を掘って、5粒くらい発芽状況を確認すれば用は足ります。出芽前の圃場をいくら眺めても出芽予想はできません。ササっと一手間、掘りましょう。

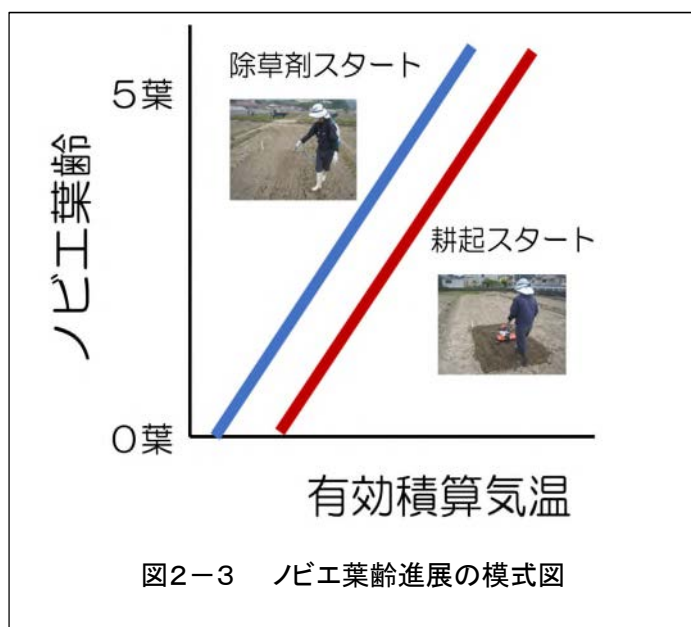
また、前年収穫時に落ちた漏生イネを見て「もう生えてる。非選択性除草剤が撒けない」と勘違いする人がいます。積算 50℃より早く生えているのはまず漏生イネです。掘って種籾を見ると、今年播いた種は籾表面がきれいなのに対し、漏生イネは籾表面に土がついて薄汚れているのははっきり区別できます。

3) 選択性除草剤散布におけるノビエ葉齢進展予測

水稻栽培において最も重要な雑草はノビエです。水稻用除草剤には多くの場合、使用基準に「～ノビエ〇葉期」と使用時期が表記されています。ここで記されているノビエ葉齢は当該圃場において最も生育の進んだ「最大葉齢」です。葉齢の平均値ではありません。除草剤は十分な効果を得るためには適期晩限を超えないように散布することが重要ですが、実際にこの「最大葉齢」を圃場で確認するためには、圃場をくまなく歩いて最も生育の進んだノビエを探すことになるわけですから、容易ではありません。農道に車を停めて圃場を眺めただけでは全く分かりません。もしそれでヒエが目立つようなら、それはもう手遅れです。1回目の選択性除草剤で枯殺できなかったヒエを次の除草剤で枯らすことは不可能です。手取りしかありません。

移植栽培で労力的に回らないから乾田直播栽培を導入しようとしている生産者のためには、圃場を歩き回らなくても、「この圃場のノビエは今何葉か？いつ5葉になるのか？」を知る方法が必要です。そこで、本実証研究課題では有効積算気温を用いたノビエ葉齢進展予測に取り組みました。

幅広い様々な作期で気温とノビエ葉齢の関係を検討し、有効温度を 10℃とした有効積算気温とノビエ葉齢の関係からノビエ葉齢進展予測式を導きました。ノビエ葉齢進展予測式の適用にあたっては、ノビエ生育の起点の違いにより異なる式を用います。これは、圃場に



に生えているノビエの枯殺には2つの場合があり、耕起播種等の耕起による場合と除草剤による場合とでノビエ葉齢と有効積算気温との関係が異なるためです(図2-3)。

作成したノビエ葉齢進展予測式はF法人の乾田直播圃場等で検証したところ、現地においても適合していることを確認しました。さらに、このノビエ葉齢進展予測式を簡易に利用するためのエクセルプログラムを開発したので次に紹介します。

4) メッシュ農業気象データを用いたノビエ防除支援システム

WCS用稲乾田直播栽培において、ノビエの適期防除作業の計画策定や進捗管理を支援するために、ノビエ葉齢進展予測式を利用したエクセルで利用できる乾田直播雑草防除支援システムを作成しました。

本システムの使用手順としては、「圃場・作業」シートに、まず対象とする圃場名称を入力し、各圃場の播種日・防除日を入力、推定日を指定します。これにより、推定日と各圃場の播種日・防除日を比較して、除草剤散布時期の目安となる播種後積算気温、ノビエ葉齢を表示します(図2-4)。気象データは「気温」シートで日平均気温を管理します。農研機構が提供しているメッシュ農業気象データが簡易に利用できるように組み込みモジュールを統合し、「最新データ取得」ボタンをクリックするだけでデータが更新できます。気象データは、複数のデータを登録することができ、切り替えて利用できますが、アメダス観測所のデータ等を利用する場合は、気象データの更新は手入力となります。

メッシュ農業気象データは、日本国内を1kmメッシュ単位で地点を指定して気象データを取得できることから、アメダス観測所から離れた地点では、より現地での観測値に近い気象データが得られることが期待できます。また、翌日以降の気象データについて、気象庁の各種資料に基づく最長26日先までの予報値が提供されていることから、平年値で代替する場合よりも適合度が高くなることが期待できます。

本システムは、F法人で試用してもらい、防除作業の計画や進捗管理に有効であることを確認しました。

圃場・作業シート

気温シート

圃場・作業データ入力欄 (4/1~7/15まで)									
圃場番号	圃場名称	播種日	ラウンドアップ散布日	防除日1	防除日2	防除日3	播種後積算気温	ヒエ葉齢	
1	A-1	2019/4/7	2019/4/27	2019/5/18	2019/6/3	2019/6/16	261.4	2.7	
2	A-2	2019/4/17	2019/4/30	2019/5/21	2019/6/6	2019/6/19	250.2	1.9	
3	B-1	2019/5/1	2019/5/21	2019/6/6	2019/6/20		181.2	1.9	
4	B-2	2019/5/17	2019/5/24	2019/6/9	2019/6/22		74.5	1.0	
5	C-1	2019/5/21	2019/5/28	2019/6/13			39.5		
6	C-2	2019/5/22	2019/5/30	2019/6/13			31.8		
7	D-1	2019/5/28	2019/6/2	2019/6/18					
8	D-2	2019/5/29	2019/6/3	2019/6/18					
9	E-1	2019/6/4	2019/6/10	2019/6/22					
10	E-2	2019/6/5	2019/6/12	2019/6/23					
11	↑テスト用仮データ								

気温データ名称	メッシュ平均気温	メッシュ平年気温	メッシュ気温	メッシュ気温
最新		2017年	2018年	
4月1日	7.2	10.9	9.0	15.1
4月2日	6.8	11.2	9.2	17.4
4月3日	8.1	11.4	11.4	18.4
4月4日	10.3	11.7	13.2	17.1
4月5日	13.4	11.9	13.7	13.0
4月6日	15.4	12.2	14.6	14.3
4月7日	15.7	12.4	16.5	9.1
4月8日	14.5	12.7	17.5	8.1
4月9日	11.8	12.9	16.2	11.2
4月10日	9.6	13.1	11.8	13.1

図2-4 ノビエ防除支援システム

(3) 乾田直播栽培の現地実証の経過、生育、収量

岡山県南部に所在する F 法人の乾田直播圃場での現地実証は、2016 年（先行研究）：WCS 用「アケボノ」を用いた 1ha 規模での雑草防除の実証、2017 年：児島湾干拓地の比較的基盤の整った圃場における WCS 用「たちすずか」を用いた早期播種（4 月上旬播種）の実証、2018 年：雑草防除のために 5 月上旬播種とし、WCS 用の他に飼料用米用途も加えた 4ha 規模での実証、2019 年：WCS 用「たちすずか」および「アケボノ」、飼料用米用途「みなちから」を用いた 7 ha 規模での実証、という経過で進めてきました。すべて順調というわけではなく、2017 年にさらなる作期分散を目指した早期播種では、乾田期間が長期間となるため雑草防除に問題があり、翌年からは 5 月上旬播種としました。2018 年には、前年「アケボノ」より多収を確認していた「たちすずか」を増やす考えでしたが、予定圃場が 5 月の長雨で乾かず断念となりました。しかし、この年に F 法人は WCS 用だけではなく飼料用米用途の乾田直播にも取り組み、水利の遅い現地では移植を上回る収量を得ることができ、2019 年の面積拡大につなげることができました。さらに 2019 年からは、それまでこちらの指示に従ってもらっていた除草剤散布を自律的に進められるように試作段階の「ノビエ防除支援システム」を F 法人に試用してもらい、効果を確認してもらいました。

米麦二毛作地帯のため、水利開始が遅いことから田植えが短期間に集中せざるを得ない岡山平野において、水稻作を大規模で行っている F 法人では田植え時期の忙しさは著しく、乾田直播栽培を導入するニーズは十分でした。それにもかかわらず、現地実証試験の取組前は、むしろ、雑草が抑えられない乾田直播栽培をあきらめ、苦勞しながらもほぼすべての圃場を移植栽培に切り替えていました。本実証研究課題を通じて、乾田直播栽培を再び営農の中に位置づけられるようになったのは上記 2. (2) で紹介した雑草防除に関する技術開発と生産現場への導入が主に貢献したと考えています。もう一点、乾田直播栽培を F 法人の営農に組み込むことに貢献したことがあります。それは、移植並みの収量の確保です。以下では、乾田直播栽培の生育と収量について述べます。

1) 乾田直播栽培の水稻生育

本田において、移植栽培では苗からスタートですが、乾田直播栽培では播種から出芽して苗の大きさになるまでに期間があります。播種同時施肥の肥料として速効性肥料を用いると、この期間中に流亡あるいは硝化・脱窒するため、多くが無駄となります。乾田直播栽培では緩効性肥料を利用する必要があります。

もう一つ、乾田直播栽培の水稻生育の特徴として、乾物重が急増し始める生育ステージが移植栽培より遅いということがあります。移植栽培で最高分げつ期の乾物重は成熟期乾物重の15%程度ですが、乾田直播栽培ではその半分程度で10%未満です(図2-5)。移植栽培では植え痛みによる分げつ芽の休眠や株内競合と株間競合を経て比較的じっくり茎数が増加しますが、乾田直播栽培では株内競合はなく、条播による個体数は移植の株数より多いため、イネの見目は小さくても単位面積あたり茎数は速やかに増加します。

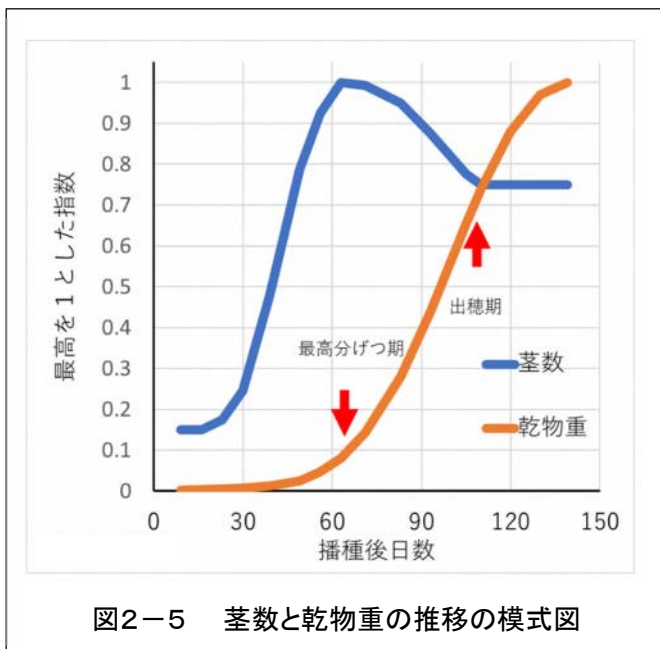


図2-5 茎数と乾物重の推移の模式図

め、イネの見目は小さくても単位面積あたり茎数は速やかに増加します。

最高分げつ期のイネが小柄だということは、分げつ期間中の窒素吸収量は少ないということなので、茎数確保のために基肥が要するという移植栽培での考えは乾田直播栽培では改める必要があります。乾田直播栽培では、最高分げつ期を過ぎてから出穂期にかけて乾物重が急増します。この期間に最も窒素を必要とするので、緩効性肥料の肥効をそれに合わせた配合とすることが大切です。

飼料用イネ品種の多くは穂重型品種です。穂重型品種について、栽培管理上の留意点として「穂数が少ないので茎数確保に努める」という記述を見かけることがあります。しかし、穂重型品種は穂数が少なく穂が大きいことが品種特性であって、穂数型品種並みの穂数を目指すことに意味はありません。栽植密度や分げつ期の施肥で茎数を増やすと、無効化する分げつを増やすだけでなく、稈が顕著に細くなり挫折倒伏しやすくなります。穂重型品種は穂重型らしく、太い茎となるよう過度ではなく適度な茎数確保に努めてください。

耐倒伏性について。「直播では倒伏が問題」という認識があります。しかし、これは表面播種となる湛水直播栽培で言えることであって、土中播種である乾田直播栽培では移植栽培と同様、株基を土が支えているので、耐倒伏性は移植栽培と同等です。倒伏を心配して施肥を控える必要はありません。

WCS用イネ品種「たちすずか」の耐倒伏性は極強です。長稈ですが、極短穂のため重心は低く、通常では出穂期後穂に転流する糖およびデンプンが稈にとどまるため、登熟期後半においても稈がもろくならず強稈です。ただし、長稈かつ強稈であるということは、風の力をまともに受け、それが受け流されることなく株基まで伝わるということなので、台風の直撃のような強風では倒れることがあります。これに耐えるためにはしっかりした地耐力が必要です。中干しをするとともに穂揃い期後の水管理は湛水の必要はなく、イネに水ストレスがかからない程度に最小限の通水にとどめて土を固めましょう。長稈の飼料用イネ品種の根系は食用品種より深いので、干し過ぎに見える田面の状態でも地下に水があれば十分です。地耐力が確保できていれば、収穫のために暗渠を開いて完全に落水するタイミングは逆に遅くできます。

ただし、猛暑の時期には葉温を下げるために活発に蒸散しているので、干上がることのないよう見回りを強化し補水に努めてください。



写真 地耐力で台風に耐えている飼料用イネ

2) 乾田直播栽培の収量性

直播栽培の収量性は全国的に概観すると移植栽培より劣っています。農林水産省は「水稻直播栽培の現状について」の中で直播栽培の収量について、「移植栽培には劣るものの、移植比9割程度で安定した収量が確保できる技術に成熟したと考えられる。」とまとめています。

岡山平野は米麦二毛作地帯であることから、水利可能となる時期が6月中下旬と遅いため、移植時期が全国的にも最も遅い地域です。乾田直播栽培は岡山平野の慣行では5月中下旬が播種時期であり、田植えが始まる時期には移植された苗よりも生育ステージが進んでいます。この点を活かせる品種群が2つあります。一つは「たちすずか」のように感光性が強い晩生の茎葉多収型品種です。感光性が強いいため、移植時期が大きく変わっても出穂期はあまり変化しません。したがって、移植(播種)時期が早いほど栄養生長期間が長くなり、茎葉多収となります。もう一つは「みなちから」、「北陸193号」等の多収品種です。飼料用米等に用いられます。感光性が弱く、移植時期が遅いと出穂期も遅くなります。これらの品種では移植時期を早めて、日射量が多い時期に出穂させることが多収を得るためのポイントです。このため、岡山平野では移植栽培よりも乾田直播栽培が有利です。現地実証試験においても、「みなちから」の出穂期は乾田直播栽培の方が移植栽培より2週間以上早まり、大幅に多収となりました。

以上のように、水利開始時期が遅いことは、雑草防除期間が長くなるため早期播種が困難なことなど、不利なこともあります。しかし、「たちすずか」、「みなちから」のように移植栽培よりも多収にとって有利となることもあります(表2-1)。乾田直播栽培は、水田における飼料生

産技術として、播種床づくり、播種作業、雑草防除、栽培管理を適切に実施し、省力だけではなく、多収も狙える技術として、ぜひ、積極的に活用してください。

表2-1 現地の収量

用途	品種	年次	栽培法	収量/10a*	収量/10a**
WCS用	たちすずか	2017年	乾田直播	11.1 ロールベール	3.2 t
			移植	11.1 ロールベール	3.2 t
WCS用	たちすずか	2018年	乾田直播	実施せず	
			移植	12.9 ロールベール	3.7 t
WCS用	たちすずか	2019年	乾田直播	13.6 ロールベール	3.9 t
			移植	12.2 ロールベール	3.5 t
WCS用	アケボノ	2017年	乾田直播	8.7 ロールベール	2.5 t
			移植	9.2 ロールベール	2.7 t
WCS用	アケボノ	2018年	乾田直播	8.0 ロールベール	2.3 t
			移植	8.2 ロールベール	2.4 t
WCS用	アケボノ	2019年	乾田直播	9.3 ロールベール	2.7 t
			移植	10.3 ロールベール	3.0 t
飼料用米	みなちから	2018年	乾田直播	680 kg粗玄米	
			移植	600 kg粗玄米	
飼料用米	みなちから	2019年	乾田直播	700 kg粗玄米	
			移植	590 kg粗玄米	

*）WCSの収穫はWB型とSMR型収穫機を用いたが、全てWB型に換算して示した。

**）WB型290kg/ロールベールとして収穫ロールベール数から算出した現物重。

その他1) WCS収量はF法人の作付け圃場全体の全刈収量の集計値。

その他2) 飼料用米収量は調査圃場の坪刈りによる粗玄米収量。

(4) 短穂 WCS 用品種の収穫時期による成分変動について

1) 飼料成分の出穂後の変動要因

極短穂性品種系統の出穂後の地上部乾物重はいずれの作期・品種系統ともに出穂 30～40 日後に最大に達しましたが、地上部乾物増加量の 72%を NFC、18%をへミセルロース、8%を粗灰分の乾物増加量が占めており、ADF、粗脂肪、粗蛋白の増減は僅かでした。そのため、出穂後の飼料成分含有率は主に NFC 乾物重が増加することで、出穂期から出穂 40 日後にかけて NFC 含有率が相対的に高くなり、増加量が小さいへミセルロース、粗灰分の含有率の変動は小さくなり、乾物重の増減が極めて小さい粗蛋白、ADF の含有率は出穂から出穂 40 日

後にかけて相対的に大きく低下することが明らかとなりました(図2-6)。また、NFCの増減が小さくなる出穂40日以降の飼料成分含有率の変動は出穂直後と比較して小さく安定していました。

また、新鮮物中に含まれる糖含有率については、出穂10日後以降では全ての作期・品種系統において2%以上でした。水分含有率はいずれの作期・品種において出穂30後には70%以下でした。以上のことから、極短穂性の飼料稲品種におけるダイレクトカットでの収穫適期は出穂30~40日後以降と考えられます。

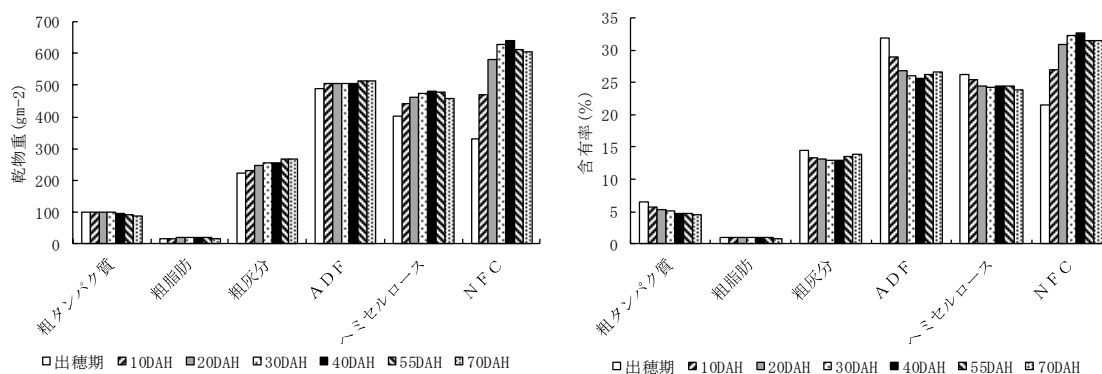


図2-6 作期・品種系統を平均した出穂後の飼料成分乾物重および含有率の推移

注) DAH は出穂後日数を示す。

3. 飼料用トウモロコシの二期作栽培における安定多収生産技術

飼料用トウモロコシ（以下、トウモロコシ）の二期作栽培は、水稻栽培との作業分散が可能で（図3-1）、これらの複合経営により収益の向上が期待できます。

ここでは、主な栽培体系、肥培管理方法及び留意点について解説します。

（1）トウモロコシ二期作栽培の主な作業体系

岡山県南部の水田転換畑で行なわれているトウモロコシの二期作栽培の作業体系を紹介します（図3-2）。

栽培前の準備として、3月までに排水対策や堆肥散布、耕起をすませ、1期作目の播種を4月上旬に行なうと、通常であれば、6月下旬に出穂し、7月下旬に収穫できます。2期作目の播種は、十分な生育期間を確保するためにも8月上旬までに行なうことが重要で、通常であれば、10月上旬に出穂し、11月下旬に収穫できます。

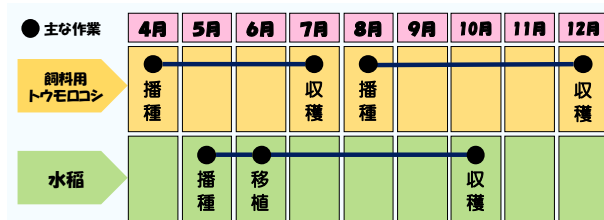


図3-1 トウモロコシ及び水稻の作業時期

	暦	作業	使用農機例	暦	作業
準備	3月以前	排水対策 堆肥散布	サブソイラー等 マニュアルスプレッター	8月上	耕起
	3月中			8月中	播種&施肥 除草剤散布
	3月下旬	耕起	ロータリー	8月下旬	出芽
1期作目	4月上旬	播種&施肥 除草剤散布	ブームスプレーヤ	9月上旬	除草剤& 液肥散布
	4月中旬	出芽		9月中旬	
	4月下旬	除草剤& 液肥散布	ブームスプレーヤ	9月下旬	(殺虫剤散布)
	5月上旬			10月上旬	出穂
	5月中旬			10月中旬	
	5月下旬			10月下旬	
	6月上旬			11月上旬	
	6月中旬	(殺虫剤散布)		11月中旬	
	6月下旬	出穂		11月下旬	収穫
	7月上旬			12月上旬	
	7月中旬			12月中旬	
	7月下旬	収穫	汎用型飼料収穫機 ベールラッパー	12月下旬	
	8月上旬	2期作目へ			
	8月中旬				

図3-2 トウモロコシ二期作栽培における主な作業体系



堆肥散布
(マニュアルスプレッター)



収穫
(汎用型飼料収穫機)



収穫
(ベールラッパー)

(2) トウモロコシ二期作栽培での収量確保のためのポイント

収量を安定的に確保するための管理方法について、岡山県南部のF法人の水田転換畑（細粒質普通灰色低地土、強粘質）において4年8作栽培した結果をもとに解説します。

1) 圃場選定

トウモロコシは腐植が豊富で排水性の良い圃場が適しています。排水が悪い圃場では、湿害を受けやすく、低収となりがちです。弾丸暗きよ、心土破碎、額縁明渠などにより排水性の向上に努めましょう。

また、圃場周辺の水位が高いと、圃場内の地下水位も高くなりやすく、湿害を受けて減収します。収量に対する地下水位の影響については4-(2)(P.24~26)で詳しく紹介します。

2) 播種方法

トウモロコシの播種方法には耕起播種と不耕起播種があります。1期作目は堆肥を施用するため耕起播種としますが、2期作目ではどれだけ早く播種できるかが重要なので、耕起作業を省略した不耕起播種が効果的です（図3-3）。不耕起播種では種子周辺の土壤水分が好適に保持されやすく、降水量が少ない乾燥時にも出芽しやすい傾向があります。

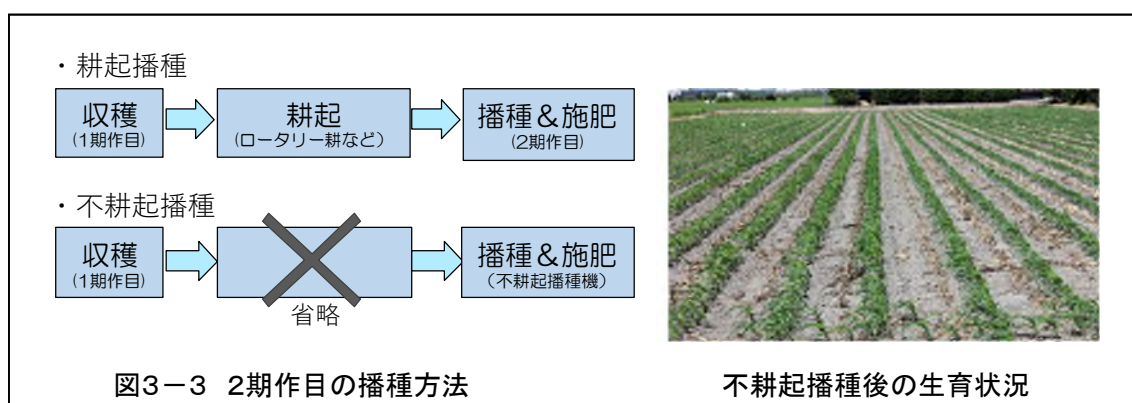


図3-3 2期作目の播種方法

不耕起播種後の生育状況

3) 播種時期及び品種

二期作栽培では、2期作目の播種を8月上旬までに行なって、生育期間を確保しないと収穫まで十分に登熟しません。そのため1期作目は、4月上旬までに播種し、7月下旬までに収穫することが重要です。また、2期作目の品種は、台風による倒伏被害を回避するため、耐倒伏性の優れた品種にすることが重要です。F法人では、1期作目にRM115日タイプ（スノーデントポラリス）、2期作目にRM127日タイプ（スノーデントおとは）を栽培しています。

4) 雑草防除

トウモロコシの播種後には土壌処理用の除草剤を、生育初期（3～5葉期）には茎葉処理用の除草剤を使用します。茎葉処理用の除草剤に液肥を混用することで、トウモロコシの生育促進を図ることができます。しかし、除草剤及び液肥の種類によっては、混用ができないものもありますので注意が必要です。詳しくは、使用する剤のメーカーに問い合わせてください。

5) 堆肥の施用量

トウモロコシの二期作栽培は、養分収奪量が多く地力の低下が懸念されるため、堆肥施用を前提とした肥培管理が必要です。ここでは、地力を適正に維持するための堆肥の施用量と施肥方法について解説します。

F 法人において、牛ふん堆肥を 10a 当たり 2 t 及び 5 t を 1 期作目の前にそれぞれ毎年施用し、1 期作目、2 期作目ともに高度化成肥料 (14-14-14) を施肥し、4 年間栽培しました。その結果、10a 当たりの 1 年間の平均生草収量は、2 t 施用で 8.0 t/10a、5 t 施用で 8.3 t/10a とほぼ同等でした (図 3-4)。

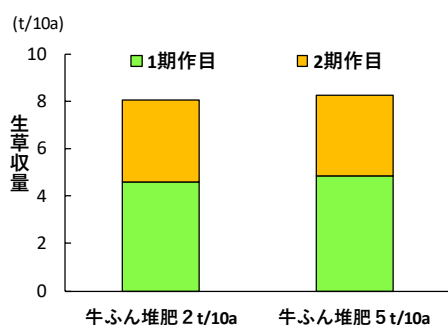


図3-4 堆肥施用量別の生草収量

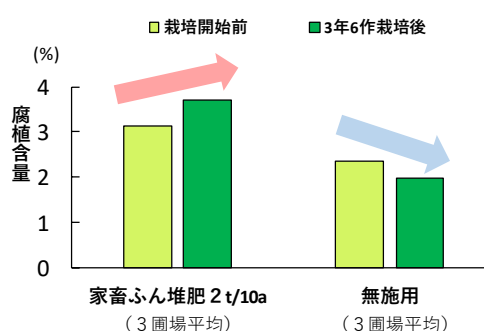


図3-5 連作圃場での腐植含量

岡山県南部 6 か所の水田転換畑において、トウモロコシを二期作栽培したときの土壌の腐植含量を調査しました。堆肥を施用していない 3 圃場では、3 年 6 作栽培で平均 0.4 ポイント減少し、地力の低下が懸念されました。一方で、家畜ふん堆肥を 10a あたり 2 t 施用した 3 圃場では、平均 0.6 ポイント増加しました (図 3-5)。トウモロコシは収穫によって地上部を全て持ち出すため、腐植含量を維持するためには、少なくとも堆肥 2 t の施用は必要です。

次に、土壌化学性への影響について紹介します。家畜ふん堆肥の施用量と土壌化学性の関係についてみたところ、堆肥施用量が多いほど、腐植、可給態リン酸、石灰、苦土、カリウムが高くなることがわかりました。特に、5 t 連用した場合、土壌診断基準値 (岡山県、デントコーン栽培) に比べて、可給態リン酸及び交換性カリウムが過剰傾向でした (表 3-1)。

カリウムについて、家畜ふん堆肥と化成肥料によって圃場へ投入される養分量から、実際にトウモロコシが吸収した養分量を差し引いた養分収支を計算しました (図 3-6)。堆肥施用量が多いほど養分投入量が多くなりますが、一方で施用量が増えても吸収量はほぼ同等なので、施用量が多いほど養分収支は大幅なプラスになり、土壌への過剰蓄積の原因になります。また、土壌の交換性カリウム含量が増えると、トウモロコシに含まれるカリウム含有率も上昇する傾向がみられました。飼料中のカリウム含量が 2% を超える場合は、牛のグラステタニー症の発生を助長するので注意が必要です。

表3-1 家畜ふん堆肥の施用量と土壤化学性

(乾土当たり)

採取時期	堆肥施用量	pH (H ₂ O)	全窒素 (%)	腐植 (%)	可給態 リン酸	石灰 CaO	苦土 MgO	カリウム K ₂ O
栽培前		6.0	0.18	3.0	29	234	78	48
4年8作後 跡地	堆肥2t/10a	6.2	0.19	3.6	71	329	71	50
	堆肥5t/10a	6.8	0.21	4.1	115	417	83	87
土壤診断	目標下限	5.5		3.0	20	280	42	24
	基準値 ^z 目標上限	6.5		12.0	75	462	50	47

z: 岡山県土壤診断基準値 飼料用作物 デントコーンより抜粋

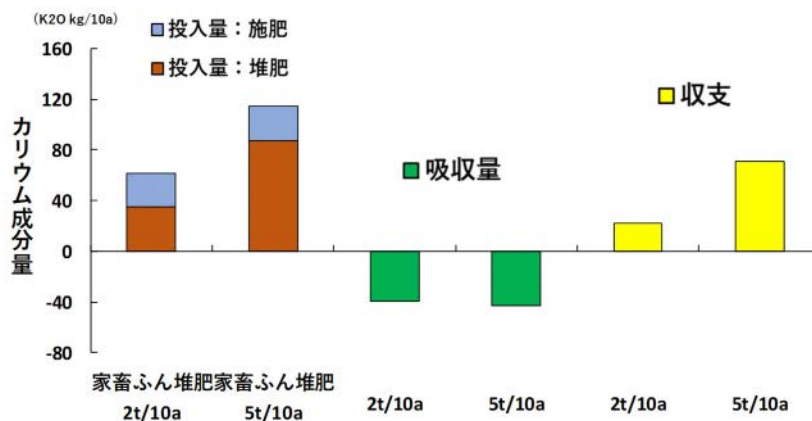


図3-6 家畜ふん堆肥の施用量の違いとカリウム養分収支

以上から、飼料用トウモロコシの二期作栽培における牛ふん堆肥の適正な施用量は、地力維持や収量、土壤化学性の面から 10a 当たり 2t 程度が適正と考えられます。また、堆肥には有機物以外にもリン酸、カリウム等の肥料成分も多く含んでいるので、化成肥料の代替として使用することで肥料コストの削減が可能になります。

堆肥施用におけるポイント

- ・トウモロコシ栽培には地力維持のために堆肥の施用が必須です。
 - ・施用する堆肥の種類によって含有する肥料分量は異なり、同じ2t 施用でも畜種混合堆肥と牛ふん堆肥とでは土壤への無機成分の投入量は大きく異なります (表3-2)。
- 定期的な土壤診断を実施し、バランスの良い土づくりに努めましょう。

表3-2 岡山県に流通する家畜ふん堆肥の成分含量

畜種	C/N(比)	窒素(%)	リン酸(%)	カリウム(%)
牛ふん堆肥	19.3±6.0	1.1±0.5	1.1±0.6	2.1±1.1
畜種混合堆肥	17.3±3.6	1.3±0.5	1.6±0.7	2.3±0.9
豚ふん堆肥	9.2±1.7	2.9±1.0	4.2±2.0	2.3±1.1
鶏ふん堆肥	8.1±1.3	3.0±0.9	4.9±1.5	3.5±0.7

「家畜ふん堆肥適正施用の手引き」(2014、岡山県農林水産部)より引用

6) 堆肥施用を前提とした施肥法

岡山県南部のトウモロコシ栽培では、高度化成肥料が慣行的に使われています。しかし地力維持を目的に、家畜ふん堆肥を施用する場合には、堆肥に含まれるリン酸及びカリウムを利用することで、安価な窒素単肥のみで栽培することができます。特に、尿素と緩効性肥料（LP コート等）を基肥として施用することで追肥作業を省くことができ、飼料の栄養価も向上させることができます。

F 法人が管理する水田転換畑において、高度化成あるいは尿素+LP コートを用いて4年8作栽培したところ、年間の平均生草収量は、高度化成では8.2t/10a、尿素+LP コートでは8.1t/10a とほぼ同等でした（図3-7）。一方、飼料中の粗蛋白質含有率をみると、高度化成と比べて尿素+LP コートを用いた場合は、1期作目では0.5ポイント、2期作目では0.1ポイント上昇し、飼料の品質が向上しました（図3-8）。これは、緩効性肥料によって生育後半まで窒素肥効が持続し、雌穂割合が向上したためと考えられます。

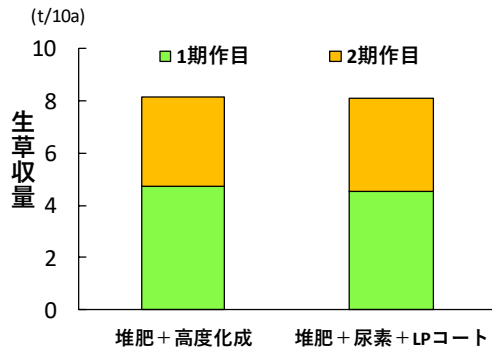


図3-7 施肥法別の生草収量

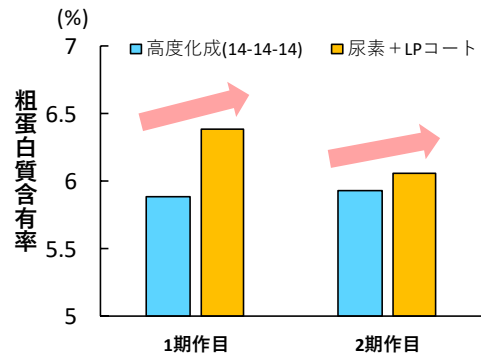


図3-8 施肥法別の粗蛋白質含有率

施肥法別にトウモロコシ4年8作連作後の土壌化学性についてみると、堆肥からの投入量を考慮してリン酸及びカリウムを無施肥とした尿素+LP コートの施肥法では、土壌のリン酸及びカリウムの過剰蓄積を抑制することができました（図3-9、図3-10）。

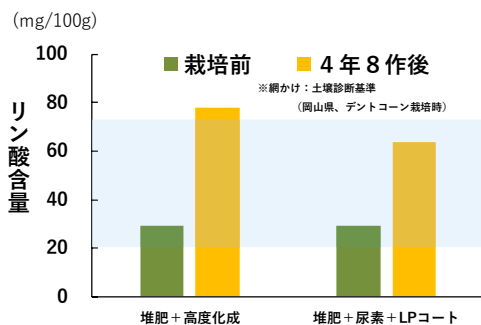


図3-9 施肥法別のリン酸含量

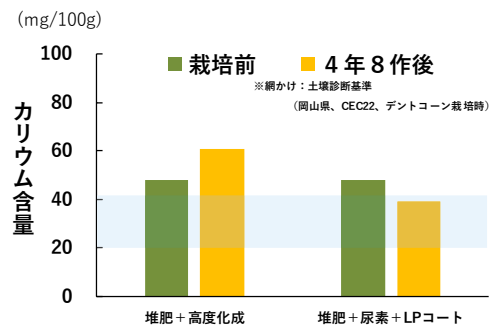


図3-10 施肥法別のカリウム含量

※牛ふん堆肥：2t/10a、施肥量(N-P2O5-K2O kg/10a)⇒高度化成:15-15-15、尿素+LP コート 15-0-0

肥料費は、4年間の平均価格で、高度化成は7,887円/10aでしたが、尿素+LPコートでは4,683円/10aであり、慣行施肥に比べて費用を削減することが可能です

(図3-11)。

以上から、堆肥施用を前提とした施肥法については、肥料費の削減及び飼料成分の向上等から尿素と緩効性肥料(LPコート)を組み合わせた施肥法が有効と考えられます。

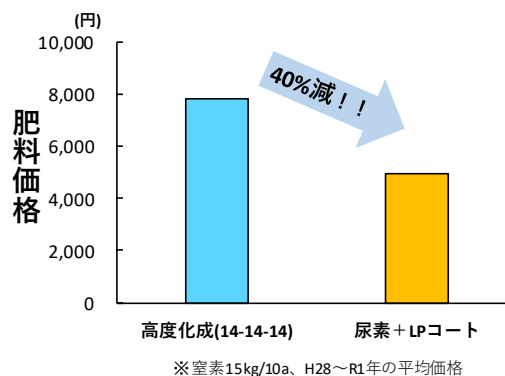


図3-11 施肥法別の肥料費

※施肥方法の留意点

ここで紹介した施肥法はあくまでも堆肥施用を前提としたものです。堆肥を施用しない場合は、腐植含量の低下に加え、リン酸・カリウムも不足する可能性が高いので、三要素を含む肥料を施肥してください。

●収量確保のためのポイント

- ・飼料用トウモロコシは湿害に弱いため、水田転換畑では排水対策が必須です。心土破碎や明渠等を施工しましょう。
- ・飼料用トウモロコシは地上部を全て収穫するため、地力の低下が懸念されます。家畜ふん堆肥の施用が有効です。
- ・2期作目では、いかに早く播種できるかが重要です。しっかりと栽培期間を確保しましょう。

4. WCS 用稲乾直、トウモロコシの安定多収栽培に必要な排水対策

(1) WCS 用稲乾田直播栽培の場合

乾田直播水稲作では、播種から入水までの約 1 ヶ月間畑状態で圃場を管理することになります。この時期の水稲は排水不良による苗立ち率の低下が懸念されるため、排水対策が必要になります。一方で播種後にある程度の土壌水分量が獲得できない場合には、出芽・初期生育の遅れに繋がり、入水後のジャンボタニシによる食害等に見舞われる可能性が高まります。

本プロジェクトの対象圃場は基盤整備済みの圃場で、排水口がコンクリートで固められており、他の対策の導入が困難であったため、排水対策としてボトムプラウ（2017 年度）またはスタブルカルチ（2019 年度）による播種前耕起を導入しました。どちらも、土壌中に粗大な間隙が形成され、この間隙を使って、下層に余分な水を排出するものです。2017 年度の測定期間は、5 月の降雨量が平年値に較べて著しく少なかったため、土壌水分量（体積含水率）の差異は確認されませんでした。

2019 年度（図 4-1）は、6/16 の大雨以前では、同じ降雨量に対してもスタブルカルチ区（スタブル区）の方が、土壌水分量（体積含水率）の上昇幅が小さく、速やかに排水されていたことがわかります。一方、6/16 の大雨（総雨量 60mm）後は、大きな差異は確認されませんでした。

尚、2018 年度は降雨による播種の遅れから試験期間が確保できず、試験を断念せざるを得ませんでした。

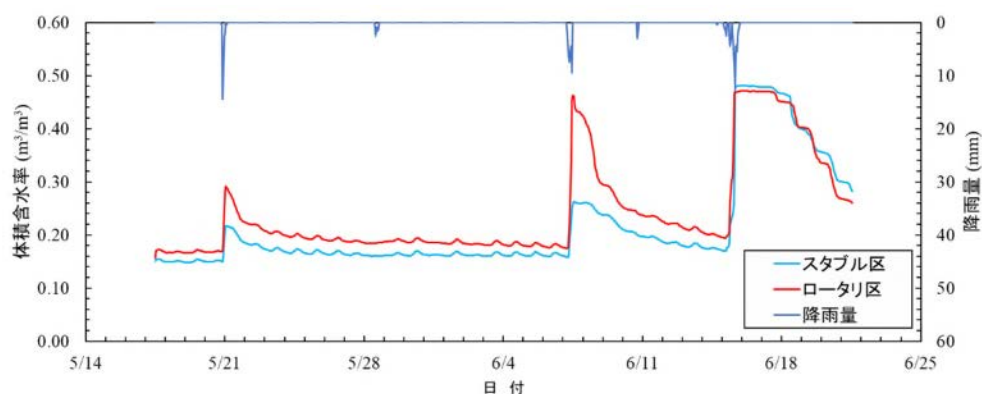


図4-1 乾田直播水稲入水前の土壌水分量(体積含水率)の変動(2019 年度)

(2) 飼料用トウモロコシの場合

対象地域では、トウモロコシの 2 期作が実施されています。トウモロコシの場合、播種後出芽までの間は水を必要とするが、それ以降はあまり水を必要としないので、良好な生育を確保するためには排水対策が重要です。本プロジェクトの実施圃場は、乾田直播水稲と同様に基盤整備済みの圃場であったため、実施可能な排水対策が限られ、明渠の施工及びボトムプラウによる播種前耕起を導入しました。

図4-2に示した通り、少雨であった2017年度1作目・2018年度2作目も、多雨であった2017年度2作目・2018年度も処理区の方が好適な土壌水分状態 ($2.0 \leq pF < 3.0$: 図中の緑色の部分) に保たれた期間が長くなりました。また、処理区の方が過乾燥になりにくい傾向を示しており、極端気象が頻繁に発生する昨今では、大きな土塊を残しつつ粗大な間隙を形成する、ボトムプラウやスタブルカルチ等の播種前耕起が有効であることが示されました。2017年度よりもさらに少雨であった2019年度は2作とも、プラウ区で好適期間が短くなりましたが、これは隣接圃場の影響と考えられました。

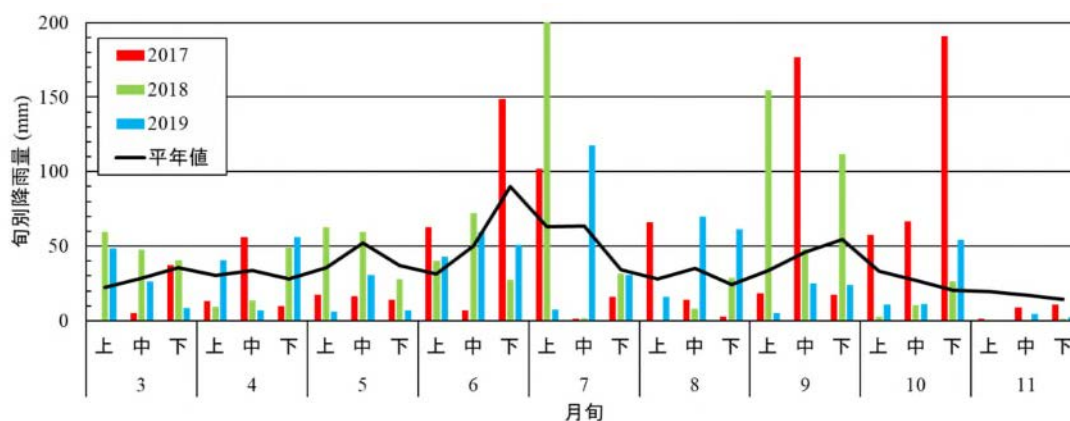


図4-2 アメダス(岡山)による乾田直播 WCS 用稲と飼料用トウモロコシ作付期間における旬別降雨量(mm)

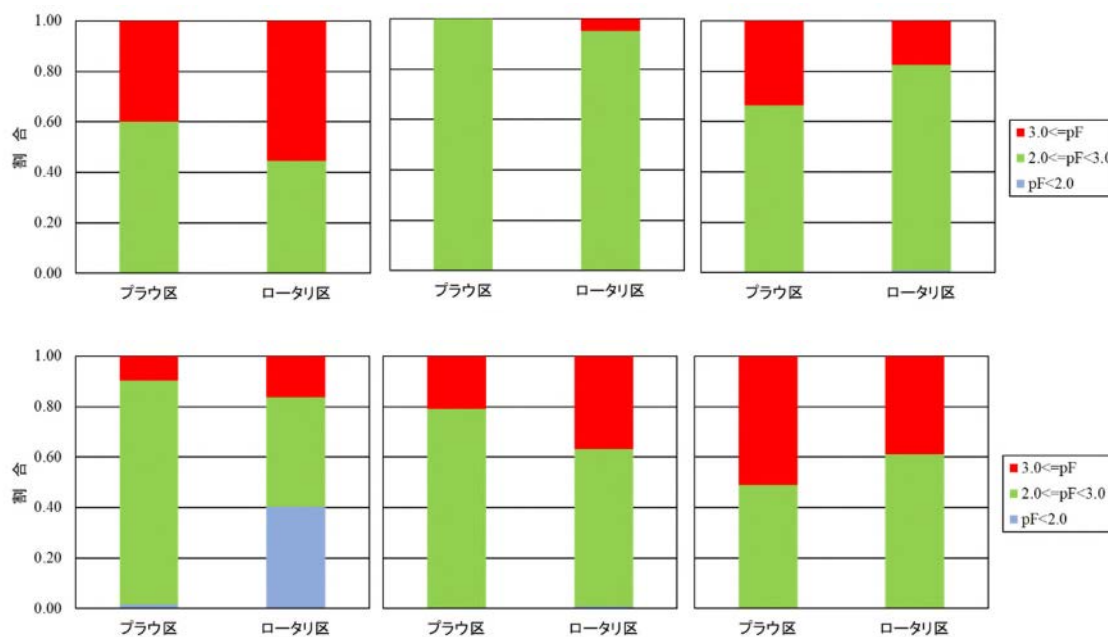


図4-3 測定期間中の処理区ごとの土壌水分状態の割合(上段:1作目、下段:2作目、左から2017年度、2018年度、2019年度)

飼料用トウモロコシについては、本プロジェクトで地下水位と収量との相関が示されました。1ヶ月に3回程度測定した各圃場の地下水位と収量（10aあたりのロール数）の関係を図4-4に示します。地下水位の測定を行った3回の作付において、いずれも地下水位が低いほど、収量が多くなる傾向がありました。大まかな目安として、各作付あたり8ロールの収量を期待するには、平均の地下水位が55cmよりも深いことが必要になると推定されました。

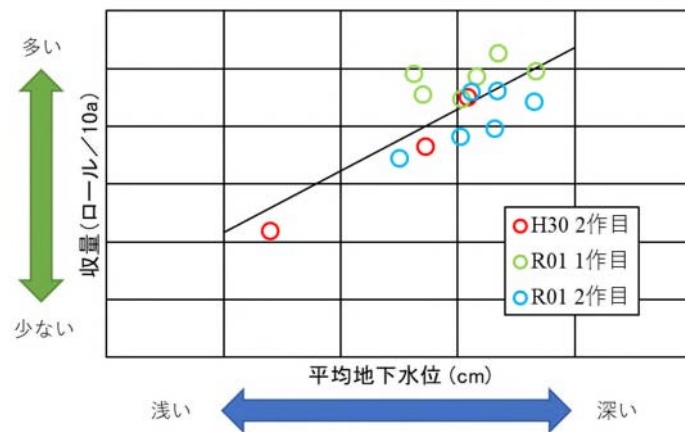


図4-4 岡山市藤田地区における飼料用トウモロコシ圃場の平均の地下水位と収量（ロール／10a）の関係

地下水位を下げるには、ブロックローテーションの様に圃場を団地化して、用・排水路の水位を低く保つことが有効です。また、本暗渠が施工されている場合、水路の水位が低ければ、本暗渠を開放して圃場内の地下水位を下げることも重要です。今後、トウモロコシ圃場を集約し、水路の水位を下げ、ボトムプラウ耕等の播種前耕起（大きな土塊を残しつつ十分な耕深を確保する）を実施し、可能であれば本暗渠を開放することで、トウモロコシの安定多収栽培が期待されます。

5. 飼料作を基幹とする最適な水田作営農モデル

まず、F 法人の作目ごとの収量や販売収入、資材費、作業労働時間、交付金などを整理し、それらを比較しながら今後どのような作目に取り組むことが、水田作経営体としての収益性や、水田利活用の推進、飼料増産と行った社会的要請に応えうるか検討します。ただし、ある作目の収益性が高くても、特定の時期に作業が集中する場合、他の複数の作目と組み合わせの方が、労働力や機械、施設、或いは土地資源の利用率を高め、経営全体の収益向上に効果的な場合が農業場面では少なくありません。そこで、各作目の作業時期の偏在等も考慮し、経営全体の収益を最大化する最適な作目の組み合わせ（営農モデル）を、数理計画手法を用いて提示します。その際、最適な営農モデルと、その収益性などの経営成果は、保有労働力や農地面積などの経営資源や、作目の収量や栽培法に影響を与える技術開発、作目間の交付金水準などにより変わります。このため、いくつかの前提条件（シナリオ）を設けて、各シナリオのもとで最適な営農モデルを提示していきます。また、その結果から、水田利活用の推進や飼料増産、国産飼料の低コスト供給に、どのような技術開発や施策が必要なのか、考えて見ましょう。

（1）作物別の生産性、収益性の比較

まず、F 法人の経営情報をもとに主な作目間の収量及び収益性を比較して見ます（表 5-1）。販売収入を比べると、販売単価の高い特別栽培の主食用米や酒米、収量の多いトウモロコシの販売収入は 10a あたり 10 万円以上と高い一方、飼料用米や稲 WCS の販売収入は低いことが分かります。とくに、飼料用米は多収品種の「みなちから」でも単価が低いため、販売収入は 2 万円以下です。

他方、機械や施設等の固定費を除く変動費は、作目間で大きな差は無く、栽培資材費は 1 作当たり 2 万円前後です。したがって、販売収入から変動費を差し引いた限界利益は、販売

表5-1 作目別の収量、収益性、作業労働時間、飼料生産量(F法人)

	作目 品種等 栽培法	主食米	酒米	飼料用米	WCS用稲		トウモロコシ (2期作)
		特栽米 移植	山田錦 移植	みなちから 移植	たちすずか 移植	乾直	
単収(kg/10a)		480	371	650	3,600	3,000	7,000
単価(円/kg)		380	273	27	16	16	18
販売収入(円/10a)		182,400	101,283	17,550	57,600	48,000	126,000
栽培資材費(円/10a)		23,351	16,638	25,327	19,054	23,025	32,662
梱包材費(円/10a)					10,236	8,530	12,369
変動費計(円/10a)		23,351	16,638	25,327	29,290	31,555	45,031
限界利益(円/10a)		159,049	84,645	-7,777	28,310	16,445	80,970
直接支払交付金(円/10a)				117,000	80,000	80,000	50,000
限界利益+交付金		159,049	84,645	109,223	108,310	96,445	130,970
作業労働(時間/10a)		10.8	10.8	10.8	10.8	9.5	8.7
飼料生産量(TDNkg/10a)		-	-	526	642	535	1,534

注:栽培資材費は、種子、肥料、農薬等である。直接支払交付金は戦略作物助成、産地交付金の合計。

収入の差が大きく影響し、主食用米や酒米、トウモロコシで高く、飼料用米や稲 WCS は低く、飼料用米はマイナスになっています。しかしながら、経営所得安定対策による水田活用の直接支払交付金は、飼料用米や稲 WCS に多く交付されるため、交付金を併せた収益性は作目間の差が小さくなります。

つぎに、作業労働時間は、水稲作では主食用米と飼料用稲に大きな差は見られません。乾田直播栽培では育苗や移植作業が削減されるため、移植と比べて 1.3 時間ほど作業労働は少ないのですが、作業労働のピークを形成するこれらの作業の削減は経営にとって大きな意味を持ちます。トウモロコシは育苗や移植、水管理等の作業はないため、2 作でも水稲 1 作の作業労働時間を下回っています。

最後に、飼料生産量は、飼料用米や稲 WCS は多収品種であっても、TDN ベースで 10a 当たり 600kg 前後にとどまりますが、トウモロコシは 2.5 倍の 1500kg を超えています。

(2) 試算の前提条件と方法

これらの作目別の作業労働や収益性を基に、以下の条件、順序で経営全体としての最適な作目の組み合わせ、その際の収益性等の試算を行います。まず、(1) F 法人の営農条件を念頭に、圃場作業に従事する専従者 4 人に加え農繁期に最大 6 人の臨時雇用の可能な営農を想定して試算を行います。つぎに、(2) 年々、臨時雇用の確保が困難になっている状況を踏まえ、専従者 4 人と臨時雇用 2 人の条件下での収益性等を試算します。さらに、本プロジェクト等で開発した新技術等の導入効果を明らかにするため、(3) 多収品種の「たちすずか」、「みなちから」による稲 WCS や飼料用米生産、(4) 乾田直播栽培による稲 WCS の生産、(5) トウモロコシの生産を順次追加導入した場合の最適な作目構成や経営成果の変化を明らかにします。さらに、(6) 水田活用の直接支払交付金のうち、産地資金が削減され、飼料用米の戦略作物助成について、以前のように稲 WCS と同じ条件 (10a あたり 8 万円) となった場合の影響等を試算します。

なお、F 法人の状況を反映し、作目ごとの作付について以下の制約を設けます。主食用米は販路の定まっている特裁米の作付に限定し、作付面積の上限を 15ha とします。酒米、稲 WCS は現行の販路面から作付上限面積をそれぞれ 30ha、16ha とします。また、圃場の排水条件から大麦、稲 WCS の乾田直播栽培、トウモロコシ WCS の栽培の上限面積を、それぞれ 15ha、20ha、20ha とします。稲 WCS およびトウモロコシの収穫受託は現行面積を上限とします。機械等の償却費はコストや収益に大きな影響を与えますが、田植機、米麦用の自脱型コンバイン、稲 WCS やトウモロコシ用の汎用型飼料収穫機は、1 台で年間 50ha まで作業可能とし、それを超す面積の作業を行う場合は、50ha ごとに 1 台追加することとします。

評価軸は経営的視点 (規模、法人収益 = 経常利益 + 社員給与)、社会的視点 (水田利用面積、飼料生産量、飼料生産コスト) とし、これらの観点から、今後の水田作経営として最適な作目構成、技術開発、施策等を提示します。

(3) 試算結果

表5-2に試算結果を掲載します。まず、(1)現行の労働力条件のもとでの最適な作付構成は主食用米 15ha（大麦との2毛作）、酒米 30ha、飼料用米 16ha、稲 WCS16ha、経営面積 77ha となります。交付金を除く農業産出額は 96 千円/10a、社員 1 人当たり所得は 944 万円、飼料生産量は 272t-TDN、TDN1kg 当たり生産コストは約 111 円と計算されます。ちなみに、飼料の小売価格は、穀物主体の配合飼料 63 円/kg（TDN1kg 当たり 90 円）、粗飼料としてのヘイキューブ 80 円/kg（同 160 円）であり（農林水産省「農業物価統計調査」）、前述の生産コストは配合飼料の小売価格を上回りますが、粗飼料の購小売価格を下回ります。ただし、ここで示す生産コストは圃場レベルでのコストであり、畜産経営までの輸送費や保管費等を加えて、比較する必要があります。

表5-2 試算結果—最適な作付構成・面積と経営成果—

	(1)現状	(2)臨時雇	(3)多収品	(4)稲WCS	(5)トウモロコシ導入		(6)経安対	
	労働力	用減員	種導入	乾直(4月)	単収4.8t	単収7.2t	策変更	
主食用米(特裁)	0	15	15	0	5	5	0	
主食用米(特裁)+大麦	15	0	0	15	10	10	15	
酒造好適米	30	16	0	0	0	0	11	
酒造好適米+大麦	0	0	0	0	0	0	0	
飼料用米/アケボノ	16	2	0	0	0	0	0	
飼料用米/みなちから	-	-	33	19	19	19	0	
稲WCS/アケボノ(移植)	16	15	0	0	0	0	0	
稲WCS/たちすずか(移植)	-	-	0	0	0	0	8	
稲WCS/たちすずか(乾直)	-	-	-	16	16	16	8	
トウモロコシ(2期作)	-	-	-	-	12	12	14	
稲わら収穫	61	33	48	34	34	34	26	
麦わら収穫	15	0	0	15	10	10	15	
稲WCS収穫受託	74	35	35	32	29	29	40	
トウモロコシ収穫受託	-	-	-	-	10	10	10	
経営面積 計	77	48	48	50	62	62	56	
作付延べ面積 計	92	48	48	65	84	84	84	
土地利用 (ha)	土地利用率(%)	119.5	100.0	100.0	129.8	136.0	136.0	151.4
作業労働	総労働時間	11,131	6,412	6,644	6,814	8,020	8,020	7,645
	うち社員1人当たり	1,719	1,312	1,393	1,480	1,675	1,675	1,584
収益性	産出額(万円)	7,389	4,923	3,318	4,668	5,426	5,936	7,281
	〃(千円/10a)	96	102	69	93	88	96	131
	社員1人あたり所得(万円)	944	379	599	661	746	861	678
飼料生産 力指標	飼料生産量(TDN-t)	272.3	136.3	230.2	277.1	390.9	453.2	377.2
	飼料生産コスト(円/TDNkg)	110.8	140.3	138.3	133.1	121.0	106.5	96.3
	うち労働費(〃)	41.1	37.2	36.8	35.8	31.6	27.5	26.0
	うち資材費(〃)	32.8	27.0	34.4	36.5	35.2	31.8	31.2
	うち機械・施設償却費(〃)	36.9	76.0	67.1	60.8	54.1	47.2	39.1

注:1)作付面積の0は作付可能だが選択されないことを、-は選択肢に含まれていないことを表す。

2)社員作業労働には、圃場作業以外の機械修繕に関わる作業時間等は含めていない。

3)所得は、便宜上、経常利益に社員給与を加えたものを記載している。

4)飼料生産量には収穫受託分は含めない。

5)飼料生産コストに事務費や一般管理費は計上していない。また、稲わらと麦わらについては、収穫に要するコストのみを計上する。

つぎに(2)臨時雇員人数が現行の6人から2人に減員した場合、主食用米と酒米、WCS 用稲生産に絞り込んだ営農が有利となります。しかし、経営面積は48haに縮小せざるを得ず、所得は2分の1以下の約380万円に減少します。飼料生産量は136tに減少し、飼料生産コ

ストは約 140 円になると試算されます。

(3)多収品種の「みなちから」、「たちすずか」の選択が可能な場合、酒米や稲 WCS の生産を中止し、多収で交付金の多い飼料用米「みなちから」の作付を増やすことが有利となり、所得は 600 万円に増加します。しかし、経営面積の拡大や飼料生産コストの低減ははかれません。その理由は前掲表 5-1 に示すように、飼料用米自体の生産コストが高いこと、多収品種であっても収量は他の飼料作と比べて少ないためです。

(4)稲 WCS の乾田直播栽培の選択が可能な場合、地域慣行の 5 月播種では移植水稻の播種・育苗等と作業が競合するため、導入ははかられませんが、4 月の早期播種による栽培が可能な場合、作付上限の 16ha まで乾田直播栽培を導入することが有利となります。主食用米や飼料用米の移植栽培と作業の重なりが少ないため、作付面積は 65ha（土地利用率 130%）まで拡大可能となり、所得や飼料生産量は増加し、飼料生産コストは 133 円に低減します。

(5)トウモロコシの作付が可能な場合、水稻の作業時期と競合する作業が少ないことから、経営面積は 62ha、作付面積は 84ha（土地利用率 136%）まで拡大可能になると試算されます。飼料生産量や所得は増加し、飼料生産コストは低減します。適切な排水対策と施肥が行われトウモロコシ WCS の 10a あたり収量が畑地栽培なみの 15 個（約 7.2 t）が確保される場合、所得は 800 万円に増加し、飼料生産量は現行の 1.5 倍以上の 453t となり、飼料生産コストの低減もはかられます。

(6)経営所得安定対策の産地資金が削減され、飼料用米の戦略作物助成の交付金が稲 WCS と同じ額となった場合は、飼料用米の生産を中止し、主食用米 15ha、酒米 11ha、稲 WCS（乾直）16ha、トウモロコシ 14ha の生産と、作業受託等を組み合わせることで最も所得が高くなります。作付面積は維持され、交付金の減少により所得は減少しますが、農業産出額は 131 千円/10a に増加し、飼料生産コストは前述の輸入乾草（ヘイキューブ）の小売価格より約 4 割低い、TDN1kg あたり約 96 円にまで低減可能と試算されます。

飼料生産コストを労働費と資材費、機械・施設の減価償却費に分けて、シナリオ間の比較を行うと、省力生産の可能なトウモロコシの導入によって労働費の低減がはかれること、機械・施設の減価償却費は、稲 WCS やトウモロコシ WCS 等の粗飼料生産の割合が高いほど、低減することが分かります。

（４）規範的営農モデルと普及条件

以上の試算結果をもとに、経営規模や収益性、周年安定就労と言った経営的視点、水田利活用や飼料増産、国産飼料の低コスト生産・供給と言った社会的視点から、飼料作を基幹とする水田作経営のあるべき姿を考えてみましょう。

収益面では臨時雇用の確保が困難な場合、規模を縮小せざるを得ず、米麦と在来種による飼料用稲生産では、所得は著しく減少します。しかし、飼料用稲の多収品種の導入、稲 WCS の乾田直播栽培、トウモロコシを導入することにより、経営規模や作付面積の拡大が可能となり、所得が増加することがわかりました。また、月旬別の作業労働時間をケース(1)と乾

田直播栽培やトウモロコシを取り入れたケース(5)で比べると、ケース(5)では作業労働の季節偏在が緩和されていることがわかります(図5-1)。

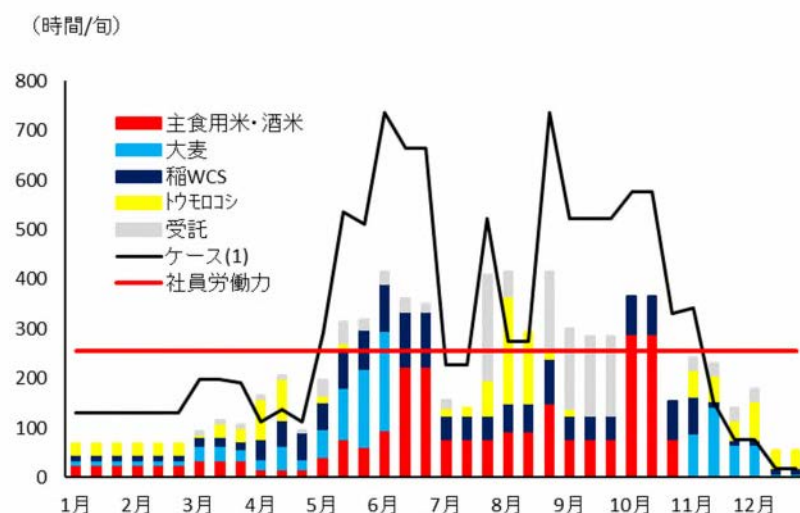


図5-1 月旬別の作業労働時間の比較

限られた労働力のもとで水田の利活用や飼料の増産を図るといった観点からは、飼料用稲多収品種の導入よりも、乾田直播栽培やトウモロコシの導入が大きく寄与することがわかります。また、トウモロコシの収量増加は飼料増産や飼料生産コスト低減につながります。経営所得安定対策における飼料用米に偏重した交付金水準の是正は、面積当たり農業産出額の増加や、飼料生産コストの低減に効果のあることも確認されます。

このような経営面、社会面で期待される営農モデルを推進するためには、以下の経営対応や地域的な対応、技術開発、施策が必要と考えられます。多収の飼料用稲専用品種やその乾田直播栽培の普及に当たっては、乾田直播栽培が普及している地域では、食用品種と混ざらないよう栽培圃場の固定化等が必要になります。主として移植栽培を実施している水田作経営では、乾田直播栽培は移植用稲の播種や育苗時期と重ならない4月の播種方法と除草体系の周知が必要になります。トウモロコシは収量が収益性に大きく影響することから、排水性の良い圃場の選定や、隣接する水稻圃場からの入水を防ぐため栽培圃場の団地化等の経営内及び地域的な取り組みが欠かせません。また、栽培圃場の額縁明渠、サブソイラー施行等の排水対策が必要です。さらに、干ばつ気象下の8月上旬の2作目の発芽苗立ちを確保するために、フォアス施行や不耕起播種による栽培技術体系の確立等が、研究開発面では必要です。トウモロコシの普及には、利用者の開拓、販路形成等も必要になります。また、稲WCSやトウモロコシ生産では、圃場の地力維持をはかるため、堆肥の確保も必要になります。こうした粗飼料の販路や堆肥の確保など行政や普及機関による耕畜連携の推進支援が欠かせません。その際、製品価格、取引条件等について、耕畜双方の納得できる考え方や基準作りも円滑な連携関係の形成に重要な課題です。稲WCSやトウモロコシの収穫受託を行

う際の料金設定も同様です。最後に、水田利用の交付金について、水田の利活用や飼料生産力の強化など産業発展の視点に立った検討が必要に思われます。

この冊子は、革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）「水田里山の畜産利用による中山間高収益営農モデルの開発」の課題1「畑作的飼料生産体系による国産粗飼料の低コスト生産と高収益水田飼料作経営モデルの確立」で得られた研究成果を取りまとめたものです。

2020年1月

執筆者一覧

章節

1. 農研機構 西日本農業研究センター 千田雅之
2. 農研機構 西日本農業研究センター 藤本寛、浅見秀則、高橋英博、中込弘二
3. 岡山県農林水産総合センター農業研究所 上田直國、鳥家あさ美、森次真一、山本章吾
4. 農研機構 西日本農業研究センター 望月秀俊
5. 農研機構 西日本農業研究センター 千田雅之

問い合わせ先

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

西日本農業研究センター 地域戦略部研究推進室広報チーム

〒721-8514 広島県福山市西深津町 6-12-1 Tel. 084-923-5385



WESTERN REGION AGRICULTURAL RESEARCH CENTER, NARO

Fukuyama, Hiroshima 721-8514, Japan