

飼料用米栽培における鶏ふん堆肥活用による化成肥料代替 — 初期生育の確保を目指した施肥設計の実証 —

1 調査研究の背景及び目的

主食用米の米価が不安定な中で、飼料用米は米価に左右されずに補助金により一定の収入を確保することができる。一方で飼料用米生産では収量が多いほど補助金額も多くなるが、多収生産を行うためには多くの肥料が必要である。昨今の肥料価格高騰に対応し、経営の安定化を図るには、堆肥等の未利用資源を化成肥料代替として利用し、肥料代のコスト低減に取り組むことが有効と考えられる。

昨年度は鶏ふん堆肥を活用し化成肥料の一部を代替する試験を行ったが、初期生育が確保できなかった。本試験では昨年度の継続試験として基肥に窒素と無機リン酸を供給することで初期生育の確保を目指し、試験を行った。なお、本調査研究は家畜ふん堆肥実証展示ほにも位置付けている。

2 調査研究内容

(1) 試験区の設定 表1 調査区の施肥内容および概要 (品種:飼料用米「アキヒカリ」)

調査区	R5	設定内容	R6	設置場所	土質	乾湿の別	暗きよの有無
慣行区	化成肥料のみ		化成肥料のみ				
試験区1	化成肥料のみ		化成肥料+鶏糞堆肥	香取市内	砂壤土	湿田	無
試験区2	化成肥料のみ		化成肥料+鶏糞堆肥+過リン酸石灰				
試験区3	化成肥料のみ		化成肥料+鶏糞堆肥+尿素				
試験区4	化成肥料+鶏糞堆肥		化成肥料+鶏糞堆肥				
試験区5	化成肥料+鶏糞堆肥		化成肥料+鶏糞堆肥+過リン酸石灰				

(2) 試験区の施肥状況 表2 調査区の施肥設計および施用量 ※肥効率(N-P-K)を42%-80%-90%として考慮した成分量

調査区	施用日	名称	施用量 (kg/10a)	成分割合 (%) N-P-K	N-P-K 成分量※ (kg/10a)
慣行区	4/23	飼料用米専用一発 15 改	45	26-8-7	11.7-3.6-3.2
	3/19	発酵鶏ふん堆肥	300	3.1-2.8-1.9	3.9-6.6-5.0
試験区1	4/23	飼料用米専用一発 15 改	30	26-8-7	7.8-2.4-2.1
	-	小計	-	-	11.7-9.0-7.1
	3/19	発酵鶏ふん堆肥	300	3.1-2.8-1.9	3.9-6.6-5.0
試験区2	4/11	過リン酸石灰	7	0-17-0	0-1.2-0
	4/23	飼料用米専用一発 15 改	30	26-8-7	7.8-2.4-2.1
	-	小計	-	-	11.7-10.2-7.1
試験区3	3/19	発酵鶏ふん堆肥	300	3.1-2.8-1.9	3.9-6.6-5.0
	4/11	尿素	6	46-0-0	2.8-0-0
	4/23	飼料用米専用一発 15 改	30	26-8-7	7.8-2.4-2.1
試験区4	-	小計	-	-	14.4-9.0-7.1
	3/19	発酵鶏ふん堆肥	300	3.1-2.8-1.9	3.9-6.6-5.0
	4/23	飼料用米専用一発 15 改	30	26-8-7	7.8-2.4-2.1
試験区5	-	小計	-	-	11.7-9.0-7.1
	3/19	発酵鶏ふん堆肥	300	3.1-2.8-1.9	3.9-6.6-5.0
	4/11	過リン酸石灰	7	0-17-0	0-1.2-0
	4/23	飼料用米専用一発 15 改	30	26-8-7	7.8-2.4-2.1
	-	小計	-	-	11.7-10.2-7.1

表3 試験に使用した鶏ふん堆肥の成分

窒素全量	りん酸全量	加里全量	石灰全量	苦土全量	銅量	亜鉛
3.1%	5.0%	3.6%	13.4%	1.7%	40mg/kg	560mg/kg

(出典) 千葉県堆肥利用促進ネットワーク

鶏ふん堆肥は香取市内の養鶏場から入手した。

(3) 調査項目

ア 苗調査

移植に使用した苗を対象に、各区 20 本の葉齢、草丈を計測した。

イ 移植後の調査地点の設定

(ア) 調査地点の設定

試験区、慣行区ともに 1 区あたり 10 株×3 地点 (反復) とした。

(イ) 栽植密度の測定

各区 3 地点において栽植密度を測定した。

(ウ) 植付本数の計測

各調査地点の対象株ごとに植付本数を調査した。

ウ 本田での生育調査

作柄安定対策調査ほにおける調査項目を参考に下記の項目について調査を行った。

(ア) 移植後 1 カ月調査

草丈、茎数、葉色

(イ) 最高分げつ期調査

草丈、茎数、葉色

(ウ) 幼穂形成期調査

草丈、茎数、葉色、幼穂長

(エ) 出穂期調査

葉色

(オ) 出穂期後 10 日調査

稈長、穂長、穂数、葉色

エ 収量調査

坪刈調査、収量構成要素調査、農家実収等の聞き取り

3 調査結果及び考察

(1) 栽培管理状況について

表4 調査区の栽培管理状況

注) は種量は 180g/箱

調査区	は種日	移植日	栽植密度 (株/m ²)	中干し		薬剤防除
慣行区			18.3			
試験区 1						
試験区 2	3/12	4/29	19.2	6/16~	4/29	(除草)カチボシ 1 k g 粒剤 5 l (殺虫)ワンリード箱粒剤 0 8
試験区 3				7/1		
試験区 4						
試験区 5			18.8			

(2) 生育ステージについて

表5 調査区の生育ステージ

調査区	幼穂形成期	出穂期	成熟期
慣行区		7/9	8/17
試験区 1			
試験区 2	6/15	7/7	8/18
試験区 3			8/15
試験区 4		7/9	8/17
試験区 5			

(3) 調査結果について

ア 苗調査について

表6 苗調査の結果

品種	調査日	葉齢	草丈(cm)
飼料用米 アキヒカリ	4/26	2.7	13.0

稚苗育苗における最適な苗状態は、葉齢 2.0～2.5 葉、草丈 12～13cm 程度とされていることから、葉齢はやや進んでいた。草丈については、おおむね適当であった。

イ 生育調査

表7 調査区の生育調査結果

調査項目	調査区	5/30	慣行区との比較	6/25	慣行区との比較	7/18	慣行区との比較
草丈又は稈長 (cm)	慣行区	32		65		79	
	試験区 1	28	88%	63	97%	82	103%
	試験区 2	30	94%	63	98%	81	102%
	試験区 3	29	90%	64	99%	83	105%
	試験区 4	28	89%	66	102%	83	104%
	試験区 5	30	95%	66	102%	84	106%
茎数又は穂数 (本/m ²)	慣行区	178		528		388	
	試験区 1	186	105%	571	108%	455	117%
	試験区 2	167	94%	514	97%	434	112%
	試験区 3	177	100%	600	114%	473	122%
	試験区 4	197	111%	602	114%	439	113%
	試験区 5	170	96%	555	105%	353	91%
穂長 (cm)	慣行区	-		-		19.5	
	試験区 1	-		-		19.7	101%
	試験区 2	-		-		19.5	100%
	試験区 3	-		-		19.5	100%
	試験区 4	-		-		23.4	120%
	試験区 5	-		-		18.8	97%
葉色 (SPAD 値)	慣行区	40.6		45.0		43.0	
	試験区 1	38.7	95%	44.4	99%	40.4	94%
	試験区 2	38.5	95%	45.3	101%	41.0	95%
	試験区 3	39.7	98%	44.0	98%	40.2	93%
	試験区 4	39.2	96%	45.1	100%	39.9	93%
	試験区 5	40.8	100%	46.7	104%	40.0	93%

注) 5/30 は移植後 1 カ月、6/25 は幼穂形成期、7/18 は出穂期後 10 日を想定した調査

各試験区と慣行区の草丈・稈長はほとんど差がなく推移した。

茎数・穂数は、幼穂形成期から出穂期後 10 日にかけて試験区 5 を除いた試験区が慣行区より多く推移した。穂長については、試験区 4 が高い値を示したが、他の試験区は慣行区とほとんど差がなかった。葉色については、いずれの試験区も幼穂形成期から出穂期後 10 日にかけて慣行区と比較して低く推移した。

ウ 収量調査

表 8 調査区の坪刈調査結果

調査区	刈取日	全重 (kg/10a)	籾重 (kg/10a)	精玄米重 (kg/10a)	くず米重 (kg/10a)	玄米水分 (%)	農家実収 (kg/10a)
慣行区		1,442	817	646	20	14.2	
試験区 1		1,592	864	663	40	14.4	
試験区 2	8/15	1,674	885	681	36	14.2	665
試験区 3		1,512	830	620	51	14.2	
試験区 4		1,603	923	669	68	14.4	
試験区 5		1,492	718	524	45	14.0	

注) 農家実収は複数ほ場の平均値であり、調査ほ場そのものの収量ではない。

精玄米重は、試験区 1、2、4 が慣行区よりも高い値を示し、試験区 5 については低い値を示した。

表 9 収量構成要素調査結果

調査区	m ² あたり穂数 (本/m ²)	1穂籾数 (粒/本)	m ² あたり籾数 (×100粒)	登熟歩合 (%)	不稔歩合 (%)	玄米千粒重 (15%水分) (g)
慣行区	388	89.0	345	64.6	7.3	22.0
試験区 1	455	85.5	389	51.1	10.9	21.2
試験区 2	434	93.5	406	68.5	3.5	20.9
試験区 3	473	91.7	434	67.2	10.0	21.2
試験区 4	439	97.5	428	67.0	8.0	21.0
試験区 5	353	98.1	346	68.3	6.6	21.1

いずれの試験区（試験区 5 を除く）も慣行区と比べて m²あたり穂数が多く、m²あたり籾数も多かった。試験区 1 では m²あたりの穂数は確保できたが、1穂あたりの籾数が少なく登熟歩合も低かった。

写真 1 6/25（幼穂形成期頃）の調査ほ場



試験区 1



試験区 2



試験区 3



試験区 4



試験区 5



慣行区

写真2 8/15 (成熟期) の調査ほ場



試験区 1



試験区 2



試験区 3



試験区 4



試験区 5



慣行区

エ 経済性の試算

表 10 10a あたりの経済性の試算

項目		慣行区	試験区 1	試験区 2	試験区 3	試験区 4	試験区 5	備考
坪刈り収量 (kg/10a)		646	663	681	620	669	524	
収入	農産物販売代金	¥6,460	¥6,630	¥6,810	¥6,200	¥6,690	¥5,240	飼料用米販売価格 10 円/kg
	補助金等収入 (固定部分)	¥17,700	¥17,700	¥17,700	¥17,700	¥17,700	¥17,700	<内訳> 国:産地交付金(生産性向上) 県:取組定着支援、団地化支援 市:香取市転作奨励金
	(変動部分)	¥87,515	¥90,354	¥93,360	¥83,173	¥91,356	¥67,141	水田活用の直接支払い交付金 (R6 香取市基準単収 601 kg/10a)
	合計	¥111,675	¥114,684	¥117,870	¥107,073	¥115,746	¥90,081	
支出(肥料費)	肥料代	¥9,330	¥6,220	¥7,095	¥7,111	¥6,220	¥7,095	飼料用米専用一発改 3,110 円/15 kg 尿素 2,970 円/20 kg 過リン酸石灰 2,500 円/20 kg
	堆肥代	—	¥300	¥300	¥300	¥300	¥300	1,000 円/1,000 kg
	計	¥9,330	¥6,520	¥7,395	¥7,411	¥6,520	¥7,395	
収入－支出		¥102,345	¥108,164	¥110,475	¥99,662	¥109,226	¥82,686	

坪刈り収量が慣行区よりも極端に低かった試験区 5 を除き、いずれの試験区も慣行区より収支が同等もしくはそれ以上であった。

(4) 考察

ア 生育調査結果について

草丈及び稈長は試験区と慣行区に大きな差はなかった。

茎数及び穂数はいずれの試験区も移植後1ヵ月時点では慣行区と同等の茎数であったが幼穂形成期から出穂期後10日にかけて、いずれの試験区(試験区5を除く)も慣行区より増加した。試験区5については水持ちが悪いほ場であったため、生育中期には場の水が抜けてしまい、雑草の発生や生育の停滞につながり、茎数または穂数が確保できなかったと考えられる。

葉色(SPAD値)は出穂期から出穂期後10日にかけていずれの試験区も慣行区より低い値を示し、葉色が淡くなった。これは鶏ふん堆肥で代替していない化成肥料のみの慣行区の方が、緩効性の窒素分により生育後半にも肥効が持続したことが考えられる。

イ 収量調査結果について

坪刈り調査における精玄米重ではいずれの試験区(試験区5を除く)でも慣行区と同等もしくはそれ以上の収量を確保した。試験区5では前述のとおり、初期生育から茎数を確保することができず、穂数も353本/m²で目標値の450~500本/m²(砂質の場合)を大きく下回り、m²あたり粒数についても35千粒/m²で目標値より少なくなった(目標値45千粒/m²(砂質の場合))ため、慣行区よりも収量が低くなったと考えられる。

ウ まとめ

基肥に窒素やリン酸を供給したことで初期生育は昨年度よりもある程度改善され、最終的な穂数は慣行区よりも確保することができた。また、坪刈り調査での収量については化成肥料の一部を鶏ふん堆肥で代替した区において、試験区5を除き化成肥料と同等もしくはそれ以上の収量を確保することができた。経済性の試算についても、全体の収支(支出部分は肥料費のみを考慮)は鶏ふん堆肥で化成肥料の一部を代替したことで化成肥料のみを施用した場合と比べて多くなった。

一方で、栽培管理の面では鶏ふん堆肥施用から入水まで1ヵ月以上空いてしまい、試験区3の尿素の施用についても移植の1週間以内に行うことを想定していたが、品種間で育苗の生育に差が生じたため、予定していた本試験で使用した「アキヒカリ」の移植が他品種の後になってしまい、結果的に施用日から18日(4/11尿素散布、4/29移植)も空いてしまった。岡山県の試験結果(「鶏ふんの施用時期を考慮した水稻の施肥設計方法の開発」(発行元:岡山県農林水産総合センター農業研究所、発行年月:2019年12月))によると鶏ふん堆肥施用から入水までの期間が14日以上になる場合、鶏ふん堆肥由来の無機化した窒素が入水までの間に流亡し初期生育が遅れることがわかっている。本試験でも初期生育の改善はある程度見られたが、化成肥料のみを施用した場合と比べて、いずれの試験区も移植後1ヵ月の茎数は少なかった。鶏ふん堆肥を施用してから入水までの期間が空いてしまうと窒素成分は流亡してしまい、肥効は不安定になってしまう恐れがあることから、施用する上では入水までの期間が空かないように調整する必要がある。

4 今後の取組及び他への波及性

鶏ふん堆肥で化成肥料の一部を代替することは肥料代を削減できる他、化成肥料のみを施用した場合と比べて、一部試験区を除き、収支（支出は肥料費のみ考慮）は多くなったことで経済的であることが示されたが、鶏ふん堆肥施用から入水まで期間が空いてしまう場合、窒素成分が流亡してしまう恐れがあるため不安定な要素がある。一方で、近頃の一発肥料では肥料代を抑えるためにリン酸とカリを減らしていることから、それらの成分を補うための土づくり資材として施用することは肥沃度の向上に繋がることと考えられる。

試験結果については当農業事務所主催の水稲経営研修会や JA かとり小見川水稲部会等において管内水稲農家に周知する。

5 担当者

北部グループ 黒住憲司、吉田敦哉

西部グループ 奥畑徹之、鈴木康平

6 協力機関

J Aかとり、J A全農ちば、千葉県農林総合研究センター水稲・畑地園芸研究所水田利用研究室、千葉県農林総合研究センター水稲・畑地園芸研究所畑地利用研究室

水田を活用した飼料作物生産の事例調査

— 飼料用オオムギとイタリアンライグラスの混播栽培 —

1 調査研究の背景及び目的

輸入飼料は、国際情勢や為替相場の影響により価格水準が上昇している。また、他国の飼料需要の動向による安定供給への不安も生じている。

管内の酪農家は、畑地ほ場において青刈りトウモロコシ等を中心とした自給生産に取り組み、作付面積を拡大している。また、香取地域は水田地帯でもあるため、耕種農家と連携し、稲発酵粗飼料（稲ホールクロップサイレージ、稲 WCS）も利用している。

このような中、管内酪農家1戸が、稲 WCS の後作として水田ほ場で飼料用オオムギとイタリアンライグラスの混播栽培に取り組み始めている。

そこで、本事例を調査し、水田での飼料作物生産の普及性について検討する。

2 調査研究内容

- (1) 栽培調査 栽培概要、生育調査、収量調査
- (2) 品質調査 飼料品質、嗜好性

3 調査結果及び考察

(1) 栽培調査

ア 栽培概要

栽培体系及び栽培概要は図1・表1のとおりであった。

	1~3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
WCS 用イネ			▽▽	——	—■	■——	■■■			
オオムギ+イタリアンライグラス	——	—■	■						○○	——

図1 栽培体系

○: 播種 ▽: 移植 ■: 収穫

表1 栽培概要 ([オ]: オオムギ [イ]: イタリアンライグラス)

	ほ場① (面積 80a)	ほ場② (面積 38a)	ほ場③ (面積 27a)
ほ場の状態	水田ほ場		水田畑地化ほ場
前作	WCS 用イネ		スーダングラス
品種	[オ]「ムサシボウ」 [イ]「タチムシャ」	[オ]「ムサシボウ」 [イ]「タチマサリ」	
播種日	令和5年11月21日		
播種量	[オ]2.5kg/10a [イ]4.0kg/10a		
播種方法	散播 (手作業)		
刈取日	令和6年4月30日	令和6年4月25日	令和6年5月2日
刈取時の熟期	[オ]乳熟~糊熟期 [イ]出穂期		
予乾日数	2.5日	3.5日	2.5日
堆肥施用量	3t/10a (牛ふん堆肥)		

イ 生育調査

ほ場①に3か所の調査地点を設け、オオムギ及びイタリアンライグラス各 10 株の草丈を調査した。調査地点の区画は1 m² (1 m×1 m) とした。

収穫期を迎えた4月30日の調査では、草丈と生草重量及び水分を調査した。ただし、ほ場①において、排水不良が原因と考えられる全体的な生育不良とほ場内の生育ばらつきが見られた。そのため、ほ場①の調査地点を5か所とし、ほ場②・③のそれぞれ3地点も加え調査した。重量・水分は、調査地点内の株を刈取り測定した。



写真1 ほ場①の全景 (4月30日)

	ほ場① 地点 a	ほ場① 地点 b	ほ場① 地点 c
1月30日	 [オ]13.3 cm [イ] 8.2 cm	 [オ]14.5 cm [イ] 7.9 cm	 [オ]11.6 cm [イ] 9.0 cm
3月28日	 [オ]25.9 cm [イ]17.5 cm	 [オ]24.9 cm [イ]15.1 cm	 [オ]20.1 cm [イ]19.0 cm
4月30日	 [オ]95.6 cm [イ]91.7 cm	 [オ]95.8 cm [イ]93.2 cm	 [オ]67.4 cm [イ]70.9 cm

図2 ほ場① 地点 a～cの様子と草丈 ([オ]オオムギ [イ]イタリアンライグラス)

(ア) 草丈

ほ場②・③は両草種とも種苗会社の示す値（オオムギ 130～150 cm程度、イタリアンライグラス 120～140 cm程度）に達した。一方で、ほ場①は、②・③の6～7割程度の値となった。ほ場①は生育期間の後半に滞水状態が続いていたことから生育が抑制されたものとする。

なお、オオムギ、イタリアンライグラスともに倒伏は見られなかった。

(イ) 生草重量

平均生草重量は4.2t/10aとなり、本県の指標値（イタリアンライグラス3～4t/10a、オオムギ3～5t/10a）に達した。ただし、ほ場別の値を見ると、ほ場①は2.2tであり、指標値には達しなかった。

表2 収穫時期の草丈・生草重量・水分

ほ場	草丈 (cm)		重量 (g/m ²)	水分 (%)	乾物重 (g/m ²)
	オオムギ	イタリアンライグラス			
ほ場①	92.7	92.8	2,150	76.0	519
ほ場②	134.6	147.3	5,380	78.1	1,176
ほ場③	135.8	143.0	5,007	77.7	1,112
平均	121.0	127.7	4,179	77.2	936

ウ 収量調査

収穫調製されたロールバールの個数と重量を計測し、実収量を算出した。また、サイレージの水分量から、乾物収量も算出した。

10a当たりのロールバール数は、ほ場①の3個に対し、ほ場②・③は5個程度であった。乾物収量は、ほ場①の370kgに対し、ほ場②・③は580kg前後であった。

ほ場①は面積が80aと比較的大きいため、均平が取れずほ場内に不陸が生じ、凹部に滞水したことで生育不良につながったと考える。

他方、ほ場②と③は同程度の収量となっている。ほ場③は客土により畑地化したほ場であることから、水田ほ場においても、排水性を良好にすることで、畑地と同程度の収量を得られることが確認できた。

表3 10a 当たり実収量

	ロールバール数 (個/10a)	ロールバール重量 (kg/個)	水分 (%)	現物収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)
ほ場①	3.0	149	16.8	447	372
ほ場②	5.0	200	42.5	1,001	576
ほ場③	4.8	152	20.5	732	582
平均	4.3	167	26.6	727	510

(2) 品質調査

ア 飼料品質

収穫から約3か月後となる8月上旬にサイレージの成分分析を行った。pHは5.5前後であり、良質な乳酸発酵の目安とされるpH4.2よりも高い値であった。しかし、予乾により水分が低く抑えられ、腐敗はなく品質に問題はなかった。

一方、粗蛋白質の値が日本標準飼料成分表数値の5割程度と低かったことから、濃厚飼料等の購入飼料により給与内容を調整する必要があると考える。

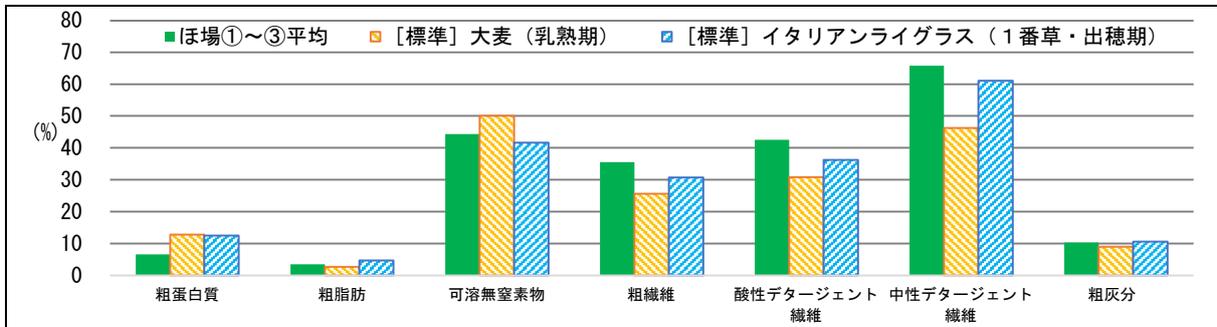


図3 成分分析結果（日本標準飼料成分表との比較）

イ 嗜好性

調査協力農家において、オオムギとイタリアンライグラスの混合サイレージが、他の粗飼料に比べ、特に嗜好性の優劣があるとの評価はなかった。

オオムギ「ムサシボウ」を育種した種苗会社によれば、「ムサシボウ」は野毛がないため、牛の嗜好性が良いとされている。

また、畑地で「ムサシボウ」を自給生産する他の酪農家からは、牛の食欲が減退する夏季に、オオムギサイレージを給与すると嗜好性が良いとの評価を得ている。

4 今後の取組及び他への波及性

オオムギとイタリアンライグラスの混播栽培は、排水性が良好な水田においては、指標程度の生草重量を確保できることが確認できた。調査協力農家によれば、オオムギとイタリアンライグラスを混播することにより、イタリアンライグラスの倒伏を軽減でき、収量損失を低減できるとのことであった。ただし、イタリアンライグラスのサイレージ調整には、刈り倒し後に数日間ほ場で水分を減少させる「予乾」作業が必要となる。収穫期に晴天が続くことが好ましいため、時機の見極めが難しい点に留意が必要である。

香取地域は湿田が多いため、十分な収量を得るためには、排水対策が必要となる。また、収穫時期が4月下旬から5月上旬となるため、その後にイネを栽培する場合には、5月中旬～下旬の移植となり、香取地域の一般的な水稻移植時期に比べると遅い。

以上のことから、本栽培体系は、水田地帯にある畜産農家の自給飼料生産手段としては有効であるものの、耕種農家による取組への普及に向けては、排水対策のほか、作付を前進させた体系の検討も併せて行う必要があると考える。

5 担当者 綿貫 俊貴、清田 涼雅、石垣 賢治

6 協力機関 担い手支援課、畜産総合研究センター企画環境研究室