

## 有機肥料の田面表層施用による抑草効果の検証

森田真菜<sup>1)</sup>・久野智香子<sup>1)</sup>・森崎耕平<sup>2)</sup>・柏木啓佑<sup>2)</sup>・伊藤幸司<sup>1)</sup>

**摘要:**水稻作における有機肥料による抑草効果と水稻の生育に与える影響を調査した。有機肥料の散布区では無処理区と比べ、田面水の濁りが強くなり、田面表層の酸化還元電位が低下する傾向だった。アゼナ、ホソバヒメソハギ、ヒレタゴボウ、カヤツリグサ、イボクサに対して高い抑草効果が認められた。一方、コナギやホタルイといった低酸素下で発芽可能な草種は生育が抑制されたものの、十分な抑草効果が得られない場合もあった。有機肥料散布区における水稻の収量は対照区比で同等から90%であり、大きく減収することはなかった。

**キーワード:**有機、水稻、有機肥料、雑草、抑草効果

### 緒言

持続可能な食料システムの構築に向けて2021年5月に策定された「みどりの食料システム戦略」では、2050年までに化学農薬の使用量(リスク換算値)を50%低減すること、輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量を30%低減すること、耕地面積に占める有機農業の取組面積を25%に拡大することが目標として掲げられた<sup>1)</sup>。これを受け、愛知県では有機農業をさらに推進するため、愛知県有機農業推進計画を一部改正し、有機農業の取組面積を2020年の330haから2030年までに900haに拡大することを目標とした<sup>2)</sup>。愛知県の耕地面積のうち、約6割が水田であり<sup>3)</sup>、農業分野における化学合成農薬、化学肥料の使用量削減、ならびに有機農業の取組面積拡大に向けた水稻作の寄与率は大きい。

一方で、水稻作での有機栽培は、病害虫や雑草の発生によって、収量や品質が不安定になりやすく、特に雑草管理が大きな課題となっている。水稻の有機栽培における雑草防除技術として、米ぬか等の有機物の散布<sup>4,6)</sup>や機械除草<sup>7,8)</sup>、紙マルチ移植栽培<sup>9)</sup>などが実施されている。しかし、有機物の散布量が多いことや、抑草効果が安定しないこと、専用機械の購入が必要であること、労力がかかることなどが課題であり、省力的で高い抑草効果のある雑草防除技術の開発が求められている。このような中、米ぬかにおいては田面表層施用により、抑草効果がある<sup>4,6)</sup>との報告があるが、米ぬかは散布しにくいなどの問題点がある。そのため本研究では、散布のしやすい有機肥料による抑草効果の検証と、水稻の生育・収量への影響を調査した。また、除草剤を使用しない栽培を継続すると雑草の種子が増加し、雑草発生量も増加する可能性があるため、2年連続で除草剤を使用しない条件

で有機肥料を連用したほ場の抑草効果についても検証した。

### 材料及び方法

#### 1 耕種概要

表1に耕種概要を示した。試験は2023年および2024年に農業総合試験場作物研究部内の水田ほ場で実施した。

##### (1) 移植期・栽培品種・施肥

移植期は4月下旬(早期栽培)と6月上旬(普通期栽培)の2作期とした。早期栽培を行ったA11ほ場(以下、A11)は水稻極早生品種「なつきらり」、普通期栽培を行ったB3ほ場(以下、B3)およびB4ほ場(以下、B4)は中生品種「あいちのかおりSBL」を移植した。肥料は、有機肥料の施用にかかわらず作期ごとに同量の化学肥料を施用した。すなわち、2カ年とも「なつきらり」ではBB234(愛知県経済農業協同組合連合会、名古屋)を3 kgN/10a、「あいちのかおりSBL」は側条エース中生用(愛知県経済農業協同組合連合会、名古屋)を6 kgN/10a施用した。

##### (2) 抑草効果の検証

有機肥料(「農産発酵こつぶっこ」、大和肥料株式会社、尼崎)(以下、有機肥料)を移植後の田面表層に散布した有機肥料区、除草剤を使用し慣行栽培した対照区、無除草の無処理区の3区を設けた。有機肥料は魚粉主体の完全有機発酵肥料で、成分量は窒素5.5%、リン酸3.5%、カリ1.5%である。有機肥料区は還元状態を進めやすくするため深水管理を行った。深水による移植直後の生育不良を防ぐため、対照区および無処理区よりも葉齢が1葉程度進んだ苗を用いた。また遮光効果による抑草や還元による生育不良対策として高い栽植密度で移植した。移植直後に、有機肥料区と対照

<sup>1)</sup>作物研究部(現尾張農林水産事務所) <sup>2)</sup>作物研究部

本研究の一部は日本作物学会東海談話会第154回講演会において発表した。

表1 耕種概要

年	ほ場 (品種)	区	雑草防除体系	処理時期	移植時 葉齢	栽植密度	移植日	施肥			
								L	株/坪	月/日	kgN/10a
2023	A11 (なつきらり)	有機肥料	有機肥料 80 kg/10a	移植翌日	3.1	70					
		対照	初期一発剤 A <sup>1)</sup>	移植 7 日後	2.0	60	4/24	BB234	3		
		無処理	—	—	2.0	60					
2023	B3,4 (あいちの かおり SBL)	有機肥料	有機肥料 60 kg/10a	移植翌日	4.2	70					
		対照	初期一発剤 A	移植 8 日後	3.1	50	6/5	側条エース 中生用	6		
		無処理	—	—	3.1	50					
2024	A11 (なつきらり)	有機肥料	有機肥料 80 kg/10a	移植当日	3.0	70					
		対照	初期一発剤 A	移植 6 日後	2.3	60	4/23	BB234	3		
		無処理	—	—	2.3	60					
2024	B3 (あいちの かおり SBL)	有機肥料	有機肥料 60 kg/10a	移植当日	3.3	70					
		対照	初期一発剤 B <sup>2)</sup>	移植 6 日後	2.5	60	6/3	側条エース 中生用	6		
		無処理	—	—	2.5	60					

1) 初中期一発剤Aは、ビリミノバッケメチル・プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン粒剤を使用した。

2) 初中期一発剤 B は、ビリミスルファン・フェノキサスルホン・ベンゾビシクロロン粒剤を使用した。

区を波板で仕切り、有機肥料区は7 cm以上の水深を、対照区および無処理区は3~5 cmの水深を中干し開始まで維持した。有機肥料の散布量は早期移植においては気温が低く推移し、有機物の分解が遅いと想定されたため、A11は80 kg/10aとし、気温が高い時期の移植であるB3は60 kg/10aとした。無処理区は対照区内の1 m<sup>2</sup>(1 m×1 m)を波板で囲って除草剤の侵入を防ぎ、無除草で管理した。2024年の有機肥料区は、2023年と同様の場所で、2年間除草剤を使用しない条件で有機肥料を連用した。

## 2 調査方法

### (1) 抑草効果の検証

土壤の酸化還元電位を計測するため、対照区と有機肥料区の田面から約2 cmの深さに白金電極を5本ずつ設置し、Eh計(PRN-41、藤原製作所、東京)を用いて、移植後から15日後は1~3日おき、移植16日後以降は1~6日おきに約1か月間計測した。

田面水の透視度の計測は、2023年のA11では移植後15日、B3では移植後8日、2024年では両ほ場とも移植翌日から、移植15日後までは1~3日おき、移植16日後以降は1~6日おきに約1か月間、各処理のほ場内の田面水を採取し、透視度計(ST-30、アズワン株式会社、大阪)で計測した。

残草量は、中干し時に各区3か所50 cm四方の枠(0.25 m<sup>2</sup>)を設置し、枠内の雑草の個体数と乾物重について草種別に調査した。

### (2) 水稲の生育および収量調査

各試験区とも10株ずつ2反復の生育調査地点を設け、幼穂形成期に草丈、茎数、葉色、成熟期に稈長、穗長、穂数を調査した。葉色は葉緑素計(SPAD-502Plus、コニカミノルタジャパン、東京)で計測した。なお、草丈、稈長および穗長は10株の平均値とし、茎数と穂数は1 m<sup>2</sup>あたりの本数となるように換算した。収量調査は、生育調査地点を含む10株×3条を刈取り、精玄米重を調査した。精玄米重は「なつきらり」では1.85 mm、「あいちのかおりSBL」では1.90 mmの篩上の玄米重量と玄米水分を測定後、玄米水分として14.5%になるよう換算し、10aあたりの精玄米重を算出した。

## 結果及び考察

### 1 抑草効果の検証

#### (1) 酸化還元電位の推移

酸化還元電位の推移を図1に示した。酸化還元電位は、2023年および2024年のすべての区において、移植後日数の経過に伴い低下し、-200 mV程度となった後、横ばいに推移した。これは米ぬかの表層施用<sup>6)</sup>の報告と同様の傾向であった。A11では2023年、2024年ともに、有機肥料区で対照区より早く電位が低下し、有機肥料の散布によって、田面表層の還元が早まったと考えられた。一方、B3では、A11よりも急激に電位が低下し、有機肥料区では2023年に移植5日後、2024年には移植2日後には-200 mV程度に達した。ただし、2023年は対照区も電位の低下が早く、有機肥料区とほぼ同様の推移を示した。温度が高いほど還元が早まりやすいことから<sup>10)</sup>、移植時期が遅く、気温が高かったため、対照区においても有機物の分解が早まったためと思われた。

#### (2) 田面水の透視度の推移

田面水の透視度の推移を図2に示した。有機肥料区は対照区と比較して、移植後8日以降の透視度が低く、濁りが強かった。対照区との差が顕著になったのは、2か年ともA11で移植後15日、B3で移植後10日前後であった。ただし、B3の有機肥料区は2か年の特徴があり、2023年は透視度が低く維持されたのに対し、2024年は降雨に伴い移植後30日に対照区近くまで上昇した。有機肥料の施用によって、成分の溶出や、それに伴って活性化した微生物の働きによって、水の濁りが維持され、田面に入る光が弱くなるものの、その持続期間は降水量の影響を受けることが確認された。

#### (3) 残草本数および乾物重

残草本数および乾物重の調査結果を表2に示した。2023年では、A11の無処理区はコナギ、ホタルイ、アゼナ、カヤツリグサ、イボクサの5種の草種が認められたが、有機肥料区ではコナギおよびホタルイの2種であり、乾物重は無処理区対比で18.8%であった。B3では無処理区はコナギ、ホタルイ、アゼナ、イボクサの4種、有機肥料区はコナギが残草し、乾物重は無処理区対比で10.4%であった。2024年では、

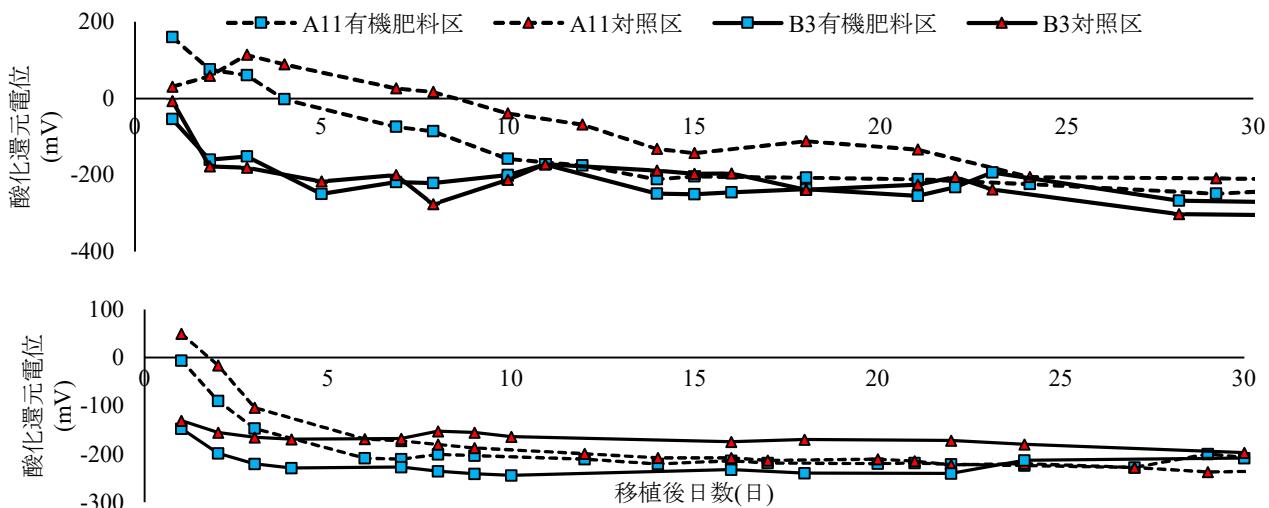
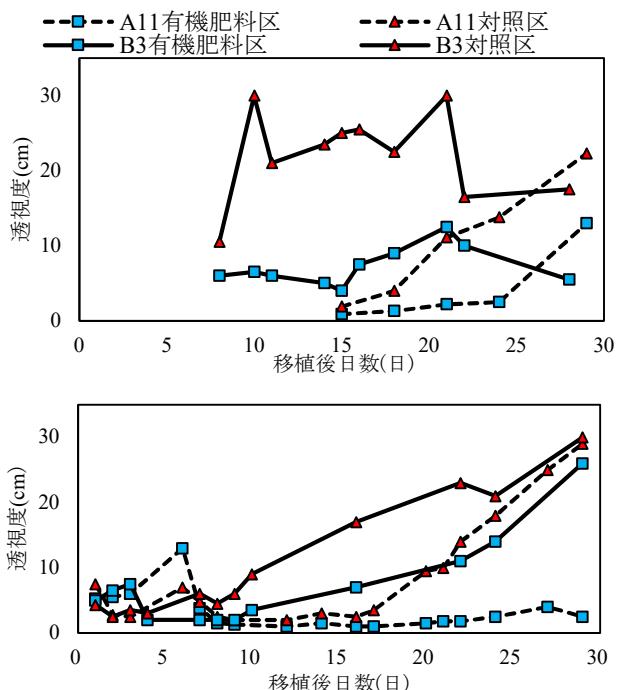


図1 酸化還元電位の推移(上:2023年、下:2024年)

図2 田面水の透視度の推移(上:2023年、下:2024年)  
注)30cm以上は計測不可

A11の無処理区は2023年に認められた5種とホソバヒメソハギ、ヒレタゴボウの7種の草種が認められたが、有機肥料区ではコナギおよびホタルイの2種のみであり、乾物重は無処理区対比で0.7%であった。B3の無処理区ではコナギ、ホタルイ、アゼナ、カヤツリグサ、イボクサの5種が認められたが、有機肥料区ではコナギのみが残草した。ただし、コナギの残草本数は2023年と異なり、無処理区より多かった。乾物重は無処理区対比で67.4%であり、無処理区より少なかったものの、他の有機肥料区に比べ多かった。コナギは酸素がほぼない条件でも発芽可能であるが、幼芽の緑化や発根が阻害される<sup>11)</sup>という報告がある。本試験においても、有機肥料区で残草したのはコナギとホタルイのみであり、この2種は還元条件下でも発芽が抑制されなかったと考えられる。一方、残草量

をみるとこの2種においても、2024年のB3以外は生育が抑制されている。特にコナギは試験区間で生育の抑制程度が異なったため、その要因を酸化還元電位と田面水の透視度、その他の要因から検討する。まず酸化還元電位についてみると、残草量の多かった2024年のB3は他の試験区と比べ同様かむしろ低い値を維持していたことから、還元状態にはあったものの、生育抑制効果は限定的であったと考えられる。一方、透視度の結果をみると2024年のB3は2023年と比べ濁りが長期間持続しなかった点が異なる。田面水の濁りが雑草を抑制する効果がある<sup>12)</sup>との報告もあることから、濁りが維持されなかつたために生育が抑制されなかつた可能性が考えられる。A11においても2023年の移植30日後に透視度の上昇が認められたが、その時点でアオウキクサが発生し水面の全体を覆っていたため、田面に入る光を遮り、生育を抑制した可能性がある。以上の結果から、有機肥料を施用し、除草剤を使用しない栽培体系では、コナギとホタルイは還元状態においても発芽が抑制されないことと、発芽後の生育の抑制には濁りの維持やアオウキクサの発生による遮光が重要であることが示唆された。

#### (4) 水稲の生育および収量に及ぼす影響

水稻の生育および収量調査結果を表3に示した。2023年は有機肥料区と対照区で生育に大きな差はみられなかつた。精玄米重の対照区比はA11で98%、B3で103%とほぼ同等であった。2024年は、A11では生育に大きな差はなかつたが、精玄米重は対照区比で92%であった。B3では残草量が多かつたため、幼穂形成期の茎数が少なく、葉色が低く、成熟期の稈長が短く、穂数も少なかつた。精玄米重は対照区比で90%であった。有機肥料を施用した除草剤を使用しない栽培体系では、残草があつても雑草の生育が抑制されたため、精玄米重は減少傾向がみられたものの、大きな減収とはならなかつたと考えられた。

## 2まとめ

有機肥料の散布により、田面の酸化還元電位が低下し、田面水の濁りが維持されることで抑草効果が発揮されると考えられた。収量面では、有機肥料とともに化学肥料を慣行量

表2 有機肥料施用の有無と草種別残草量(乾物重・本数)

年度	ほ場 (品種)	区	コナギ	ホタルイ	アゼナ	ホツバ ヒメゾ ハギ	ヒレタ ゴボウ	カヤツリ グサ	イボクサ	乾物重 合計	乾物重合計 無処理区 対比
			g(本) /m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	%						
2023	A11 (なつきらり)	有機肥料	11.6(131)	0.3(3)	-	-	-	-	-	11.9	18.8
		対照	-	-	-	-	0.1(4)	-	-	0.1	0.2
	B3,B4 (あいちの かおり SBL)	無処理	39.3(159)	1.6(13)	19.8(1345)	-	-	1.8(117)	0.7(3)	63.2	100
2024	A11 (なつきらり)	有機肥料	18.2(213)	-	-	-	-	-	-	18.2	10.4
		対照	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B3 (あいちの かおり SBL)	無処理	173.5(691)	-	1.1(121)	-	-	-	0.1(1)	174.7	100
2024	A11 (なつきらり)	有機肥料	0.5(5)	0.2(3)	-	-	-	-	-	0.7	0.7
		対照	-	-	-	-	-	-	0.1(1)	0.1	0.1
	B3 (あいちの かおり SBL)	無処理	62.4(103)	1.1(3)	22.3(1964)	1.8(55)	1.2(52)	4.5(65)	0.8(7)	94.1	100

1) -は残草なし

2) 乾物重は0.1g/m<sup>2</sup>以下をt、本数は小数点第2位を四捨五入した。

表3 水稲の生育および収量調査結果

年	ほ場 (品種)	区	出穂期	成熟期	幼穂形成期			成熟期			収量・品質	
					草丈	茎数	葉色	稈長	穗長	穂数	精玄米重	対照区比 <sup>1)</sup>
2023	A11 (なつきらり)	有機肥料	7/20	8/21	55	439	39.2	88	21.7	368	581	98
		対照	7/20	8/22	57	468	36.1	88	21.1	322	591	100
2024	B3,4 (あいちのかおり SBL)	有機肥料	8/23	9/28	63	459	37.4	85	21.1	355	594	103
		対照	8/26	10/2	59	437	39.1	85	20.3	386	577	100
2024	A11 (なつきらり)	有機肥料	7/21	8/19	55	464	36.8	90	20.7	368	437	92
		対照	7/20	8/18	57	415	37.1	88	21.1	322	476	100
2024	B3 (あいちのかおり SBL)	有機肥料	8/22	9/25	71	398	32.3	82	21.1	355	511	90
		対照	8/24	9/27	76	476	38.3	88	20.7	386	565	100

1) 精玄米重の対照区比は小数点第1位を四捨五入した。

施用した結果、減収割合は小さかった。一方、還元条件下でも発芽が抑制されないコナギやホタルイは残草しやすいことが確認された。その生育の抑制には田面水の濁りの維持やアオウキクサの発生による遮光が効果的であることが示唆されたが、それらは有機肥料散布後の降雨やアオウキクサの有無などの環境条件によって変わり、抑草効果が安定しないことも予測される。このため、残草により生育への影響を大きく受けている場合には除草機の併用を検討する必要がある。

**謝辞:**本研究を進めるにあたり、株式会社大和肥料にご協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

## 引用文献

1. みどりの食料システム戦略. 農林水産省 <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/attach/pdf/index-10.pdf> (2025.5.1参照)
2. 愛知県有機農業推進計画. 愛知県 <https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/444875.pdf> (2025.5.1参照)
3. 市町村別データ集愛知県版. 東海農政局. <https://www.maff.go.jp/tokai/tokei/attach/pdf/mini-51.pdf> (2025.5.1 参照)
4. 中井譲, 鳥塚智. 米ぬか土壤表面処理による水田雑草の抑草効果. 雜草研究. 54(4), 233-238(2009)
5. 上野秀人, 鈴木孝康. 水稲有機栽培における焼酎廃液資材と米ぬかの抑草効果および養分供給特性. 農作業研究. 40(4), 191-198(2005)
6. 中山幸則. 米ぬかの水田雑草防除への利用について. 農業および園芸. 85(2), 252-257(2010)
7. 宇賀神七夕子, 西川康之, 鶴岡康夫. 温暖地早期栽培の水稲有機栽培圃場における雑草の発生消長と除草機による防除効果. 千葉県農林総合研究センター研究報告. 10, 79-88(2018)
8. 三浦重典. 高能率水田除草機を活用した水稲有機栽培体系. 農業食料工学会誌. 83(6), 427-431(2021)
9. 原田博行, 鈴木泉, 大場伸一, 鈴木雅光. 水稲の有機栽培における再生紙マルチ利用による雑草防除. 山形県農業試験場研究報告. 35, 17-35(2001)
10. 山根一郎. 土壌学の基礎と応用. 改訂版. 農山漁村文化協会. 東京. 74-80(1983)
11. 千坂英雄, 片岡孝義. 水田一年生雑草種子の休眠・発芽・出芽の特性. 雜草研究. 22(別), 94-96(1977)
12. 中村哲也, 浅見秀則, 磐佐まりな, 藤井義晴, 大川泰一郎. 水田用自動抑草ロボットの活用による雑草抑制効果と水稲収量への影響. 日作紀. 93(1), 31-37(2004)