

水稲有機栽培における雑草抑制のための 効果的な米ぬかの施肥量と施用時期

細川幸一*・井上健一**・斉藤正志*・西浦愛子*

Application timing and amount of rice bran that is effective for weed control
for organic cultivation of paddy rice.

Kouichi HOSOKAWA, Ken-ichi INOUE, Masashi SAITO, Aiko NISHIURA

水稲の有機栽培において米ぬかの土壌表面施用で雑草を効果的に抑制するには、代かき後3日以内に200g/m²以上施用することが望ましいと考えられた。米ぬかを200g/m²以上施用するとイネの初期生育が阻害されたが、脱脂米ぬかを混用することで生育障害を回避できることが示唆された。

キーワード：米ぬか、雑草抑制、水稲、有機栽培

Key words: rice bran, weed control, paddy rice, organic cultivation

I. 緒言

水稲の有機栽培における移植後の米ぬかの土壌表面施用（以下、米ぬか除草）は、雑草抑制に一定の効果があることが知られている。しかし、福井県内では雑草の抑制が不十分である事例が散見され、米ぬか除草を断念した生産者も多い。米ぬか除草は施肥量と施用時期が重要であり、少量では効果が小さいこと^{3,10)}、移植後数日以内の施用が適切であること^{9,12)}、移植時期が遅く地温が高いほどコナギの抑草効果が高まること^{7,16)}などが報告されている。福井県での有機栽培の移植時期は、育苗や収量確保の観点から5月中下旬とすることが一般的である。そこで、安定した抑草効果が発揮される米ぬかの施肥量と施用時期を確認するとともに、現在の移植時期が適正であるかを確認するため、移植時期の違いによる抑草効果を調査した。

II. 試験方法

1 米ぬかの施肥量

試験は2002年および2003年に農業試験場内の大豆跡水田で実施した。2002年は4月30日に代かき、5月1

日に栽植密度を21株/m²で機械移植し、2003年は5月6日に代かき、5月9日に栽植密度を18株/m²で機械移植した。両年ともコシヒカリの中苗（乾籾播種量120g/箱）を用い、移植後に畦波板で小区画に仕切って、移植5日後に農業試験場で生産した米ぬかをm²あたり100, 200, 300gの3水準で施用した。試験規模は各区15m²の2から4反復で実施し、大豆跡のため無肥料で栽培した。水管理は、中干しまでが水深3～5cm、中干し後は間断通水とする慣行の管理を行った。

雑草調査は2002年が6月19日、2003年が6月30日に行った。各区内の雑草発生量が中庸な2地点で0.5m角の枠を設置して雑草を採取し根を除去後、本数および風乾重を調査した。また、2002年は6月上旬から幼穂形成期までおおむね10日ごとに茎数を計測した。両年とも成熟期に各区内1地点で2002年は80株、2003年は70株を刈り取り、1.8mmで篩選別後の精玄米重を算出し、ケルダール法¹⁵⁾で測定した玄米窒素濃度から玄米タンパク質含有率に換算（換算係数5.95）した。

2 米ぬか、脱脂米ぬかの水稲初期生育への影響

試験は2016年に農業試験場内の水田で実施した。6月1日の代かき時に窒素成分で1g/m²の有機質肥料（朝日工業、有機アグレット727）を全層混和後、6月3日に直径20cm高さ30cmの塩ビ管を輪切りにした無底円柱枠を設置して、コシヒカリの成苗（乾籾播種量60g/箱）を3本

*福井県農業試験場有機環境部有機農業研究グループ

**福井県農業試験場作物部

植えた。

移植翌日に米ぬか、脱脂米ぬか、米ぬかと脱脂米ぬかの1:2および2:1の混合物をそれぞれ乾物換算で300g/m² (枠あたり9.42g)を散布した。米ぬかを施用しない枠も設け、何れの処理も3反復で実施した。米ぬかの施用後は慣行の水管理を行い、有機栽培の2回目の機械除草時期⁸⁾に近い移植24日後の6月27日に茎葉を採取し、茎数および乾物重を計測した。なお、脱脂米ぬかはソックスレー法¹⁵⁾で作成し、脂肪抽出前後の全窒素、C/N比を燃焼法¹⁵⁾で測定した。

3 移植時期および米ぬかの施用時期

試験は2014年および2015年に農業試験場内の水田で実施した。試験圃場の栽培履歴は、2011年と2012年が水稻の無農薬栽培、2012年秋から大麦の慣行栽培、2013年はキャベツの慣行栽培であった。

2014年4月に畦畔で圃場を3分割し、それぞれの区画で2週間以上前に耕起、代かきをした後、移植前日に2回目の代かきを行ってコシヒカリの中苗(乾物播種量80g/箱)を機械移植した。移植日は2014年が5月8日、5月29日、6月18日の3水準、2015年は5月13日、6月23日の2水準とした。移植後に畦波板で小区画に仕切り、代かき1日後(移植当日)、代かき3日後(移植2日後)、代かき5日後(移植4日後)に市販の米ぬかペレット(大協肥糧、米ぬかペレット、全窒素2.1%、米ぬかと脱脂米ぬかの混合物、混合割合不明)を200g/m²施用した。米ぬかを散布しない区も設け、試験規模は25m²の2反復とした。水管理は、中干しまでは水深3~5cm、中干し後は間断通水とする慣行の管理を行った。

雑草調査はそれぞれの区画で最高分げつ期にあたる移植後36から48日に実施した。各区内の雑草発生量が中庸な2地点で0.5m角の枠を設置して雑草を採取し、本数を計測後、根を除去し、60℃で3日間乾燥後の乾物重を測定した。また、成熟期に各区内1地点で60株を

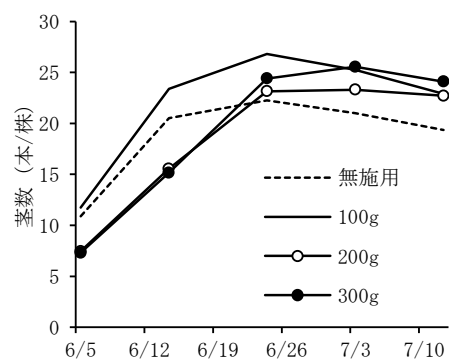
刈り取り、1.9mmの篩選別後の精玄米重を算出した。玄米は食味分析計(静岡製機、TM-3500)で玄米タンパク質含有率を測定した。

2014年は転換畑からの復田初年目のため無肥料で栽培した。2015年の5月13日移植は2回目の代かき時に硫酸を窒素成分で3g/m²を全層混和し、7月14日の幼穂形成期とその7日後に各2g/m²を表層に施用した。6月23日移植は2回目の代かき時に硫酸を窒素成分で2g/m²を全層混和し、8月5日の幼穂形成期に2g/m²とその7日後に1g/m²を表層に施用した。

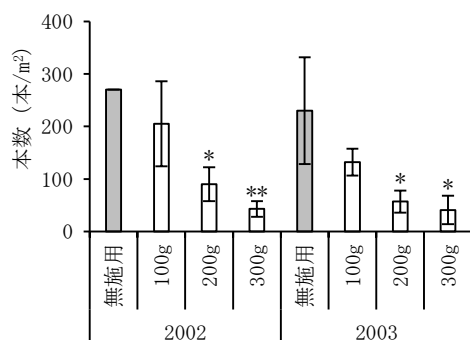
Ⅲ. 結果および考察

1 米ぬかの施用量

当該圃場の主要雑草はヒエ、コナギ、ホタルイ、アゼナ、キカシグサであった。米ぬかの施用量増加に伴って抑草効果が高まり、一年生広葉雑草のアゼナ、キカシグサに対する効果が顕著であった(第1表)。米ぬか除草はコナギ、ホタルイへの抑草効果が劣ることが知られており^{9,10)}、本調査においても100g/m²施用ではコナギ、



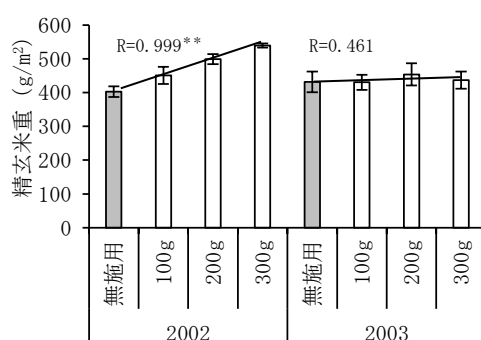
第2図 米ぬかの施用量がイネの茎数増加に及ぼす影響 (2002)



第1図 米ぬかの施用量と雑草本数の関係
エラーバーは標準偏差を示す

** : 無施用と1%水準で有意差があることを示す

* : 同じく5%水準で有意差があることを示す別後の精



第3図 米ぬかの施用量と精玄米重および
玄米窒素濃度の関係

エラーバーは標準偏差を示す

** : 1%水準で有意であることを示す

水稻有機栽培における雑草抑制のための効果的な米ぬかの施肥量と施用時期

第1表 米ぬかの施肥量が雑草の発生量に及ぼす影響

	米ぬか 施用量	雑草本数 雑草重量	ヒエ	コナギ	カヤツ リグサ	ホタ ルイ	アゼナ	ヤナギ タデ	アゼ ムシロ	キカシ グサ	その他*	合計
2002	100g/m ⁻²	本/m ²	15	37	38	11	40	27	1	36	-	205
		g/m ²	27.6	10.4	0.9	2.7	1.3	0.9	0.0	0.6	-	44.4
	200g/m ⁻²	本/m ²	4	16	20	9	11	20	-	10	-	90
		g/m ²	4.3	1.2	0.3	1.1	0.2	0.7	-	0.1	-	7.9
	300g/m ⁻²	本/m ²	3	16	3	8	2	11	-	-	-	43
		g/m ²	3.7	2.6	0.0	6.7	0.0	0.2	-	-	-	13.2
2003	100g/m ²	本/m ²	3	24	16	20	118	-	34	55	-	270
		g/m ²	6.9	8.9	0.5	8.1	4.4	-	0.4	1.2	-	30.4
	200g/m ²	本/m ²	2	61	4	30	18	17	-	2	-	134
		g/m ²	4.3	10.4	0.1	5.1	3.2	3.0	-	0.3	-	26.4
	300g/m ²	本/m ²	1	27	4	16	2	6	-	2	1	59
		g/m ²	1.7	4.5	0.1	2.6	0.3	1.0	-	0.3	0.1	7.0
2004	5/8移植 6/26調査 (移植後49日)	本/m ²	1	21	1	10	3	3	-	3	-	42
		g/m ²	1.7	3.6	0.1	1.6	0.5	0.5	-	0.5	-	5.4
	5/29移植 7/14調査 (移植後46日)	本/m ²	1	57	6	21	131	5	-	6	6	233
		g/m ²	1.7	9.5	1.0	3.5	22.2	0.8	-	1.0	1.0	30.7
	6/18移植 7/29調査 (移植後41日)	本/m ²	1	22	1	3	-	-	-	-	-	27
		g/m ²	0.3	2.3	0.0	0.1	-	-	-	-	-	2.7

* : ハリイ, オモダカ

第2表 イネの移植時期および米ぬかペレットの施用時期が雑草の発生量に及ぼす影響

	米ぬか 施用時期	雑草本数 雑草重量	ヒエ	コナギ	カヤツ リグサ	ホタ ルイ	ヒデ リコ	アゼナ	その他*	合計
2014	5/8移植 6/26調査 (移植後49日)	本/m ²	11	24	3	13	64	40	-	155
		g/m ²	0.3	2.5	0.0	0.5	0.1	0.1	-	3.6
		本/m ²	4	8	1	2	6	14	-	35
		g/m ²	0.0	0.6	0.0	0.1	0.0	0.0	-	0.9
		本/m ²	2	14	5	10	14	-	-	45
		g/m ²	0.1	0.5	0.0	0.1	0.0	0.1	-	0.7
	5/29移植 7/14調査 (移植後46日)	本/m ²	11	24	9	6	114	29	-	193
		g/m ²	0.0	2.6	0.0	0.4	0.2	0.1	-	3.4
		本/m ²	4	7	2	2	-	2	1	18
		g/m ²	0.0	0.2	0.0	0.1	-	0.0	0.0	0.3
		本/m ²	1	13	5	-	5	11	1	36
		g/m ²	0.0	0.7	0.1	-	0.2	0.3	0.0	1.3
	6/18移植 7/29調査 (移植後41日)	本/m ²	3	88	49	6	2	16	3	167
		g/m ²	0.0	7.8	0.3	1.0	0.0	0.1	0.0	9.3
		本/m ²	20	82	116	9	119	187	8	541
		g/m ²	0.1	8.0	1.0	1.2	1.3	0.9	0.1	12.6
	6/23移植 7/29調査 (移植後36日)	本/m ²	1	21	-	23	-	-	-	44
		g/m ²	-	0.7	-	0.2	-	-	-	1.0
2015	5/13移植 6/30調査 (移植後48日)	本/m ²	17	54	15	36	-	3	-	125
		g/m ²	0.6	7.1	1.3	1.2	-	0.0	-	10.2
		本/m ²	3	32	4	16	-	7	-	62
		g/m ²	0.2	3.4	0.0	0.9	-	0.1	-	4.5
		本/m ²	8	91	92	29	16	275	-	511
		g/m ²	1.5	17.8	7.5	0.7	0.1	2.0	-	29.7

* : ハリイ, オモダカ, ウリカワ

ホタルイに対する効果が判然とせず、200g/m²以上の施用で明確となった(第1表)。福井県では精玄米重への影響が小さい雑草量の上限を7月上旬に90本/m²としており⁶⁾、両年とも200g/m²以上の施用でおおむねそれ以下となった(第1図)。また、コナギに対する抑草効果は土壌によって異なることが報告されており¹³⁾、条件を問わず安定した抑草効果を発揮するためにも、200g/m²以上の施用が望ましいと考えられた。

一方、米ぬかを200g/m²以上施用するとイネの初期生育が明らかに停滞し、300g/m²施用区では枯死する株もあった。しかし、6月下旬からは生育が旺盛となり、茎数は無施用区より多くなった(第2図)。

また、米ぬかの施用で増収することがあるが^{1,2,5)}、本試験においても、2002年は精玄米重の増加が確認され、米ぬかを100g/m²増施するごとに玄米中の窒素量も増加した(第3図)。しかし、2003年は米ぬかの増施で玄米窒素濃度は高まったが、登熟歩合の低温寡照の影響による登熟歩合の低下から精玄米重は同等であるなど年次による違いがあった。米ぬかの窒素濃度を2.0~2.5%とすれば⁴⁾、2002年は米ぬかとして施用した窒素成分のうち約25~30%が精玄米に移行したことになる。土壌表層への施用は脱窒作用を受けるため、窒素肥効は複雑であろうが、品質低下の回避や施肥量調整のため、米ぬかの窒素肥効を明らかにする必要がある。

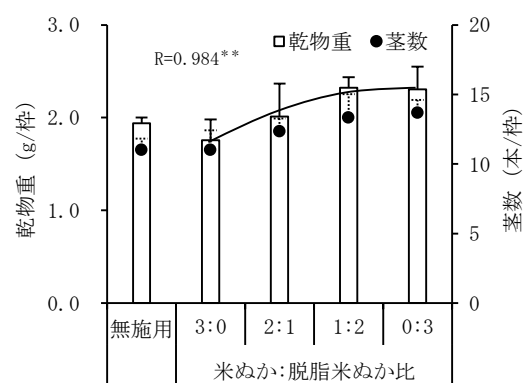
2 脱脂米ぬかの水稻初期生育への影響

米ぬかのみを施用したイネの乾物重は無施用よりもやや低下し、脱脂米ぬかの割合が増えるに伴い茎数および乾物重に緩やかな増加傾向が認められた(第4図)。試験1では米ぬかの施用でイネの初期生育が阻害されたが、脱脂米ぬかは初期生育をやや促進することが示唆された。脱脂前後で米ぬかの全窒素は2.6%から3.3%に増加し、C/N比は18.2から11.4に低下した。そのため、脱脂米ぬかで生育が促進されたのは、油脂分などの害が軽減されたことや米ぬかに含まれる窒素の増加と早期無機化による肥料効果と考えられた。

3 移植時期および米ぬかの施用時期

当該圃場は中粗粒土壌のため、代かきの翌日には田面が落ち着き、移植作業に支障をきたすことはなかった。発生した主な雑草はコナギ、カヤツリグサ、ホタルイ、ヒデリコ、アゼナであった。同一圃場を畔で仕切って区を設けたが、区画によって雑草発生量が異なった(第2表)。また、米ぬかペレット無施用区において精玄米重が処理区より低下したのは、2014年の5月29日移植、6月18日移植のみであり、全体的に雑草量が少ない圃場であった(第5図)。

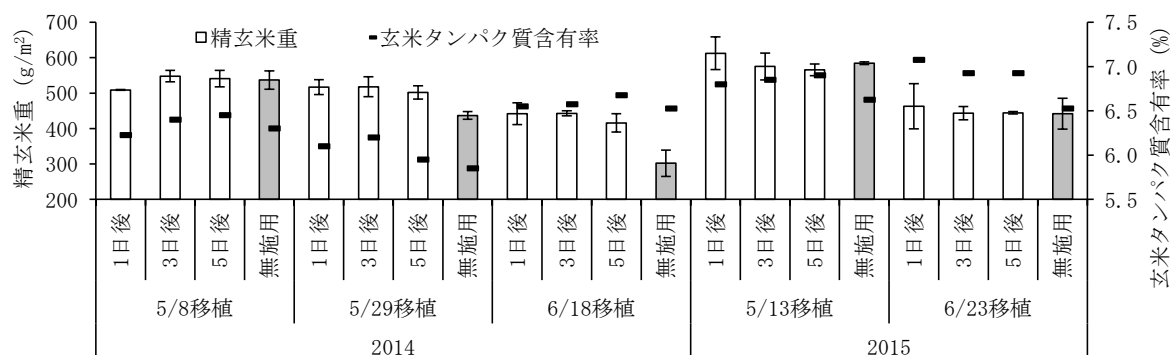
2014年5月8日移植と2015年5月13日移植は無施用区でも雑草量が少ない上に、シヤジクモが優占し田面を覆うほどであったことから、移植時期による抑草効果の検証ができなかった。一方、雑草発生量が多く無施用区の精玄米重が低下した2014年5月29日移植および6月18日移植においては、米ぬかペレットの施用時期が早い程、雑草本数が少なくなる傾向が認められ、代かきから3日以内の施用で福井県の有機栽培における雑草本数の基準である90本/m²以下⁶⁾となった。2015年6月23日移植については、代かき3日後の施用でも90本/m²を超えたが(第6図)、移植時期が遅く地温が高い時期は抑草効果が安定するとされており^{7,16)}、精玄米重が低下していないことから(第5図)、抑草は十分だったと考えられ



第4図 イネの乾物重および茎数 (2016)

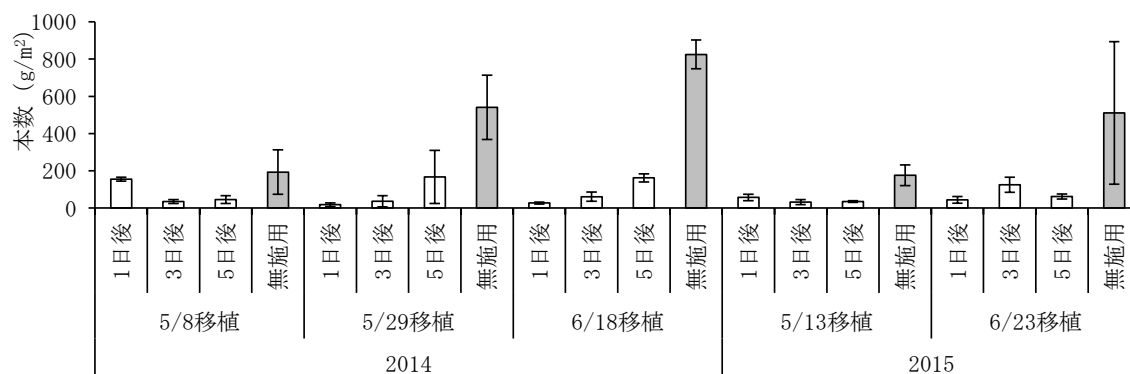
エラーバーは標準偏差を示す

** : 1%水準で有意であることを示す



第5図 イネの移植時期および米ぬかペレットの施用時期と精玄米重、玄米タンパク質含有率との関係

エラーバーは標準偏差を示す



第6図 イネの移植時期および米ぬかペレットの施用時期と雑草の本数，乾物重との関係
エラーバーは標準偏差を示す

た．基準値の 90 本/m²は雑草の総本数であり，種類や大きさを考慮していないため，より詳細な基準値の設定が必要と考えられた．

試験1や他の報告^{10,11)}において米ぬかを 100 g/m²以上施用するとイネの生育が阻害されることが知られている．本試験の米ぬかペレットの施用量は 200g/m²と多量であったが，イネに障害は生じなかった．試験2の結果から脱脂米ぬかは初期生育を阻害しないと考えられることから，供試した米ぬかペレットに脱脂米ぬかが含まれることが要因と考えられた．また，樹脂製容器内の調査において脱脂米ぬかは米ぬかよりも抑草効果が劣ることが報告されている¹⁰⁾．しかし，本試験では精玄米重が低下しない程度に抑草されていることから，脱脂米ぬかの配合割合によって効果が異なるものと考えられた．また，米ぬかペレットとして 4.2 g/m²の窒素を施用したが，玄米タンパク質含有率に一定の傾向は認めなかったのは(第5図)，施肥窒素や残存雑草の影響が要因として考えられた．

IV. 結言

米ぬか除草において安定的に抑草効果を発揮するには，代かき後3日以内に米ぬかを 200g/m²以上施用することが望ましいと考えられた．しかし，福井県内の一般的な米ぬかの施用量は 80～100 g/m²である．米ぬかの散布作業は水田内を歩いて行うため，200g/m²施用は多労を伴う．そのため，散布作業の機械化など労力を軽減する工夫が必要である．

また，イネへの生育阻害の懸念や米ぬかが入手できないことから施用量が不足する事例もある．菜種油粕など米ぬか以外の有機物でも抑草効果があることが知られており⁹⁾，脱脂米ぬかのようにイネへの影響が小さい資材や安価で入手しやすい資材の模索，米ぬかと混用時の抑草効果の検証を今後の課題としたい．

試験の実施にあたって国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センターの内野氏をはじめ有機農業体系研究グループの皆様から多大なる助言をいただきました．記して謝意を表します．

V. 引用文献

- 1) 朝妻英治・前田忠信(2004)．水稻有機栽培における米ぬか施用の除草効果と水稻の生育収量．日作紀聞支報 19. p22-23
- 2) 千葉和夫・吉田貴之・斉藤望・田代卓(2001)．「米ぬか」の除草効果および水稻の生育・収量におよぼす影響．日作東北支部報 44. p27-30
- 3) 福島裕助・内川修(2002)．水稻の減農薬栽培における米ぬか散布による水田雑草の防除．日作九支報 68. p40-42
- 4) 林義三(1953)．肥料の成分表. p50
- 5) 堀内宜彦，前田忠信(2006)．水稻有機栽培における米ぬか施用の除草効果と肥料効果．日作紀 75 別 1. p50-51
- 6) 井上健一(2012)．除草剤を用いない水田雑草制御法．平成 24 年度福井県農業試験場実用化技術．<http://www.agri-net.pref.fukui.jp/shiken/hukyu/data/h24/02.pdf>
- 7) 上岡啓介(2015)．水稻有機栽培における抑草技術．米ぬか除草におけるコナギに対する効果．雑草と作物の制御 10. p16-18
- 8) 三浦重典・内野彰・野副卓人・田澤純子・吉田隆延・水上智道・鄭凡喜・万小春・仲川晃生・中谷敬子・澁谷知子・白石昭彦・今泉友通・青木大輔・松岡宏明(2015)．中央農研研究報告 24. p55-69
- 9) 中山幸則・北野順一・牛木純(2002)．米ぬかの水田雑草に対する除草効果．雑草研究 41 別, 118-119
- 10) 中井謙・鳥塚智(2009)．米ぬか土壌表面処理による水田雑草の抑草効果．雑草研究 54-4, P233-238
- 11) 中井謙・鳥塚智・河村政彦(2015)．米ぬか土壌表面処理後の機械除草が無除草栽培水稻の生育と収量に及ぼす影響．農作業研究 50-1. p1-9

- 12) 日本土壌協会(2012). 有機栽培技術の手引 水稻・大豆等編. p116
- 13) Nozoe, T., Aoki, D., Matsuoka, H., Matsushima, K., Miura, S., Akira, U., X, Wan(2016). Relationship between physical property of soil and growth of *Monochoria vaginalis* under paddy condition of organic farming-analysis using settled soil volume in water of superficial layer. Plant Prod Sci. 19. p238-245
- 14) 小野寺亮介・玉井富士雄・名越時秀・福山正隆(2006). 脱脂米ぬかの表面施用が水田雑草の発生に及ぼす影響. 日作紀 75 別 1. p52-53
- 15) 植物栄養実験法編集委員会(1990). 植物栄養実験法. 博友社. p159-163, 207
- 16) 内野彰・青木大輔・今泉友通・岩上哲史・安達康弘・野副卓人・三浦重典(2012). 新鮮有機物の施用によるコナギ抑草効果に及ぼす各種環境条件の影響. 雑草研究 57 別. p17

Application timing and amount of rice bran that is effective for weed control for organic cultivation of paddy rice.

Kouichi HOSOKAWA, Ken-ichi INOUE, Masashi SAITO, Aiko NISHIURA

Summary

In organic cultivation of paddy rice, if apply more than $200\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ of rice bran within 3 days of rice planting, the effect of weed control was high. On the other hand, if apply more than $200\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ of rice bran, initial growth of paddy rice was inhibited.

Thus, we placed some cylindrical frames in the paddy field to plant the rice, and applied mixtures of rice bran and defatted rice bran at an arbitrary ratio. As a result, the more defatted rice bran ratio is increased, the more initial growth of paddy rice is improved.