

農業試験場による抑草技術の科学的な解明

有機農業による抑草

❖ 有機農業の継続による雑草発生の抑制（1）

（試験方法）

- ・調査ほ場：稲葉氏水稻有機栽培ほ場（黒ボク土）
- ・調査区

有機継続水田	10年以上有機栽培
有機転換水田	有機転換2年目（H22）、3年目（H23）

- ・調査時期

雑草種子数：湛水前4月、雑草発生量：移植から2か月後

（試験結果）

有機栽培の継続によって、ヒエやコナギ等雑草の種子数及び発生量は低下する。

表 1-1 現地有機水田の雑草種子数

水田	調査年 (平成)	雑草種子数(個/m ²)		
		ヒエ	コナギ	ホタルイ
有機継続	22	0	22,700	2,800
	23	0	5,900	1,600
有機転換	22	3,900	139,500	2,200
	23	700	500	900

注1 「ホタルイ」に関してはホタルイ、イヌホタルイを含む

注2 直径7cmの円筒管を用い、深さ15cmの土壌を採取した（1水田につき3地点3反復）。採取土壌を風乾し、乾土150gに30%炭酸カリウム溶液を加えよく攪拌後、浮き上がった雑草種子を回収して顕微鏡で調査した。

表 1-2 現地有機水田の雑草発生量

調査水田	調査年 (平成)	雑草乾物重(g/m ²)						
		ヒエ	カヤツリ	コナギ	ホタルイ	広葉	マツバ	合計
有機継続	22	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	5.9
	23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
有機転換	22	0.0	0.0	6.3	0.1	0.0	0.0	6.5
	23	0.0	0.0	2.3	0.3	0.0	0.0	2.7

平成22年は8/5調査、平成23年は8/9調査

（出典）

栃木県農業試験場 研究成果集第31号（平成24年度） P75～76

❖ 有機農業の継続による雑草発生の抑制（2）

（調査方法）

- ・調査ほ場：稲葉氏水稻有機栽培ほ場（黒ボク土）
- ・調査年

	H21	H22	H23	H24
有機転換後年数	初年目	2年目	3年目	4年目

（調査結果）

有機転換後2年目に雑草の発生は増加したが、その後減少し、3～4年で雑草の発生はほとんど無くなった。

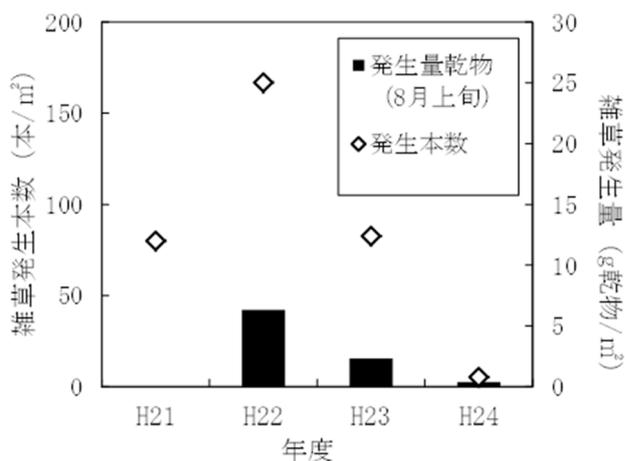


図 1-1 有機転換後の雑草発生量の経過
(H21 の発生量乾物は未調査)

（出典）

栃木県農業試験場 研究成果集第 32 号（平成 25 年度） P21～22

アミミドロ・ウキクサの効果

❖ アミミドロやウキクサの発生による雑草発生抑制（1）

（試験方法）

- ・アミミドロ及びウキクサの発生量と遮光率の関係の評価

	乾物重 g/m ²
アミミドロ ウキクサ	1～50

アミミドロ及びウキクサを上記の範囲で取り分け、10cmに湛水した底部が透明なアクリル水槽(30cm×30cm)に入れた。全体に均一に広げた前後の光量子数をアクリル水槽の底部から測定し、その差により遮光率を求めた。

- ・遮光が1年生雑草の発生量に及ぼす影響の評価

有機転換水田土壌を現地から採取し、1/2000aポットに充填した。遮光はポット上部を遮光資材で覆うことで行った。

遮光資材による 遮光程度%
0 50 85 100

上記遮光程度を設定し、対照として無遮光ポットを設けて1年生雑草の発生量进行评估した。雑草発生量調査は遮光開始時期の約30日後に行った。

（試験結果）

アミミドロが乾物で10g/m²程度存在すると、田面が覆われた状態になる。

アミミドロが10g/m²では、遮光率は70%程度となり（図3-2）、その時の雑草の発生量は、遮光率0%を100とすると、ヒエ類で24～8、コナギで58～13程度に低下する（表3-3）。

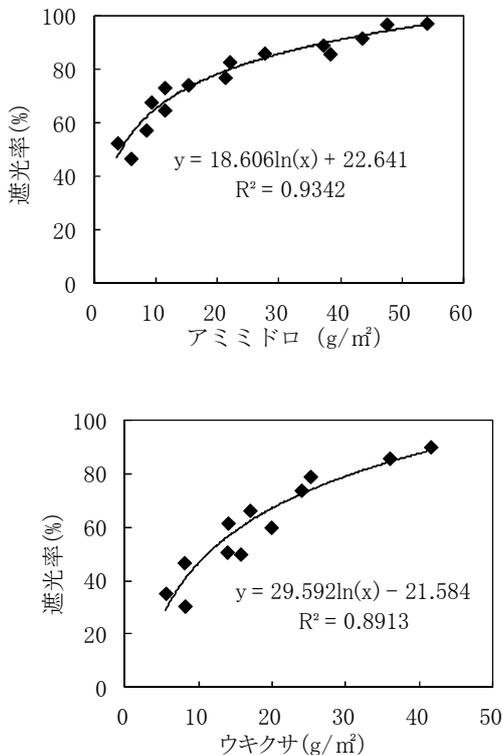


表1-2 藻類の発生量と遮光率の関係

表1-3 遮光率の違いによる1年生雑草の発生量

草種	遮光率(%)			
	0	50	85	100
ヒエ類	100 (67.5) a	24 ab	8 b	0 b
コナギ	100 (96.9) a	58 ab	13 b	0 b
ホタルイ	100 (1.4) a	0 a	10 a	0 a
広葉	100 (5.4) a	106 a	99 a	0 a
マツバイ	100 (17.3) a	53 a	27 a	0 a
合計	100 (188.5) a	47 b	15 c	0 c

注1 数値は遮光率0%区を100とした時の相対値。()内はm²あたりの雑草の乾物重(g)。

注2 同一草種における同一アルファベットはTukey法で5%レベルで有意差がないことを示す。

（出典） 栃木県農業試験場 研究成果集第31号
（平成24年度） P75～76

❖ アミドロやウキクサ発生による雑草発生抑制（2）

（試験方法）

- ・試験実施場所：栃木農試 網室
- ・試験規模：1/2000a ポット（3反復）
- ・土壌：有機転換4年目水田土壌
- ・処理内容

次の処理を行い、アミドロやウキクサの発生量を変化させ、雑草発生との関連を調査した。

グアノ 100kg/10a	田面水 硝酸 10mg/L なし	米ぬかかず大豆ペ レット 50kg/10a
あり	×	あり
なし	×	なし

※グアノ施肥：4月下旬

※硝酸：硝酸カリウム溶液で週1回濃度を調整

※米ぬかかず大豆ペレット施肥：5月下旬

※湛水開始：4月下旬、植代：5月下旬、水稻栽培は行わない。

（結果）

アミドロやウキクサの発生によって、雑草の発生は抑制された。

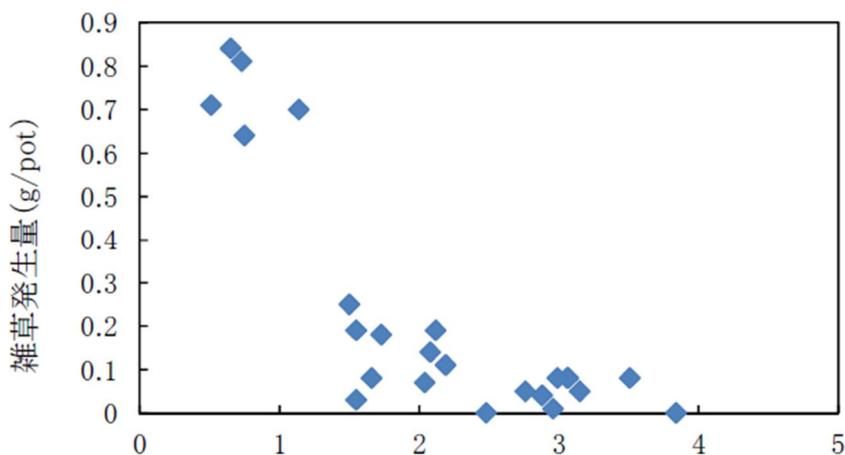


図 1-3 アミドロとウキクサの発生量と雑草発生量の関係

（出典） 栃木県農業試験場 土壌環境研究室成績書 平成 24 年度（非公表）

土壤種による雑草発生の違い

❖ 土壤種の違い：灰色低地土で雑草の種子が多い場合での、深水管理による発生の抑制

(試験方法)

- ・調査ほ場：現地有機栽培ほ場 上三川町（黒ボク土）、真岡市（灰色低地土）
- ・調査区

土壤種	用水	有機転換年数
黒ボク土	地下水	4年目
黒ボク土	河川水	4年目
灰色低地土	河川水	10年目

(調査結果)

コナギやホタルイ等の雑草種子数が、灰色低地土で多い場合（表 3-4）でも、発生量は田植え直後に若干認められたが、その後の深水管理によって、6月下旬にはほとんど抑制された(表 3-5)。

表 1-4 雑草種子量（4月調査）

調査水田	雑草種子量 (個/m ²)		
	ヒエ	コナギ	ホタルイ
黒ボク 有機1(地下水)	0	800	400
黒ボク 有機2(河川水)	800	0	200
灰色 有機	600	238,700	3,900

注 値は各調査水田3反復の平均値

表 1-5 土壤種による雑草発生量に及ぼす影響

調査水田	調査日	一年生雑草										一年生 合計 g/m ²	
		ヒエ		カヤツリ		コナギ		ホタルイ		広葉	マツバイ		
		本数 本/m ²	乾物重 g/m ²	乾物重 g/m ²	乾物重 g/m ²								
黒ボク 有機1 (地下水)	5月24日	0	0.0	0	0.0	5	0.0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6月27日	0	0.0	0	0.0	13	0.1	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	8月1日	0	0.0	0	0.0	5	0.4	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
黒ボク 有機2 (河川水)	5月24日	4	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6月27日	1	0.0	0	0.0	7	0.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	8月1日	0	0.0	0	0.0	16	1.5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
灰色 有機 (河川水)	5月24日	3	0.0	0	0.0	1455	6.7	125	0.8	2.8	0.4	10.8	0.7
	6月27日	0	0.0	0	0.0	177	0.7	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
	8月1日	3	0.0	0	0.0	59	0.9	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9

(出典)

栃木県農業試験場 土壤環境研究室成績書 平成24年度（非公表）

田植え後の米ぬか散布による雑草抑制

❖ 移植時の米ぬか散布による雑草抑制は、移植直後施用が効果的

（試験方法）

- ・実施場所：栃木農試ほ場 黒ボク土
- ・試験区

雑草抑制手法
無処理
完全除草（手取り）
米ぬか 移植1日後散布
米ぬか 移植3日後散布
米ぬか 移植4日後散布

※ 米ぬか散布量：150kg/10a

※ 早植（5/9）及び普通植（6/20）でコシヒカリを栽培した。

※ 移植苗：成苗2本植え、栽植密度：15.2株/m²

（結果）

普通植では、米ぬかの移植後1日での施用で雑草発生は抑制されたが、3日後以降では雑草発生は増加した。なお、早植栽培では、明確な傾向は示されなかった。

表 1-6 普通植における米ぬかの表層施用が雑草の発生に及ぼす影響

調査水田	一年生雑草										一年生 合計 g/m ²
	ヒエ		カヤツリ		コナギ		ホタルイ		広葉	マツバイ	
	本数 本/m ²	乾物重 g/m ²	乾物重 g/m ²	乾物重 g/m ²							
無処理	0	0.0	120	0.0	1648	28.8	280	4.0	3.2	0.0	36.0
完全除草	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
移植後1日後	0	0.0	0	0.0	72	2.0	96	1.2	0.0	0.0	3.2
移植後3日後	0	0.0	40	0.0	488	36.8	128	2.4	0.0	0.0	39.2
移植後5日後	8	0.0	72	0.0	2736	60.8	600	13.6	0.0	0.0	74.4

（出典）

栃木県農業試験場 土壌環境研究室成績書 平成24年度（非公表）

イトミミズの増加

※ 有機栽培で土壌中イトミミズが増加（雑草抑制に効果）

（試験方法）

- ・試験場所：稲葉氏ほ場及び近隣農家の慣行栽培ほ場
- ・水稻品種：コシヒカリ
- ・処理区

調査水田 (略称)	移植までの 湛水期間	移植時期	移植苗 栽植密度	基肥	その他資材	水管理	除草剤 殺虫剤の使用
有機継続 (有機)	早期湛水 30日程度	5月下旬	成苗1本植 (13.64株/m ²)	発酵肥料* グアノ	移植直後に米ぬか くず大豆ペレット散布	7月上旬まで深水 その後中干し	×
有機転換1年目 (転換)	早期湛水 30日程度	5月下旬	成苗1本植 (13.64株/m ²)	発酵肥料* グアノ	移植直後に米ぬか くず大豆ペレット散布	7月上旬まで深水 その後中干し	×
慣行 (慣行)	約10日	5月13日	稚苗約4本植 (17.53株/m ²)	専用一発肥料 鶏糞・ヨウリン	—	6月下旬まで浅水 その後中干し	○

*米ぬか、おから、初殻を発酵させた有機質肥料

（試験結果）

有機農業の継続によって、土壌中のイトミミズ類が増加する。

（それによって、イトミミズ類が土壌表面を攪拌し、雑草の種子を埋没または浮き上がらせ、雑草の発生を抑制する。）

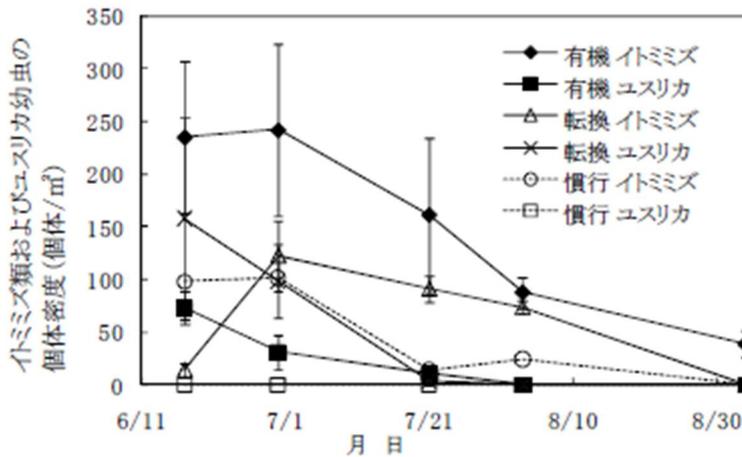


図1-4 水稻の有機栽培が湛水土壌中のイトミミズ類およびユスリカ幼虫の個体密度に及ぼす影響

（出典） 栃木県農業試験場 環境保全研究室成績書 平成21年度（非公表）

深水管理でヒエの発生抑制

❖ 田植え後の深水管理でヒエの発生抑制

（試験方法）

- ・調査場所：稲葉氏有機継続ほ場及び有機転換1年目ほ場
- ・雑草発生調査：移植直前の代かき前、移植3週間後に測定

（結果）

有機継続ほ場では、深水管理によって、ヒエが完全に防除されていた。また、有機転換1年目ほ場では、移植時にヒエの発生が見られたが、その後の深水管理によって、発生量は1割程度に激減した。

表 1-7 移植直前の代かき前及び移植3週間後の雑草発生量

調査水田	調査日*	一年生雑草										一年生 合計 g/m ²
		ヒエ		カヤツリ		コナギ		ホタルイ		広葉	マツバイ	
		本数 本/m ²	風乾重 g/m ²	風乾重 g/m ²	風乾重 g/m ²							
有機継続	5/14	0	0.00	905	0.19	93	0.15	1	0.00	0.08	0.13	0.55
	6/15	0	0.00	104	0.00	123	0.23	4	0.00	0.08	0.00	0.31
有機転換1年目	5/14	108	0.37	0	0.00	99	0.04	16	0.00	0.00	0.19	0.60
	6/15	13	0.00	0	0.00	80	0.05	41	0.12	0.00	0.00	0.17

*5/14－2回目代かき前 6/15－移植後3週間

（出典） 栃木県農業試験場 環境保全研究室成績書 平成21年度（非公表）

有機質肥料の化学性 ～農業試験場の試験結果から～

発酵肥料及びペレット肥料の化学性

❖ 発酵肥料及び米ぬかくず大豆ペレットの化学性

(試験方法)

稲葉氏ほ場で散布されている秋施用の発酵肥料及び米ぬかくず大豆ペレットの化学性を分析した。

(結果)

T-Nは、発酵肥料で乾物3.9%、米ぬかくず大豆ペレットで3.4%であった。

表 2-1 有機栽培で使用する有機質肥料の化学性

有機質肥料	乾物率 (%)	T-N	T-C	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		(%)						
発酵肥料	86.0	3.9	45.4	11.7	4.3	2.3	0.2	1.1
米ぬかくず大豆ペレット	94.2	3.4	50.4	14.9	4.4	2.3	0.2	1.6

注1 成分の値はすべて対乾物

(出典)

栃木県農業試験場 環境保全研究室成績書 平成 23-年度 (非公表)

米ぬかの分解

❖ 米ぬかの T-N 2.5%、春施用で 1 か月後に 2 割程度分解

(試験方法)

米ぬかの分解率測定

- ・米ぬかと有機水田土壌を不織布に入れ混合
- ・11月、1月及び3月に水田ほ場に埋設
- ・4月18日に不織布を採取

(試験結果)

米ぬかの成分は、T-Nで乾物2.5%、CN比20.1であった。

米ぬかをほ場に埋め込み、代かき時の4月中旬に取り出したところ、窒素の分解率は、秋施用（5か月後）で58%、春施用（1か月後）で24%であった。米ぬかの窒素供給は比較的速効性である。

水稻有機栽培実践マニュアル（科学的解明のための試験研究結果編）

表 2-2 米ぬかの化学性

有機質肥料	乾物率 (%)	T-N	T-C	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		(%)						
米ぬか	90.0	2.5	50.5	20.1	4.2	2.1	0.1	1.2

注1 成分の値はすべて対乾物

表 2-3 秋～春に施用した米ぬかの4月中旬での分解率

元素	埋設日		
	2010/11/12	2011/1/10	2011/3/10
炭素分解率(%)	66.7 ± 1.1	51.6 ± 1.1	40.0 ± 0.6
窒素分解率(%)	58.4 ± 2.0	37.9 ± 1.5	23.5 ± 0.9

注1 米ぬかを乾物で10g、4mmでふるった有機水田土壌生土を乾物換算で30g不織布に入れ混合した。設定日に有機継続水田内作土8cm深に埋設し、4/18に不織布を採取した。対照として、発酵肥料を混合しない土壌のみの試料も同様に処理した。埋設前と後の炭素および窒素含量を分析し、その分解率を調査した。

注2 米ぬかを混合した試料は5反復、土壌のみの試料は3反復で行った。

(出典)

栃木県農業試験場 環境保全研究室成績書 平成23年度（非公表）

土壤無機態窒素の推移

❖ 米ぬか春施用で土壤からの無機化窒素が増加

(試験方法)

- 試験土壌：米ぬかを散布した水田から土壌を採取

米ぬか 秋施用
米ぬか 春施用
化学肥料
無施用

- 土壤からの無機化窒素の測定

採取土壌を4mmの篩でふるった後、生土の状態ですべて30℃にて培養した。2～10週まで一定期間培養し、無機化する窒素量を経時的に調査。

(試験結果)

米ぬかの春施用で、秋施用や化学肥料と比較して、土壤から無機化する窒素量は大幅に増加した。

水稻有機栽培実践マニュアル（科学的説明のための試験研究結果編）

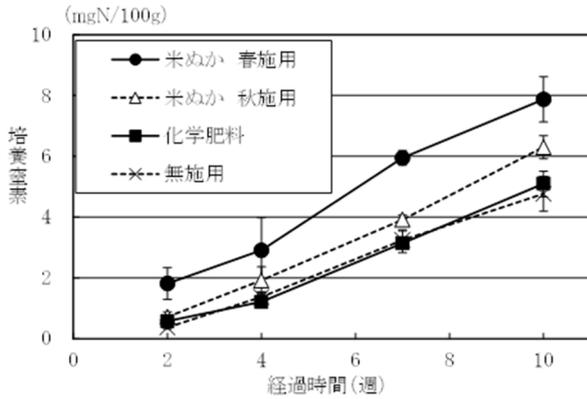


図 2-1 湛水前土壌（生土）の 30℃培養無機化窒素の経時変化

(出典) 栃木県農業試験場 研究成果集第 31 号（平成 24 年度） P31～32

❖ 有機栽培では、田植え後の土壌中無機態窒素が増加

(試験方法)

・調査ほ場

有機継続水田	10 年以上有機栽培
有機転換水田	有機転換 2 年目 (H22)、3 年目 (H23)
慣行栽培	近隣農家の慣行水田

・土壌中アンモニア態窒素測定

水田土壌を経時的採取し、アンモニア態窒素を測定

(結果)

慣行栽培では、施肥後土壌中アンモニア態窒素は減少していくが、有機栽培ほ場では、5 月下旬の田植えから 1 か月後ぐらいにかけて、土壌中アンモニア態窒素が増加する。

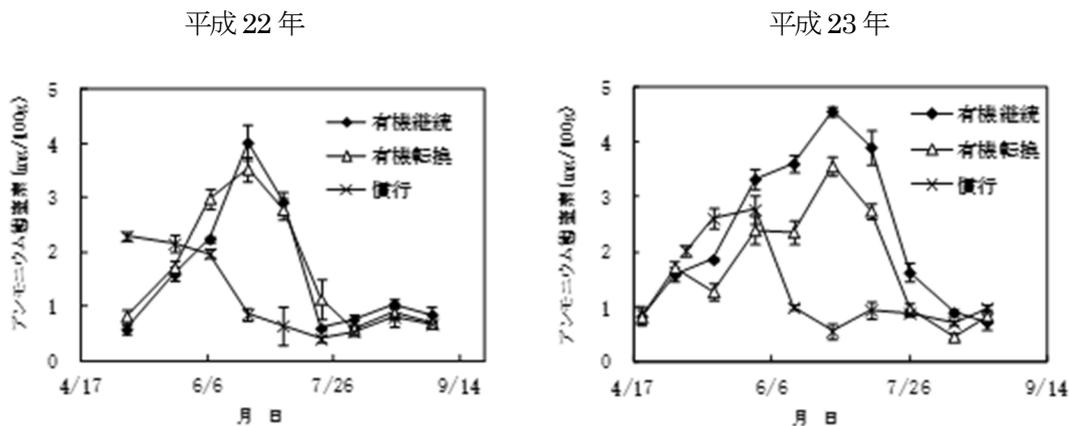


図 2-2 現地調査水田の湛水土壌中アンモニア態窒素濃度の経時変化

(出典) 栃木県農業試験場 研究成果集第 31 号（平成 24 年度） P73～74

❖ 発酵肥料の秋施用及び移植前の長期湛水で、土壤無機態窒素が増加

(試験方法)

- ・試験規模：1/2000a ポット、有機栽培継続水田土壌を充填
- ・処理区

発酵肥料の秋施用(200g/m ²)		移植前湛水期間
あり	×	5 日
なし		40 日

(結果)

発酵肥料の秋施用及び移植前 40 日間の長期湛水で、土壤溶液中のアンモニア態窒素は増加する。

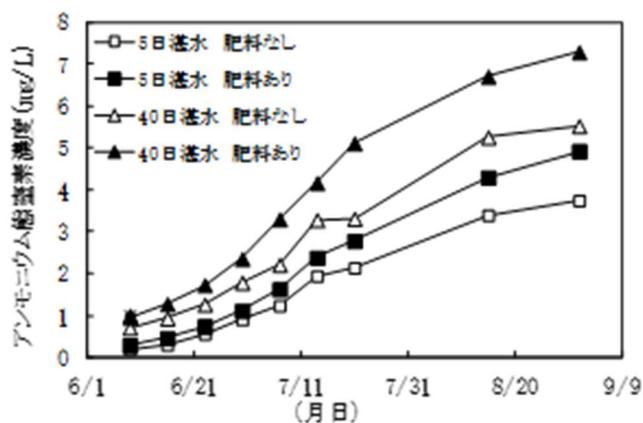


図 2-3 移植前湛水期間及び発酵肥料の秋施用が土壤溶液中アンモニア態窒素濃度に及ぼす影響

(出典)

栃木県農業試験場 研究成果集第 31 号（平成 24 年度） P73～74

水稲の土壌診断基準値（栃木県農作物施肥基準）

水稲の土壌診断基準値

水稲栽培前に土壌診断を実施し、次の基準値になるように施肥量を調節する。

pH	可給態りん酸 (mg/100g)
6.0～6.5	10～15

(mg/100g)

交換性塩基	CEC (me)					
	15	20	25	30	35	40
石灰 CaO	200-250	260-330	320-420	380-500	450-580	520-660
苦土 MgO	40-50	40-60	50-70	60-80	80-100	90-120
カリ K ₂ O	30-40	30-40	40-50	40-60	50-70	60-80

可給態けい酸

土壌の種類	基準値 mg/100g
多湿黒ボク土	50 以上
灰色低地土	30 以上

有機水稻の収量と経営指標

有機水稻での収量

有機栽培での収量は、慣行栽培同等に

（調査方法）

- ・調査場所：稲葉氏有機栽培転換ほ場、近隣の慣行ほ場
- ・土壌：黒ボク土水田
- ・有機栽培転換年次

H21	H22	H23	H24
有機転換初年目	2年目	3年目	4年目

- ・調査水田の栽培概要

調査水田	移植までの 浸水期間	移植時期	移植苗 数/密度	基肥	その他資材	水管理			除草剤 殺虫剤の使用
NPO法人 民間稲作研究所 有機栽培水田	早期浸水 30日以上	5月末～ 6月上旬	成苗1～2本植 (18株/㎡程度)	発酵肥料* ジアノ	未ぬかくず 大豆ペレット (移植直後)	7月上旬まで 深水(10cm以上)	7月中旬 中干し	8月末まで 掛け流し	無
慣行水田	7日程度	6月上旬	稚苗約4本植 (18株/㎡程度)	専用一発肥料 塔成りん肥等	-	6月中旬まで 浅水	6月下旬～	間断灌水	有

*未ぬか、おから、穀殻を発酵させた有機質肥料

（結果）

稲葉氏有機栽培ほ場では、有機転換初年目から近隣慣行栽培と同等の収量が得られていた。

有機栽培での茎数の推移は、慣行栽培と異なり、慣行では、6月下旬頃最高分けつ期を迎え、その後茎数は低下するが、有機栽培では、茎数の増加はかなり少なく移行し、7月中旬頃までわずかながら増加し続ける。また、その後の茎数の減少もほとんど無い。その結果、有機栽培では、慣行栽培に比べて**穂数は少ない**が、一方で、**1穂粒数が多い**ため、**総粒数は慣行栽培と同様**になり、収量も慣行並みとなる。

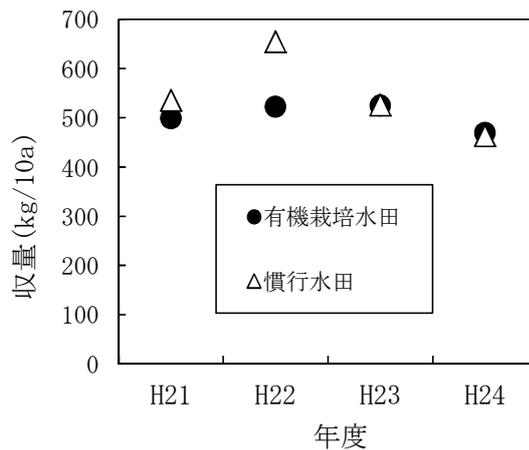


図 3-1 調査水田における年度毎の水稻収量

水稻有機栽培実践マニュアル（科学的説明のための試験研究結果編）

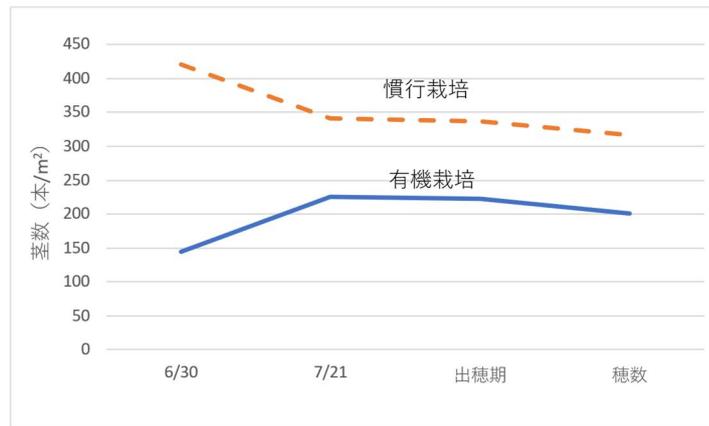


図 3-2 有機栽培及び慣行栽培の茎数の推移

※ 平成 21(2009)年実施調査（田植え）有機栽培：5月下旬 慣行栽培：5月中旬
出穂期：8/3 収穫：9/14

表 3-1 水稻の収量及び収量構成要素（H21）

調査水田	精玄米重*	穂数	1穂粒数	総粒数	登熟歩合	玄米*	倒伏程度	玄米窒素*
	kg/10a	本/m ²	粒/穂	×100粒/m ²	%	g		%
有機継続	535 ± 12	201 ± 6	147 ± 1	296 ± 8	82.5 ± 0.8	21.7 ± 0.2	2.4 ± 0.2	1.39 ± 0.02
有機転換1年目	499 ± 7	210 ± 5	141 ± 3	296 ± 12	76.3 ± 1.8	21.9 ± 0.1	3.1 ± 0.3	1.43 ± 0.04
慣行	535 ± 18	317 ± 6	92 ± 3	293 ± 9	83.1 ± 0.8	21.7 ± 0.1	4.1 ± 0.1	1.39 ± 0.02

*玄米は粒厚1.8mm以上で水分14.5%に換算

(出典)

栃木県農業試験場 研究成果集第 32 号（平成 25 年度） P21～22

栃木県農業試験場 環境保全研究室成績書 平成 21 年度（非公表）

有機農業水稻の経営指標

有機農業水稻及び麦跡水稻の経営指標

（試験方法）

- ・調査対象：県内水稻有機栽培の生産者
- ・調査方法：聞き取り、記帳
- ・調査のとりまとめ方法：①発酵肥料を購入した場合、②原料を購入し自家で発酵肥料を生産した場合、③自家の原料を利用し自家で発酵肥料を生産した場合の3パターン

（結果）

県内水稻有機栽培での10a当たりの収支を慣行栽培と比較すると、発酵肥料自家製造の場合の作業時間は42.9時間であり18.3時間多かったが、農業所得は117千円であり慣行栽培の58千円に比べて2倍程度多かった。

その原因は、販売の平均単価が高く、また物財費が低いことにあった。

表 3-1 水稻有機栽培と慣行栽培の10a当たりの収支比較

	単位	水 稻						慣行栽培
		有機栽培			麦跡作付け			
		発酵肥料購入	発酵肥料原料購入	発酵肥料自家製造	発酵肥料購入	発酵肥料原料購入	発酵肥料自家製	
粗収益	円	162,000	162,000	162,000	151,200	151,200	151,200	118,190
販売量	kg	450	450	450	420	420	420	530
平均単価	円	360	360	360	360	360	360	223
物財費合計	円	56,892	57,342	44,592	47,892	45,642	41,840	59,917
農業所得	円	105,108	104,658	117,408	103,308	105,558	109,360	58,273
時間当たり所得	円/時間	2,702	2,440	2,737	3,066	3,042	3,152	2,369
所得率	%	64.9	64.6	72.5	68.3	69.8	72.3	49.3
労働時間	時間	38.9	42.9	42.9	33.7	34.7	34.7	24.6

注. 1 有機栽培についてはNPO法民間稲作研究所監修のもと試算
 2 慣行栽培については農業経営診断指標「水稻3ha」・栃木県農政部経営技術課より
 3 有機栽培の販売単価については実質価格で試算
 4 ①発酵肥料・抑草資材購入 ②発酵肥料・抑草資材原料購入 ③発酵肥料・抑草資材自家製造

（出典）

栃木県農業試験場 研究成果集第31号（平成24年度） P1～2