

## 米麦二毛作体系における麦わらの処理方法が 水田雑草の発存量と水稻の生育に及ぼす影響

秀島好知<sup>1)</sup>・有馬進<sup>2)</sup>・鈴木章弘<sup>2)</sup>・牧山繁生<sup>3)</sup>・森敬亮<sup>4)</sup>・浅川将暁<sup>1)</sup>・広田雄二<sup>1)</sup>・大塚紀夫<sup>1)</sup>・稲田稔<sup>3)</sup>

(<sup>1)</sup> 佐賀県農業試験研究センター, (<sup>2)</sup> 佐賀大学農学部, (<sup>3)</sup> 佐賀県農業技術防除センター, (<sup>4)</sup> 佐賀県生産振興部農産課)

**要旨**：本研究では、北部九州における今後の麦わら適正処理技術を確立するために、麦わらのすき込み処理と焼却処理の違いが雑草の発消長および水稻生育に及ぼす影響について、現地圃場試験で検討するとともに、ポットによる追試験を行った。まず現地圃場において、麦わらの焼却とすき込みの処理の違いが水田雑草の発生と水稻生育に及ぼす影響を調査したところ、雑草発生の抑制効果は焼却に比べてすき込みの方が高かった。また、水稻の生育はすき込みで分げつが抑制されるものの、出穂後の登熟が向上し、増収する傾向がみられた。また、麦わらの雑草抑制効果についてポットで追試験を行ったところ、オオムギ、コムギいずれの麦わらをすき込んだ場合にも、各種の水田雑草に対して強い発生抑制が認められた。雑草発生抑制効果は、経時的に低下するものの、水稻収穫時期の秋頃から麦作の出穂期の翌年春頃まで観察された。さらに、麦わら処理量の影響を検討した結果、実際に想定されるわら生産量に相当する 20~40 kg/a を処理した場合は、雑草抑制効果が認められたが、その 1/10 程度の少量処理ではむしろ雑草の生育を助長する可能性が示唆された。以上の結果から、麦わらの処理は焼却よりもすき込みが適しており、麦わら生産全量をすき込むのが望ましいと考えられた。

**キーワード**：雑草、焼却、水田、すき込み、麦わら。

北部九州の米麦二毛作地帯においては、麦収穫直後に水稻移植を行うことから、多くの米麦農家の圃場では、耕うん、代かきの作業効率を高めるためや、「麦わらを焼かないと雑草が減らない」、「すき込みは水稻へ悪影響がある」などの理由から、麦わら（本報告では麦稈に穂軸や葉身、葉鞘の一部分を含んだ残渣物全体を麦わらと称す）が一斉に焼却されている。そのため、麦収穫後は、麦わらを焼く煙が交通や住民の生活に支障を来すほどの「煙害」として問題になっている。佐賀県の麦わら焼却データ（佐賀県生産振興部農産課 2015）によれば、焼却率は年々減少傾向にあるものの、2011 年産以降でも麦わら発存量の約 13%~17% が焼却されており、県内の自治体や農協では麦わらのすき込みを推奨しているところである。麦わらのすき込みの効果については、金ら（1980）、金・曾我（1981）や大塚ら（1982）による水稻の生育への影響や、松尾ら（1987）による雑草発生に及ぼす影響などの報告事例はあるが、佐賀県のような水稻、麦類、大豆の 2 年 3 作体系でのこれらの効果については明確でないことから、生産者からは焼却を是認する意見が根強い。

近藤ら（1980）や栃木ら（1980）は、麦わらをすき込んだ場合に、水稻の生育初期に生育抑制が生じることを指摘している。この生育抑制については、Tanaka and Nishida（1996）が、土壌代謝産物による根の窒素吸収阻害と密接に関係していることを示唆しているものの、麦わらを焼却した場合との比較検討はなされていない。また、麦わらのすき込みが後作の水田雑草の発生に及ぼす影響については、松尾ら（1987）は、すき込みによって広葉雑草が増加

することを報告している。また、宮内（1979）は移植後に麦わらを施用した場合には雑草の発生が抑制されることを報告している。しかし、麦わらをすき込んだ場合と焼却した場合の違いが、雑草発消長に及ぼす影響について解析した報告はない。

以上のことから本研究では、北部九州における今後の麦わら適正処理技術を確立するために、麦わらのすき込み処理と焼却処理の違いが雑草の発生と水稻の生育に及ぼす影響について、現地圃場で実証を行い、併せて、雑草の発生に及ぼす影響についてはポットを用いた追試験を行った。

### 材料と方法

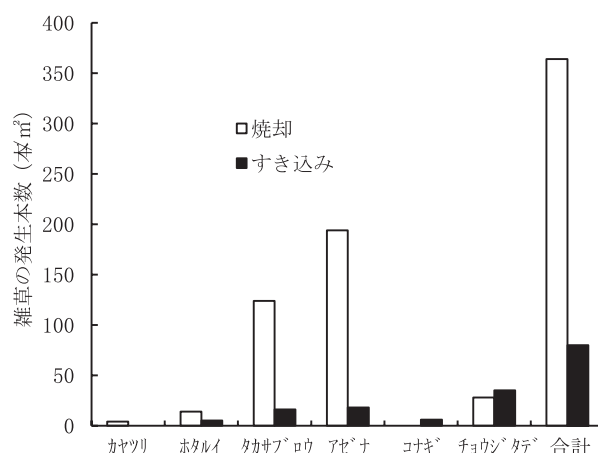
#### 試験 1：現地圃場でのコムギわらの焼却およびすき込みが 水田の雑草発生と水稻の生育収量に及ぼす影響

佐賀市内の 60 a の農家水田において試験を実施した。2011 年 5 月 30 日にコンバインでコムギ（品種「シロガネコムギ」）を収穫し、ワラカッターの設定値 15 cm で切断、排出された乾燥麦わら列（ウインドロウ）状態（平均排出わら幅 102 cm）を作った。6 月 9 日に圃場の 2 分の 1 を焼却処理とし、残りの 2 分の 1 をすき込み区としてロータリ耕ですき込んだ。このとき、圃場の一部から麦わらを回収し、全体の麦わら量を推定したところ 72 kg/a であった。その後の圃場管理は、6 月 14 日に耕起、6 月 15 日に入水、荒代、6 月 17 日に代かきを行い、6 月 19 日に水稻中生うるち品種「さがびより」を 1 株 4 本植えて稚苗機械移植した。除草剤は、6 月 22 日にイマズスルフロン、ピラクロニル、プロモブチド粒剤を背負式動力散布機で圃場全面に

処理した。雑草調査は、7月22日に50 cm×50 cm 枠で両区とも3地点ずつ調査した。また、土壌の酸化還元電位を測定するために、それぞれの区に白金電極7本ずつを地下5 cmに埋設し、Ehメーターで7月7日から1週間おきに計5回の土壌の酸化還元電位を測定した。土壌の化学性の変化については、6月9日の麦わら処理前および水稻収穫後の11月3日に土壌を採取し、水抽出ガラス電極法でpHとEC、NCアナライザー（住化分析センター社製）で腐植含量、ケルダール法で全窒素とCEC、ICP分光分析装置（サーモフィッシャーサイエンティフィック社製）でCa、Mg、K含有率を測定した。水稻の生育調査として、焼却区、すき込み区のそれぞれに調査区を3地点ずつ設け、1地点あたり10株ずつ調査した。分げつ最盛期（7月22日）と幼穂形成期（8月10日）に草丈、茎数、葉色（最上位完全展開葉の直下位葉のコンカミノルタ製SPAD-502PLUSでの測定値）を測定し、同日に両区から調査株以外の株を3株ずつ抜き取り、地上部乾物重を測定した。なお、分げつ最盛期（7月22日）の葉色については、調査株以外の20株を各試験区から無作為に抽出し、最上位完全展開葉の直下位葉を測定した平均値を試験区の値とした。さらに、出穂期以降に稈長、穂長、穂数の調査を行った。水稻の収量および品質については、各区3地点から80株を坪刈りして調査した。玄米のタンパク質含有率については、FOSS社製の近赤外分析機Infratec1241を用いて測定した。

## 試験2：オオムギ（*H. vulgare* f. *distichon*）ならびにコムギ（*Triticum aestivum*）のわらの処理方法の違いが後作以降の雑草発生に及ぼす影響

試験は陶器製の1/2000 aワグネルポットで行なった。佐賀県農業試験研究センター（佐賀市川副町；以下、佐賀農セ）で栽培し、2013年5月27日に坪刈りしたオオムギ（品種「サチホゴールド」）と6月3日に坪刈りしたコムギ（品種「シロガネコムギ」）の試料を屋外網室で風乾させ、脱穀したものを麦わらとして供試した。2013年6月25日に試験区を設置した。試験区の構成は、オオムギとコムギわらをそれぞれすき込んだ区および焼却した区と、わら無施用区の5水準を設け、1ポットを1反復として、4反復とした。ポットに風乾した佐賀農セの土壌（細粒灰色低地土）を7 kgずつ詰め、5 cm程度に切断したオオムギとコムギのわらを土壌表面に散布した。麦わらの散布量は佐賀県が麦わら処理現地実態調査に用いている40 kg/a相当量とした。すき込み区はわらを深さ10 cm程度までの土壌と混ぜ、焼却区はわらをガストーチバーナーで焼き残しが残らないよう完全に焼き、その灰を深さ10 cm程度までの土壌と混和した。土壌混和後は、全区とも水道水を満たし、スコップで代かきをして湛水管理を行った。ポットの設置場所は、佐賀農セの雨除けハウス（鉄製パイプに塩化ビニル樹脂フィルムを貼った、長さ20 m、幅8 m、高さ4.5 m）内で、両サイド（片側約17 m×0.6 m）を常時開放した状態で



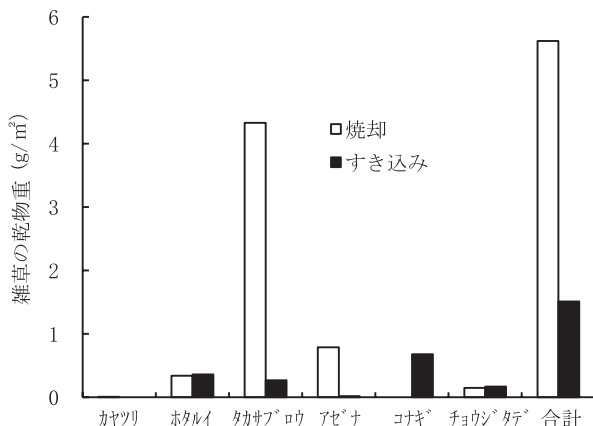
第1図 麦わらの処理方法の違いが水田雑草の発生本数に及ぼす影響（試験1）。

合計の処理間にはt検定でP<0.01の有意差あり。

管理した。夏期調査として、処理後34日目（7月29日）に雑草の発生草種、発生本数、地上部乾物重を調査した。また、米麦二毛作における麦わら処理の経時的な影響を確認するために、調査を継続した。ただし、陶器製ポットではアオミドロ等の藻類の発生が多くなったことから、夏期調査終了後にプラスチック製の方形ポット（31×20.5×11 cm）に深さ9 cmになるまで陶器製ポットの上面から土壌を採取して詰め直し、代かきした後に再び常時湛水管理した。その後、秋期調査として、処理後99日目（2013年10月2日）に雑草発生状況を調査し、以降は落水状態で管理した。さらに、11月15日にポット内土壌全体を耕起して畑状態で管理し、春期調査として、処理後267日目（2014年3月19日）に夏期調査と同様の調査を行なった。なお、畑状態の期間は、土壌の過乾燥を防ぐためにハンドスプレーで水道水を適宜霧吹きした。施肥条件については、実験期間中を通じて、全区とも無施肥とした。

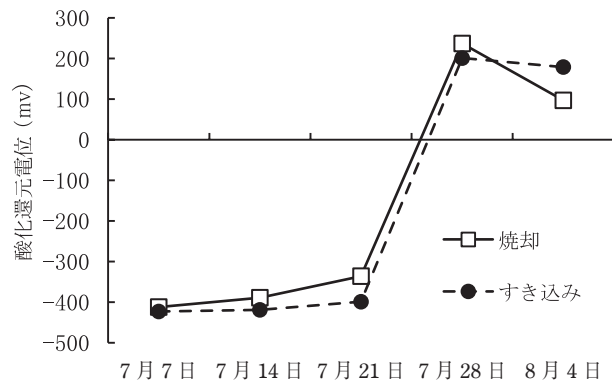
## 試験3：コムギわらのすき込み量が雑草発生に及ぼす影響

試験は佐賀農セで実施した。2013年8月12日にプラスチック製の方形ポット（31×20.5×11 cm）に佐賀農セの風乾した水田土壌を3 kgずつ充填後、試験2と同様のコムギわらを5 cm程度にハサミで切断し、施用量を変えて添加した。試験区の構成は、無施用、2 kg/a相当量（以下同じ）、4 kg/a、20 kg/a、40 kg/aの5水準とし、1ポットを1反復として4反復とした。佐賀県では、コムギわらの面積当たりの発生量は、収量水準とほぼ同じ40 kg/aと考えられていることから、この値を基準とし、不作年を想定した半量（20 kg/a）の区と焼却できずに残る麦わらとして4 kg/a区と2 kg/a区を設定した。麦わらを土壌全体に混和した後、水道水を満たし、スコップで代かきした。その後、水深2 cm程度の湛水管理を行い、ポットを試験2と同じ佐賀農セの雨除けハウス内で管理した。全区とも無施肥とした。ポット設置から34日後（2013年9月13日）に雑草



第2図 麦わらの処理方法の違いが水田雑草の乾物重に及ぼす影響 (試験1).

合計の処理間にはt検定で  $P < 0.05$  の有意差あり.



第3図 麦わら処理に伴う水田土壌の酸化還元電位の推移 (試験1).  
数値は白金電極7本の測定平均値.

第1表 麦わら処理に伴う土壌化学性の変化 (試験1).

処理	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (mS/cm)	腐植 (%)	全窒素 (%)	CEC (me)	交換性塩基 (me/100 g)		
						Ca	Mg	K
処理前	6.2	0.10	4.0	0.20	35.8	8.9	0.6	0.8
焼却	6.5	0.05	3.5	0.21	32.4	20.9	3.4	0.7
すき込み	6.3	0.06	3.7	0.22	30.9	20.3	3.1	0.8

試料は各試験区内の5地点から採取した土壌の混和物を用いた.

第2表 コムギわらの処理の違いが移植水稻の生育に及ぼす影響 (試験1).

処理	草丈 (cm)		茎数 (/m²)		葉色 (SPAD)		乾物重 (g/m²)		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (/m²)	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	倒伏 程度
	7/22	8/10	7/22	8/10	7/22	8/10	7/22	8/10						
焼却	49.2	71.2	640	581	45.5	37.8	147	613	73.4	18.5	374	9/1	10/9	0.0
すき込み	44.1	68.4	538	508	42.8	38.0	133	460	72.0	18.1	332	9/1	10/8	0.0
差	**	NS	*	*	(※)	NS	NS	*	NS	NS	*	-	-	NS

\*\*, \* は1%および5%水準で有意であることを示し, NSは有意差がないことを示す (t検定).

※ 7/22の葉色は反復なし.

の発生草種, 発生本数, 乾物重を調査した.

### 統計解析

試験によって得られたデータは, 統計ソフト R ver.2.13.2を用いて解析した.

### 結 果

#### 試験1: 現地圃場でのコムギわらの焼却およびすき込みが水田の雑草発生と水稻の生育収量に及ぼす影響

水田雑草の発生本数は, 焼却区でタカサブロウやアゼナが多くなり, 雑草の総本数はすき込み区の3倍以上であった (第1図). また, 雑草の乾物重では, 特に焼却区でタカサブロウが大型化し, 本数同様にすき込み区の3倍以上であった (第2図).

水稻生育期間中の酸化還元電位の推移を第3図に示す. 焼却区に比べてすき込み区の値は, 移植約1ヶ月後 (7月

21日) ではやや低く, 8月21日では逆に高い傾向を示したものの, 全体的に麦わら処理の違いによる酸化還元電位の差は認められなかった. また, 水稻作付後の土壌化学性の変化を両区で比較してみると, 焼却区では pH がやや高く, 腐植含量はやや低くなる傾向がみられたが, その他の化学成分には差がなかった (第1表).

水稻の生育と収量, 品質を第2表と第3表に示した. すき込み区は焼却区に比べて, 草丈は低く, 茎数は少なく推移し, 稈長や穂長はほぼ同じ, 穂数は少なかったが, 出穂, 成熟期は同程度であった (第2表). 倒伏はいずれの区もなかった. 精玄米重は, 焼却区とすき込み区で同程度であった (第3表). すき込み区は焼却区と比較すると, 玄米千粒重や1穂粒数がほぼ同じで, m²当たり粒数が少なく, 登熟歩合が高かった. 玄米タンパク含有率や検査等級は同じであったが, すき込み区では粒厚2.1 mm以上の玄米割合が高かった (第3表).

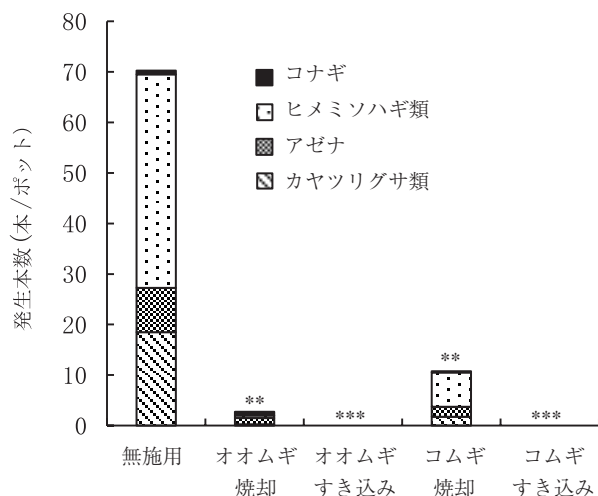


第3表 コムギわらの処理の違いが水稻の収量・品質・収量構成要素に及ぼす影響（試験1）.

処理	精玄米重 (kg/10a)	タンパク (%)	検査 等級	粒厚分布 (%)						玄米 千粒重	1穂 粒数	籾数/m <sup>2</sup> (×100)	登熟歩合 (%)
				2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7				
焼却	483	6.0	3.0	1.9	17.8	46.3	22.7	7.1	2.2	23.0	69.1	259	76.5
すき込み	510	6.0	3.0	2.4	20.4	44.4	21.9	6.4	2.2	23.2	66.2	220	90.5
差	NS	NS	NS	-	-	-	-	-	-	NS	NS	**	*

\*\*, \* は1%および5%水準で有意であることを示し, NSは有意差がないことを示す(t検定).

精玄米重, タンパク, 玄米千粒重は水分14.5%, 篩目1.8mm上の値.



第4図 夏期（処理34日後）における麦わら処理方法の違いによる雑草の発生本数（試験2）.

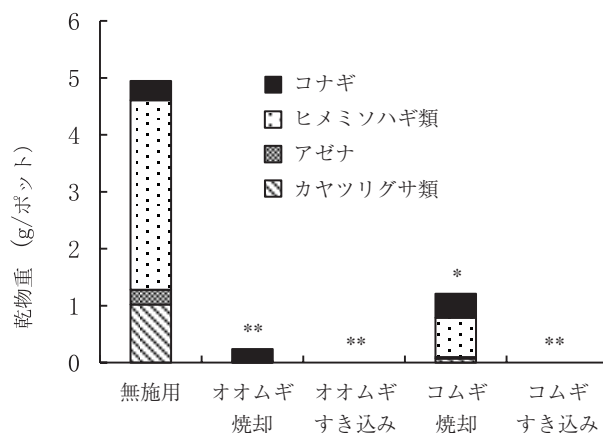
図中の記号は, Dunnett 法による無施用区との有意差を示す.

\*\*\*;  $P < 0.001$ , \*\*;  $P < 0.01$ .

### 試験2: 麦わらの処理方法の違いが雑草発生に及ぼす影響

夏期調査（処理後34日目）におけるポットあたりの雑草の発生本数は, 無施用区で70本程度あったのに対し, コムギ焼却区では11本程度, オオムギ焼却区では3本程度と, それぞれ7分の1, 20分の1まで有意に抑制され, すき込み区ではコムギ, オオムギいずれの区においても発生は全くみられなかった（第4図）. また, ポットあたりの雑草の乾物重についても, 発生本数と同様の傾向であった（第5図）. 雑草の発生草種は, コナギ, ヒメミソハギ類, アゼナ, カヤツリグサ類であった.

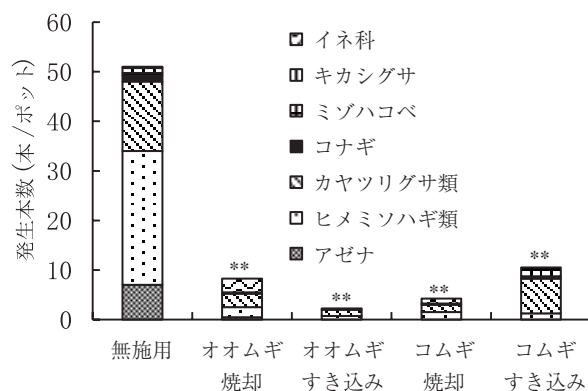
秋期調査（処理後99日目）においては, ポットあたりの雑草の発生本数は, 夏期調査で発生がみられなかったすき込み区にも雑草発生が認められ, 無施用区の50本程度に対し, オオムギ焼却区は8本程度, オオムギすき込み区は2本程度, コムギ焼却区は4本程度, コムギすき込み区は11本程度となり, 各試験区とも無施用区と比較して Dunnett 法で1%水準の有意な差がみられた（第6図）. また, 無施用区を除いた各試験区間について, Tukey 法で検定した結果, 試験区間には差がみられなかった（データ略）. ポットあたりの雑草の乾物重についても, 発生本数と同様の傾向であり, 無施用区に比べてすべての試験区で有意な抑制



第5図 夏期（処理34日後）における麦わら処理方法の違いによる雑草の乾物重（試験2）.

図中の記号は, Dunnett 法による無施用区との有意差を示す.

\*\*\*;  $P < 0.01$ , \*;  $P < 0.05$ .

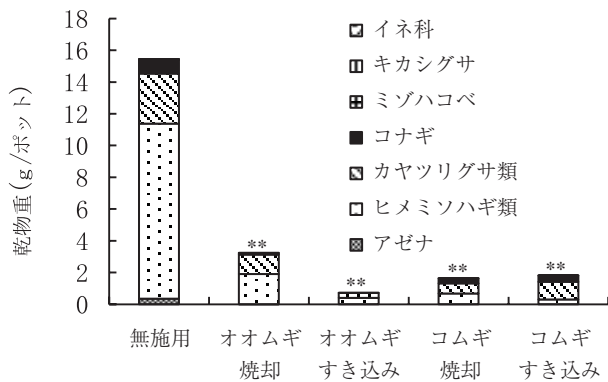


第6図 秋期（処理99日後）における麦わら処理方法の違いによる雑草の発生本数（試験2）.

図中の記号は, Dunnett 法による無施用区との有意差を示す.

\*\*\*;  $P < 0.01$ .

がみられたものの（第7図）, 無施用区を除く各試験区には有意差は認められなかった（データ略）. 雑草の種類としては, 夏期調査（7月29日）の草種に加えて, キカシグサやミゾハコベなどの水田一年生雑草の発生が確認された他, 無施用区やオオムギ焼却区, コムギ焼却区においてイネ科雑草が発生した. 無施用区を除いた試験区の発生本数ならびに乾物重について, 分散分析を行ったところ, 麦



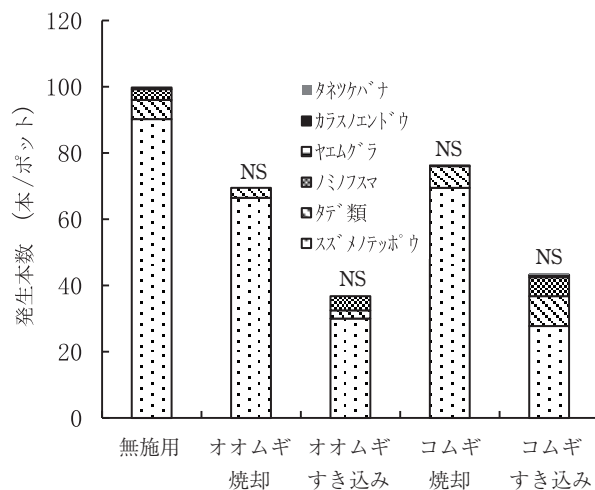
第7図 秋期（処理99日後）における麦わら処理方法の違いによる雑草の乾物重（試験2）。

図中の記号は、Dunnnett法による無施用区との有意差を示す。

\*\*：P<0.01。

種間、処理間はいずれも有意ではなかったが（第4表、第5表）、麦種毎に焼却処理とすき込み処理をt検定で比較すると、オオムギの雑草発生本数には5%水準で差がみられた（データ略）。

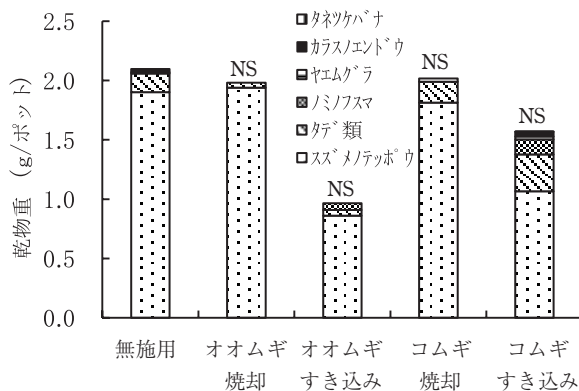
春期調査（処理後267日目）結果について、雑草の発生本数を第8図に示した。無施用区に比べて、コムギ焼却区、オオムギ焼却区、コムギすき込み区、オオムギすき込み区の順に少なかったが、無施用区と各試験区に有意な差は認められなかった。雑草の草種としては、大部分がスズメノテッポウであったが、その他にタデ類やノミノフスマ、ヤエムグラ、カラスノエンドウ、タネツケバナがみられた。一方、ポットあたりの乾物重は第9図に示したように、オオムギ焼却区およびコムギ焼却区が無施用区とほぼ同程度となり、次いでコムギすき込み区、オオムギすき込み区の順になったが、発生本数と同様に無施用区との間に有意な差はみられなかった（第9図）。無施用区を除く他の4つの試験区で分散分析を行ったところ、雑草の発生本数（第



第8図 春期（処理267日後）における麦わら処理の違いによる雑草の発生本数（試験2）。

図中の記号は、Dunnnett法による無施用区との有意差を示す。

NS：有意差なし。



第9図 春期（処理267日後）における麦わら処理の違いによる雑草の乾物重（試験2）。

図中の記号は、Dunnnett法による無施用区との有意差を示す。

NS：有意差なし。

第4表 雑草の発生本数に係る分散分析表（試験2：秋期調査）。

発生本数	変動	分散	観測された分散比	P-値	F境界値
麦種	18.063	18.063	1.046	0.327 NS	4.747
麦わら処理	0.063	0.063	0.004	0.953 NS	4.747
麦種×麦わら処理	150.063	150.063	8.689	0.012 *	4.747

表中のNSは有意差がないことを示す。麦種と麦わら処理に\*：5%水準の交互作用がみられる。

第5表 雑草の乾物重に係る分散分析表（試験2：秋期調査）。

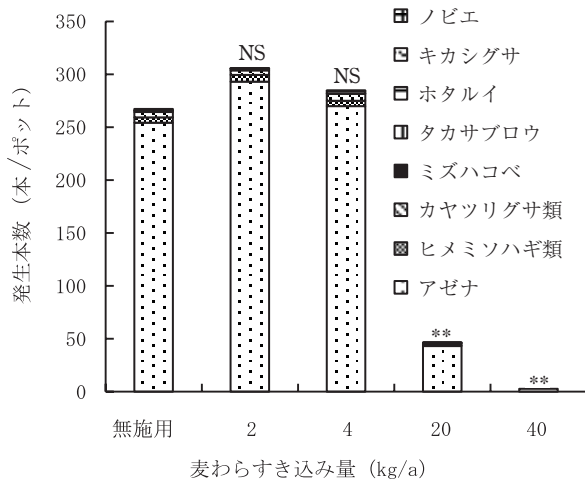
乾物重	変動	分散	観測された分散比	P-値	F境界値
麦種	0.255	0.255	0.063	0.806 NS	4.747
麦わら処理	5.411	5.411	1.330	0.271 NS	4.747
麦種×麦わら処理	7.302	7.302	1.795	0.205 NS	4.747

表中のNSは有意差または交互作用がないことを示す。

第6表 雑草の発生本数に係る分散分析表（試験2：春期調査）。

発生本数	分散	観測された分散比	P-値	F境界値
麦種	189.063	0.228	0.641 NS	4.747
麦わら処理	4257.563	5.144	0.043 *	4.747
麦種×麦わら処理	0.063	0.000	0.993 NS	4.747

表中の\*は5%水準の有意差を示し、NSは有意差または交互作用がないことを示す。



第10図 コムギわらすき込み量の違いによる雑草の発生本数（試験3）。

図中の記号は、Dunnett法による無施用区との有意差を示す。  
\*\*：P<0.01, NS：有意差なし。

6表）ならびに乾物重（第7表）ともに、麦種間（オオムギ、コムギ）の差はなく、麦わらの処理間（焼却、すき込み）に有意差が認められた。

### 試験3：コムギわらのすき込み量が雑草発生に及ぼす影響

雑草の発生本数を第10図に示した。無施用区と比べて、麦わらのすき込みが少量であった2 kg/a区と4 kg/a区では同程度であったが、すき込み量が実際に想定される20 kg/a区と40 kg/a区では、著しく少なくなり、特に40 kg/aでは、雑草の発生は3本と極めて少なかった。雑草の草種としては、アゼナがほとんどを占めており、他にヒメミソハギ類やカヤツリグサ類、ミズハコベ、タカサブロウ、ホタルイ、キカシグサ、ヒエ類などがわずかに発生していた。また、乾物重については、無施用区（0.85 g/ポット）と比較すると、2 kg/a区と4 kg/a区では2.5 g前後と3倍程度に、20 kg/a区では0.48 gと半減、40 kg/a区ではほとんどなかった（第11図）。

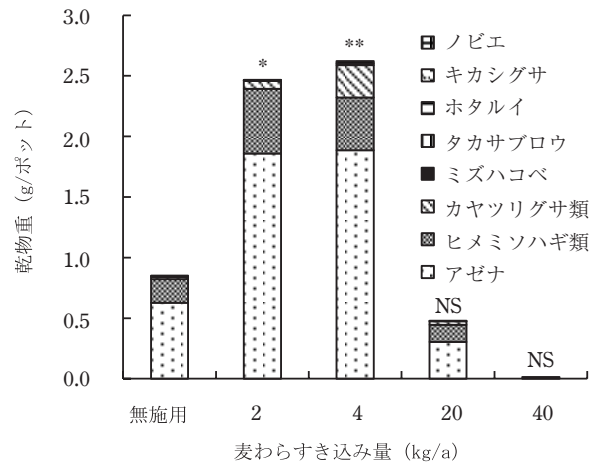
### 考 察

試験1の現地圃場試験においては、すき込み区に比べて焼却区でタカサブロウとアゼナが多く発生し、雑草の乾物

第7表 雑草の乾物重に係る分散分析表（試験2：春期調査）。

乾物重	分散	観測された分散比	P-値	F境界値
麦種	0.410	1.188	0.297 NS	4.747
麦わら処理	2.146	6.223	0.028 *	4.747
麦種×麦わら処理	0.325	0.942	0.351 NS	4.747

表中の\*は5%水準の有意差を示し、NSは有意差または交互作用がないことを示す。



第11図 コムギわらすき込み量の違いによる雑草の乾物重（試験3）。

図中の記号は、Dunnett法による無施用区との有意差を示す。  
\*\*：P<0.01, \*：P<0.05, NS：有意差なし。

重も重かったことから、麦わらを焼却する理由の一つとして挙げられている「焼却しないと雑草が増える」ということは、必ずしも起こらないことが示された。試験1は実際の圃場における事例の一つであり、各処理間の地点誤差がないとは言えないが、少なくとも本試験における圃場観察の結果からは、麦わらすき込みで雑草が多くなるとは言い難かった。ただし、試験1では除草剤が使用されていることから、この結果の解釈については注意が必要である。結果として、すき込み区の雑草量が少なくなっていたが、焼却区の除草剤の効果が低減したとも解釈できるし、すき込み区の除草剤の効果が高くなったとも考えられることから、試験2および試験3のポット試験で麦わらの処理方法の違いが雑草発生に及ぼす影響について再検討を行った。また、土壌表面の酸化還元電位や化学性から本試験結果の要因を検討したが、麦わら処理の違いによる分析値の差が明確でなかったことから、雑草発生との直接の因果関係は見出すことができなかった。

麦わらすき込みによる水稻の生育抑制に関しては、分けつ抑制により穂数が減少するものの、麦わら分解に伴う窒素放出などにより、後半の生育が回復し、登熟状況が改善することによって減収を回避することが報告されている

(近藤ら 1980, 栃木ら 1980, 石塚ら 2004). 本試験においても同様な結果が得られたが, 試験1の登熟歩合について, 佐賀農セ内で実施した「さがびより」作況試験の平年値 85 と比較すると, すき込み区で 91 と高かった反面, 焼却区では 77 と低かった. この原因については不明であるが, 少なくともこの結果からは, 麦わらをすき込むことによって必ずしも減収するとはいえないであろう.

麦わらの処理方法の違いが雑草発生に及ぼす影響についてポット試験で確認した試験2では, 夏期調査において, 試験1と同様にすき込み処理は水田雑草に対して強い発生抑制を示すことが明らかとなった. また, 焼却処理でも雑草発生を抑制したものの, その程度はすき込み処理に及ばなかった. なお, 雑草の抑制程度は, 麦わら量が同じ場合, コムギよりオオムギで大きかったため, 今後, 麦種間での抑制力の差異の要因については明らかにする必要がある.

試験2では観察期間を通して, 麦わらの焼却がすき込みよりも雑草抑制効果が小さかったことから, 焼却によって雑草を抑制する何らかの要因が軽減されたことが考えられる. 一つには, 麦わら中に存在するアレロパシー活性を持つ化学物質(アレロケミカル)が関与している可能性があり, 麦わらを焼くことでそれらが失活, または減少したということも考えられる. 田中(2002)は, 麦わらを施用した土壌溶液が水稻の種子根長に顕著な阻害活性を示すことを明らかにし, この原因物質として安息香酸や2-フェニルプロピオン酸, 3-フェニルプロピオン酸などの芳香族カルボン酸を特定している. 本試験の雑草の発生抑制においても, それらと同じまたは類似のフェノール性物質が関与している可能性がある. また, 麦収穫後の麦わら焼却が雑草種子に及ぼす影響については, 大隈ら(2014)が, 麦わらがよく燃えた条件下では麦作雑草のスズメノテッポウの麦収穫後の落下種子が半分程度に死滅したことを明らかにしているが, 後作水稻での雑草発生については明らかにされておらず, 今後, 埋土種子の観点からの解明が必要であろう.

わらのすき込み量を変えた試験3では, 乾物重と発生本数とではやや異なる傾向を示したが, これは雑草の個体当たりの生育量が違ったことによるものである. 雑草発生本数は2 kg 区と4 kg 区で無施用区とほぼ同等であったにも関わらず, 雑草乾物重は2 kg 区, 4 kg 区とも無施用区の3倍以上になった. また, 20 kg 区では雑草発生本数は無施用区の6分の1程度だが, 乾物重では無施用区の半分程度となった. 40 kg 区では無施用区に対し, 雑草発生本数, 乾物重とも1%程度と少なかった. 2 kg 区や4 kg 区, 20 kg 区において雑草の発生本数の割に, 乾物重が増加した原因については, 麦わらの分解が進み窒素が放出されることで雑草への肥効が発現したことによるものと推察された. 40 kg 区においても同様に, 麦わらが分解されて窒素が放出されたと考えられるが, 田中(2002)が指摘しているように, 多量の麦わら施用にともなう芳香族カルボン酸類の生成

量が増加し, この結果, 雑草の窒素吸収阻害が促進され, 無施用区に対する雑草発生本数の割に乾物重が軽くなった可能性も考えられる. 麦わらの施用量を少量(2 kg, 4 kg), 中量(20 kg), 多量(40 kg)の3段階としたが, 雑草抑制の効果は, 実際の圃場で想定される水準の中量以上で確認されたことから, 麦わらの全量をすき込むことによって水田雑草の抑制効果が期待される.

なお, 試験1~3では, 一定量以上の麦わらすき込みにより広葉雑草の発生が抑制されたが, これは松尾ら(1987)の結果と異なった. この要因として, 麦わらと土壌の混和割合の違いや, 化学肥料添加の影響などが考えられるが, この点については, 今後, 明らかにする必要がある.

以上の結果から, 実際の圃場において麦わらのすき込み処理と焼却処理とを比較したところ, 中生水稻品種の生育, 収量への影響の差はほとんどみられないか, むしろすき込むことで向上する傾向が確認された. また, 雑草に対しては, 現地圃場試験では除草剤を使用したことから明確な違いは確認できなかったが, ポット試験の結果から, すき込みにより発生そのものを低減できる可能性が高く, 焼却するよりもすき込んだほうがメリットは大きいと考えられた. すき込む麦種については, 現地圃場試験はコムギ圃場であったが, 佐賀県ではコムギと同程度の面積で栽培されているオオムギについても, ポット試験で同様の傾向が認められたことから, 麦種にかかわらずすき込んだ方が良いと思われる. 麦わらのすき込み量については, a 当たり 20 kg 以上で効果が期待されたが, 2~4 kg の少量では雑草量が増える可能性が示唆されたことから, 通常の栽培で得られるわらを全量すき込む必要がある. 本試験では, タカサブrowやヒメミソハギ類, コナギなどの広葉雑草には抑制効果が認められたが, 水田作での主要雑草であるノビエの発生が少なかったため, ノビエに対する抑制効果については, 今後の検討課題である. なお, 本報では水稻への影響として, 移植水稻について検討したが, 後は佐賀県においても直播水稻の面積が増加する可能性が考えられるため, 直播水稻に対する麦わらすき込みと焼却の違いによる影響についても詳しく検討する必要がある.

謝辞: 本論文をまとめるにあたり, 九州大学大学院農学研究院の松江勇次教授に懇切なご指導をいただきました. 研究の遂行に際し, 佐賀県農業試験研究センターの職員の各位には多大なご協力をいただきました. また, 現地実証試験の実施にあたっては, 生産者ならびに農業協同組合や佐賀市役所のご担当者各位にも多大なご協力をいただきました. ここに記して深く感謝の意を表します.

## 引用文献

石塚明子・川村富輝・佐藤大和・小田原孝治・福島裕助 2004. 筑後重粘土地域の麦わら鋤込み田における中晩生良食味水稻の基肥施用量. (福岡農総試成果情報). <http://farc.pref.fukuoka.jp/farc/seika/h16a/01-06.pdf> (2015/8/20 閲覧).



- 金忠男・小松良行・曾我義雄 1980. 麦わら鋤込み田における水稻機械移植用苗の活着・初期生育. 日作四国支会紀 16: 29-32.
- 金忠男・曾我義雄 1981. 麦わら鋤込み時期および量が水稻生育に及ぼす影響. 日作四国支会紀 17: 17-21.
- 近藤晃・新井文男・太刀川洋一・飯塚国夫・金井博・阿部邑美・島田忠男 1980. 麦稈すき込みによる水稻の生育阻害とその対策. 群馬農試研報 20: 1-10.
- 松尾喜義・小松良行・上村幸正 1987. 麦跡湛水直播水稻の雑草防除について: 第 1 報 麦わらのすき込みが雑草の発生に及ぼす影響. 雑草研究 27(別), 87-88.
- 宮内直利 1979. 麦わら施用による水田雑草の防除. 雑草研究 18(別), 47-48.
- 大隈光善・古賀巧樹・山口晃・半田浩二 2014. 麦収穫後の麦わら焼却がスズメノテッポウ種子死滅に及ぼす影響. 日本雑草学会第 53 回大会講演要旨 27.
- 大塚一雄・小川信太郎・江本吾勝 1982. 稲麦二毛作栽培体系における麦わら処理に関する研究. 埼玉農試研報 38: 15-38.
- 佐賀県生産振興部農産課 2015. 平成 26 年度米麦大豆関係資料. 82-83.
- Tanaka, F. and Nishida, M. 1996. Inhibition of nitrogen uptake by rice after wheat straw application determined by tracer  $\text{NH}_4^{15}\text{N}$ . Soil Sci. Plant Nutr. 42: 587-591.
- 田中福代 2002. 水田への麦わら施用に伴う芳香族カルボン酸の生成と水稻の生育抑制機構に関する研究. 九州沖縄農研報告 40: 33-78.
- 栃木喜八郎・吉沢崇・山口正篤・橋本俊一 1980. 水稻晩植栽培における麦わら施用に伴う水稻の生育とその対応. 栃木農試研報 26: 9-16.

**Effects of the Method of Processing Wheat or Barly Straw in the Double Cropping System on Weed Incidence and Growth of Paddy Rice** : Yoshitomo HIDESHIMA<sup>1)</sup>, Susumu ARIMA<sup>2)</sup>, Akihiro SUZUKI<sup>2)</sup>, Shigeo MAKIYAMA<sup>3)</sup>, Keisuke MORI<sup>4)</sup>, Masaaki ASAKAWA<sup>1)</sup>, Yuji HIROTA<sup>1)</sup>, Norio OTSUKA<sup>1)</sup> and Minoru INADA<sup>3)</sup> (<sup>1)</sup>Saga Agr. Exp. Res. Center, Saga 840-2205, Japan; <sup>2)</sup>Fac. of Agr., Saga Univ.; <sup>3)</sup>Saga Pref. Agr. Technical Exp. And Pest Control Cent.; <sup>4)</sup>Saga Pref. Agr. Production promotion sec. Agri. Div.)

**Abstract** : In this study, the effect of plowed-in and incinerated wheat straw on the rice growth and weed incidence were examined in local field trials in Northern Kyushu to determine the most suitable method of processing the straw. The weed incidence was suppressed by plowed-in straw more effectively than by incinerated straw. Plowed-in straw suppressed tillering of rice but improved the ripening after heading of rice, tending to increase the yield. In pot experiments, either plowed-in wheat or barley straw greatly suppressed seed germination of paddy weeds. The weed-suppressing effect of plowed-in straw decreased with time but the effect was observed from the autumn of rice harvest to the heading stage of wheat in the next year. Plowing in all of the wheat straw, 20-40 kg/a, had a weed suppressing effect, but plowing in 1/10 of the straw, tended to promote weed growth. Thus, plowing in all of the wheat straw in the paddy field suppressed weed incidence and the effect was retained for a long period.

**Key words** : Incineration, Plow-in, Paddy, Straw, Weeds.