

## 不耕起播種コムギの高品質安定生産技術

関口孝司\*・石井博和\*・岡田雄二\*・酒井和彦\*\*

### High Quality Stable Production Technology of Wheat by Non-tillage sowing

Takashi SEKIGUCHI, Hirokazu ISHII, Yuji OKADA and Kazuhiko SAKAI

**要約** 省力的で適期作業が可能なディスク駆動式汎用不耕起播種機を利用したコムギの高品質安定生産技術について検討した。その結果、埼玉県におけるコムギ「農林 61 号」を用いた不耕起播種栽培の播種期は 11 月 10 日～25 日、水稻あと栽培では播種量 8kg/10a, 基肥窒素量 10kg/10a に 7 葉期追肥窒素量 2kg/10a, 穂揃期窒素量 2kg/10a である。また初期生育や収量性向上のため基肥の播種溝施肥と 1 月頃の分施肥技術が安定生産に有効である。大豆あと圃場では播種量 6kg/10a, 基肥窒素量 8kg/10a とする。

埼玉県は主に県北の排水が良好な沖積土壌地域で水稻、麦類、大豆等を組み合わせた二毛作が広く行われている。しかし二毛作体系では水稻や大豆の収穫から麦播種期間の作業競合が著しく、適期作業の実施や経営規模拡大の阻害要因となっている。また播種時期に多雨となることが多く、麦類の耕起播種栽培では播種作業の遅延や出芽不良により収量や品質の低下が見受けられ、近年その傾向は顕著となっている。

一方、不耕起播種技術は大豆の省力安定生産を目的に研究、導入が進められてきた。本技術は、耕起・整地作業の省略による高い省力性や不耕起で地耐力が高い状態で播種が行われるため降雨に対する適応力が高いなどの利点が研究・生産現場で実証されているところである。しかし、ディスク駆動式汎用不耕起播種機（写真 1）は従来、大豆生産の省力化を目指し開発されたため条間を 35cm としている。このため本県の麦栽培で利用されている条播機（条間 30cm 以下）に比べ播種条間が広く、また不耕起状態が影響を及ぼす初期生育の遅延や穂数不足等により低収性が懸念され、茨城県（農業研究所、2009）からも耕起栽培に比べ 8%程度減少することがあると

報告されている。

そこで省力的な不耕起播種技術によるコムギの高品質安定生産を図るため、ディスク駆動式汎用不耕起播種機を用い播種時期、播種量、施肥方法等の検討を行い、栽培方法の確立に取り組んだので報告する。

また目標とする指標として収量は試験開始年（2005）における県平均単収 420kg/10a 以上、品質では日本麵用コムギの品質評価基準の A ランクとなるため子実蛋白 9.7～11.3%、容積重 840g/L 以上とし、栽培方法により変化しにくい灰分やフォーリングナンバーの検討は除外した。

なお、本報告は「高生産性地域輪作システム構築事業に係る技術開発」委託事業の内「生育診断と肥培管理技術を活用した不耕起小麦の高品質安定生産技術体系の確立（2005～2006）」、「担い手の育成に資する IT 等を活用した新たな生産システムの開発（2007～2009）」委託事業および「水田の潜在能力発揮等による農地周年有効活用技術の開発（2010～2011）」委託事業の内「大規模主穀作での不耕起栽培による超低コスト均質化生産技術の確立と実証」による成果の一部であることを付記する。

本研究の一部は、日本作物学会関東支部会第 97 回(2008 年 12 月)、100 回(2011 年 12 月)大会に発表した。

\*水田農業研究所、\*\*戦略プロジェクト第 1 研究担当（現病害虫防除技術担当）



写真1 ディスク駆動式汎用型不耕起播種機

### 材料および方法

不耕起播種コムギの安定生産に向けて播種期、播種量の検討、水稲あと圃場における覆土方法の検討、前作別（水稲、大豆）の施肥方法および水稲あと圃場における播種溝施肥の検討を行った。

試験は2005年～2010年（播種年度）に埼玉県農林総合研究センター水田農業研究所（熊谷市）の水田転換畑圃場（細粒灰色低地土、宝田統、30a区画）で行った。コムギ栽培の前作条件として水稲は代掻き移植（以下、水稲あと）、大豆は不耕起播種（以下、大豆あと）栽培した圃場を用いた。供試品種はコムギ「農林61号」を用い、種子消毒は播種時にチウラム・ベノミル剤を乾燥種子重量の0.5%湿粉衣した。播種はディスク駆動式汎用不耕起播種機（MN社製、7条、条間35cm）を用い、播種は11月中旬～12月上旬（2005年11月15日、2006年11月14日、2007年11月22日、2008年12月2日、2009年11月19日、2010年11月18日）に行った。施肥のうち基肥は、高度化成（N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=14:14:14、以降、施肥量は窒素成分のみを表記し、施肥量の前にN記号を付記する。）を用い、播種と同日に施用した。各試験区の施肥設計量を播種条ごとに計量し、播種機の構造をもとに概ね播種部直上から片側10cmの範囲に手撒きにより側条施肥した。追肥は硫酸（N成分21%）を用い各施用時期に手撒きにより全面散布した。雑草および病害虫防除、生育期の管理は県の麦類栽培基準（埼玉県、2007）に準じて行った。

各試験区は同一圃場内に2反復設け（1区、約30m<sup>2</sup>(6m×4.9m)）、生育期調査は各反復内で2か所、収量調査は1か所とした。生育期調査は出芽期以降

1か月間隔で行い、出穂期、成熟期の判断は観察により行った。苗立数、草丈、茎数は調査点を定め連続した1m間内で計測した。成熟期調査は同様に稈長、穂長、穂数を計測した。収量調査は2.2m×4畦（条間35cm）の3.08m<sup>2</sup>を刈り取り、乾燥させた後、脱穀して唐箕選を行い精子実重を求めた。千粒重は精子実から20gをとり、その粒数を計測して求めた。容積重は精子実を用いブラウエル穀粒計により計測した。精子実重、千粒重、容積重は水分12.5%換算値とした。m<sup>2</sup>当たり粒数は、成熟期に1m間の株を抜き取り、無効穂（遅れ穂、被害穂）を削除し、脱穀した後に20g粒数を計測し換算した。子実タンパク質含有率は、近赤外線多成分分析機 infratec1241（FOSS社製）で計測、水分13.5%換算値を用いた。統計処理は統計ソフトSPSS14.0Jを用いた。主な試験は以上の方法で実施し、各試験ごとで異なる試験条件や調査方法は以下の各項で示す。

#### 1 播種期及び播種量の適正化

不耕起播種コムギの安定生産に向けて播種期及び播種量の検討を行った。

播種期試験は水稲あと圃場において2005年および2006年に実施した。試験区の構成は表1に示すが、実際の播種日は2005年は10月28日、11月10日、25日とし、2006年は11月1日、10日、25日の各年とも3水準とした。

播種量試験は、前作水稲あと圃場では2005～2008年の4年間、大豆あと圃場は2006～2008年の3年間実施した。試験区の構成は表2のとおり、前作別に3水準を設け、施肥量は基肥N10kg/10aにコムギ7葉期追肥N2kg/10aとした。

表1 播種期試験の構成（水稲あと圃場）

播種期	播種、施肥(kg/10a)
11月上旬	播種量：8 基肥窒素量：8
11月中旬 ×	
11月下旬	

表2 播種量試験の構成

播種量(kg/10a)	前作条件
6	水稲あと圃場 大豆あと圃場
8 ×	
10	

## 2 苗立ちの安定化

水稻あと圃場における不耕起播種は、土壌が緻密なことから適度な覆土が得られず、苗立ちの低下が見られた。このため、苗立ちの安定化を目指し覆土技術の改良について2008年に検討した。試験区の構成は表3のとおり、前作条件として移植水稻あと(代掻き移植)と乾田直播水稻あと(以下、乾直水稻あと)の2圃場を設けた。覆土方法として改善区はキューホー社製除草用レーキH型を播種機後部に2連で装着、慣行区は標準装備の片側ディスク型覆土板、および覆土機構無区とした。播種期は11月28日、播種量は10kg/10aとした。施肥量は基肥N10kg/10aにコムギ7葉期追肥N2kg/10aとした。覆土状況調査は各試験区ごとに1条当たり1m間を10か所について土塊による覆土の有無を計測し、正常に覆土された種子の割合を示した。出芽・苗立ち状況調査は各試験区について1条当たり1m間、10条分の苗立ち本数を播種後数日間隔で計測し面積換算した。

表3 苗立安定化試験の構成

覆土方法	前作条件
改善区(レーキ)	× 移植水稻あと圃場 乾田直播水稻あと圃場
慣行区(ディスク)	
覆土機構無区	

## 3 前作別の施肥方法

施肥試験では、前作別の基肥量、追肥の時期と施用量および水稻あと圃場における播種溝施肥の効果について検討した。

### (1) 水稻あと圃場の施肥方法

基肥の検討は2005~2010年の6年間実施した(基肥N12kg区のみ'06~'10年の5年間)。試験区の構成は表4上段のとおり3水準を設け、播種量は10kg/10aとし、コムギ7葉期にN2kg/10aを追肥した。

追肥の検討は2005~2010年の6年間実施した(穂揃期追肥区は'07~'10年の4年間)。試験区の構成は表4下段のとおり4水準を設け、播種量は10kg/10a、基肥量はN10kg/10aとした。

播種溝施肥の試験区構成を表5に示した。水稻あと圃場のような緻密な土壌では初期生育が抑制されることから、その改善策として播種溝へ種子と同時に基肥の一部を施肥する方法を検討した。

試験は、水稻あと圃場を用い2007~2010の4年間

実施した。播種期は11月中旬で、播種量は10kg/10aとした。播種溝への施肥は、不耕起播種機により種子を播種した後、無覆土状態の播種溝に基肥の一部(2割)を手撒きにより施した。その後、覆土作業を行い残余の基肥分を表層全面に施した。施用量は、高度化成を総窒素量で10kg/10aとし播種溝内へN2kg('07年はIB化成区を設ける)、残余分N8kg('09年はN6kg区を設ける)は同日に表層全面に施用した。また2010年播種では残余の基肥分を11月から2月までの各月に施用する区を設けた。対照区は基肥N10kg/10aを表層側条施肥とし、各試験区とも7葉期に硫安N2kg/10aを追肥した。

表4 水稻あと圃場における施肥試験の構成

	基肥窒素量 (kg/10a)		追肥窒素量 (kg/10a)		
			7葉期	穂揃期	
基肥試験	8				
	10	×	2	—	0
	12				
追肥試験			0	—	0
	10	×	2	—	0
			2	—	2
			2	—	4

表5 播種溝施肥の試験区構成(水稻あと圃場)

年次 試験内容	表層施肥時期	基肥窒素 (kg/10a)		7葉期追肥 (kg/10a)	
		表層分	溝内分		
2007 資材試験	11月	×	10	0	
			8	2	×
			8	IB2	2
2009 減肥試験	11月	×	10	0	
			6	2	×
			8	2	2
2010 施肥期試験	11月				
	12月	×	8	2	×
	1月				
	2月				

### (2) 大豆あと圃場の施肥方法

基肥の検討は2005~2009年の5年間実施した(基肥N6kg区のみ'05, '06, '09年の3年間)。試験区の構成は表6上段のとおり3水準を設け、播種量は8kg/10aとし、各区とも追肥は無しとした。

追肥の検討は2005~2009年の5年間実施した。試験区の構成は表6下段のとおり2水準を設け、播種量は8kg/10a、基肥量はN8kg/10aとした。

表6 大豆あと圃場における施肥試験の構成

	基肥窒素量 (kg/10a)		7葉期 追肥(kg/10a)
基肥 試験	6		
	8	×	0
	10		
追肥 試験	8	×	0
			2

### 結果

試験期間中の気象と生育等への影響は、全般的に冬季に高温となる年が多く、不耕起播種コムギに対しては水稻あと圃場の生育は順調であったが、大豆あとでは過繁茂、軟弱徒長による倒伏が見られた。

#### 1 播種期及び播種量の適正化

表7に播種期と生育、収量の関係を示した。播種期が遅いほど出芽期までに要する日数は長くなった。特に2005播年は播種後からやや低温に経過したことから11月25日播種では21日を要した。苗立率に播種期の影響は見られず、苗立数は概ね同等であった。出穂期や成熟期も播種期が遅いほど遅延した。成熟期の穂数は'05播年では播種期が早いほど多く、'06播年の記録的な暖冬年では播種期が遅いほど多く確保された。しかし兩年とも早い播種期ほど生育

期は過繁茂となり、茎立期以降に弱小茎が夭折する過繁茂→凋落型の生育を示した。'05播年の収量性は11月25日播種でやや低収となるが全般的に多収であった。10月28日播種では千粒重は重くなるものの1穂粒数や㎡当粒数が減少した。子実粗蛋白含有率は播種期が遅いほど高まる傾向であった。'06播年の1穂粒数や㎡当粒数は、前年と同様に播種が遅れるほど増加するが、精子実重は前年とは逆に播種が遅いほど増収した。

表8, 9に播種量と生育、収量の関係を示した。苗立率は播種量の違いによる差は見られず、前作条件別では水稻あと圃場においてやや低く7割程度、大豆あと圃場では8割程度であった。水稻あと圃場では播種量の増加に伴い苗立数、最高分けつ期茎数、穂数が確保され、穂数は播種量6kg区に比べ8kg区で約8%、10kg区で約14%増加した。精子実重も播種量の増加に伴い増加傾向となるが、1穂粒数が減少し6kg区に比べそれぞれ1%、5%増と有意な差は認められなかった(表8)。大豆あと圃場においても播種量の増加に伴い苗立数、最高分けつ期茎数、穂数が確保され、穂数は播種量6kg区に比べ8kg区で約9%、10kg区で約14%増加した。しかし1穂粒数が減少し、精子実重は6kg区に比べ8kg区で約6%の減、10kg区で3%の増と有意な差は認められなかった(表9)。

表7 播種期の違いが不耕起播種コムギの生育、収量および品質に及ぼす影響(水稻あと圃場)

播種年度	播種期 (月日)	出芽期 (月日)	出芽期 まで日 (日)	苗立数 (本/㎡)	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	成熟期			倒伏 程度
							稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	
2005	10/28	11/4	7	187	4/17	6/10			573	1.0
	11/10	11/24	14	179	4/21	6/17			559	0.0
	11/25	12/16	21	178	4/26	6/20			524	0.0
2006	11/1	11/7	6	135	4/1	5/28	77.3	7.0	406	1.0
	11/10	11/20	10	133	4/14	6/4	80.9	7.8	423	0.0
	11/25	12/6	11	140	4/18	6/7	88.3	8.2	453	0.0
播種年度	播種期 (月日)	精子 実重 (kg/10a)	屑麦 歩合 (%)	千粒重 (g)	有効 穂率 (%)	1穂 粒数 (粒)	㎡当 粒数 (千粒)	容積重 (g)	外観 品質	粗蛋白 含有率 (%)
2005	10/28	475	0.5	42.1	98.1	19.7	11.1	823	4.3	8.2
	11/10	478	0.5	39.0	99.7	25.2	14.0	822	4.5	9.2
	11/25	452	0.4	37.5	98.6	26.4	13.7	819	5.0	9.6
2006	11/1	258	2.9	34.7	97.1	22.4	8.8	805	4.0	8.2
	11/10	316	3.8	38.3	96.6	26.7	10.9	802	4.3	7.9
	11/25	392	2.2	36.5	95.7	27.3	11.8	799	4.0	8.0

注) 1. 倒伏程度は0(無)~5(甚)の6段階評価 2. 外観品質は1(上上)~6(下)の6段階評価。

関口ら：不耕起播種コムギの高品質安定生産

表8 水稻あと圃場における播種量の違いが不耕起播種コムギの生育、収量および品質に及ぼす影響

播種量 (kg/10a)	苗立数 (本/m <sup>2</sup> )	苗立率 (%)	最高分げつ期調査			出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	成熟期調査			
			草丈 (cm)	茎数 (本/m <sup>2</sup> )				稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	
6	127 a	70.5	21.7	683	124	4月20日	6月12日	84	8.4	431	31.2
8	161 b	67.1	22.0	810	89	4月20日	6月11日	86	8.3	466	68.5
10	203 c	68.8	23.7	947	205	4月20日	6月12日	87	8.2	490	59.1

播種量 (kg/10a)	精子 実重 (kg/10a)	SD	千粒重 (g)	有効 穂率 (%)	一穂 粒数 (粒)	m <sup>2</sup> 当 粒数 (千粒)	容積重 (g)	外観 品質	粗蛋白 含有率 (%)
6	468	47.5	38.2	97.1	34.0 a	14.2	837	3.7	9.7
8	474	69.8	37.9	98.3	29.6 b	13.5	835	3.9	9.5
10	493	32.9	37.4	98.3	29.1 b	13.9	835	3.4	9.4

注) 1. 用いたデータは2005～'08に播種した4年間の平均値である。 2. 外観品質は1(上上)～6(下)の6段階評価。  
3. 各項目内の異なるアルファベット間には有意差(Tukey法, 5%)が認められる, 無印は有意差なし。

表9 大豆あと圃場における播種量の違いが不耕起播種コムギの生育、収量および品質に及ぼす影響

播種量 (kg/10a)	苗立数 (本/m <sup>2</sup> )	苗立率 (%)	最高分げつ期調査			出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	成熟期調査			
			草丈 (cm)	茎数 (本/m <sup>2</sup> )				稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	
6	134 a	82.4	25.0	933	283	4月19日	6月11日	92.7	8.9 a	508	134
8	167 b	82.6	26.8	988	265	4月19日	6月12日	92.8	8.7 ab	552	144
10	196 c	76.0	27.5	1056	327	4月18日	6月12日	93.4	8.3 b	578	205

播種量 (kg/10a)	精子 実重 (kg/10a)	SD	千粒重 (g)	有効 穂率 (%)	一穂 粒数 (粒)	m <sup>2</sup> 当 粒数 (千粒)	容積重 (g)	外観 品質	粗蛋白 含有率 (%)
6	521	54.9	35.3	97.5	33.9	16.6	833	3.6	10.4
8	502	17.8	35.5	98.1	30.4	16.4	830	4.1	10.2
10	536	14.9	35.4	96.5	30.1	16.3	826	3.8	9.7

注) 1. 用いたデータは2006～'08に播種した3年間の平均値である。 2. 外観品質は1(上上)～6(下)の6段階評価。  
3. 各項目内の異なるアルファベット間には有意差(Tukey法, 5%)が認められる, 無印は有意差なし。

## 2 苗立ちの安定化

図1に覆土の改善に用いたH型レーキの形状と播種機構の模式図を示した。改善区は、ディスク型覆土板の代わりに機械除草に用いられるキューホー社製のH型レーキを2連で装着した。レーキは覆土ディスクを外して、播種部開溝ディスクと鎮圧輪との間にレーキの中心と播種溝の中心とが一致するように固定し、播種溝周辺部の飛散土壌を播種溝上に収集するように調節した。

表10に覆土の改善効果を示した。覆土の精度は、表層の土壌硬度が高く緻密な移植水稻あと圃場においてレーキを用いた改善区の覆土率が他の区に比し20%程度高まり、98%と良好な覆土が観察された。土壌硬度が低く膨軟な乾直水稻あと圃場では改善区で99%と高まるものの全区とも良好で有意な差は認められなかった。また大豆あと圃場においても土壌が膨軟であり覆土機構を取り外しても高い覆土状

態が観察された。

図2に覆土方法の違いと苗立ちの変化を示した。苗成ちは、移植水稻あと圃場の改善区において出芽が早く苗立率が高まる傾向にあった。乾直水稻あとでは苗立率に区間差は見られず、移植水稻あとに比べ出芽速度が速く、各区とも良好であった。表11に覆土方法の違いと生育、収量および品質に及ぼす影響を示した。移植水稻あとでは苗成ちの状況と同様に最高分げつ期茎数や穂数が改善区で高まる傾向にあり、有意な差は認められないものの有効穂数や面積当粒数が確保され精子実重も高まった。乾直水稻あとにおいても改善区で茎数や穂数が多く確保されたが精子実重に与える影響は小さかった。移植水稻あとに比べ乾直水稻あとは分げつ茎の発生が旺盛であったが、凋落型の生育を示し穂数の差は縮まり、また千粒重も小さくなったことから茎数の差ほど収量差は見られなかった。

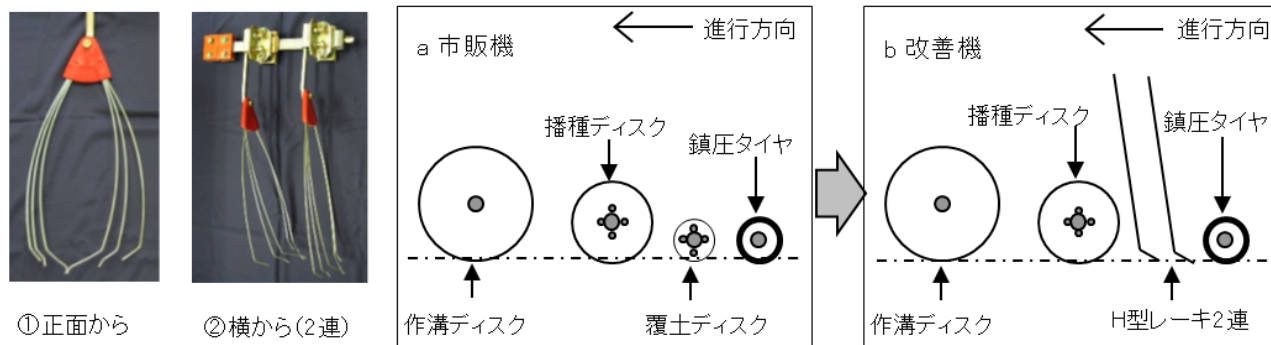


図1 改善機に用いたH型レーキの形状と播種機構の模式図

表10 覆土の改善効果

圃場条件	土壌硬度 <sup>注1</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	覆土方式	覆土の 精度(%) <sup>注2</sup>
移植水稻 あと	19.1 a <sup>注3</sup>	改善区	98 a <sup>注3</sup>
		慣行区	75 b
		無し <sup>注4</sup>	76 b
乾直水稻 あと	6.0 b	改善区	99 a
		慣行区	93 a b
		無し <sup>注4</sup>	91 a b

注1. 山中式土壌硬度計で田面を測定。  
 2. 覆土された種子の割合。  
 3. 同一のアルファベット間に有意差無し(5%水準)。  
 4. 覆土機構を装着していない。

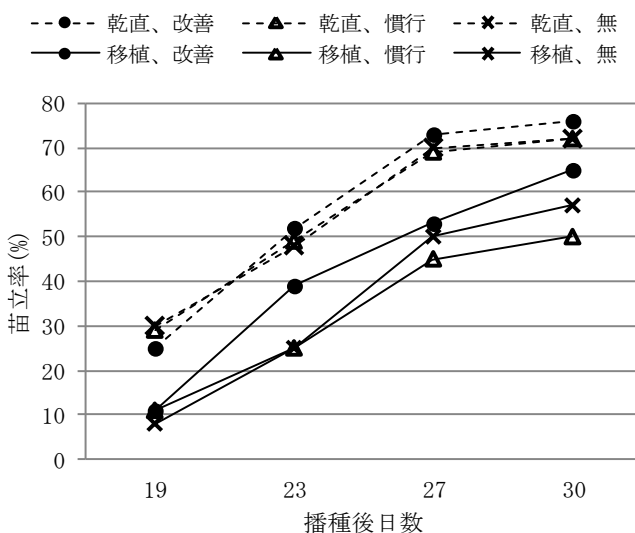


図2 覆土方法と苗立率の変化

表11 覆土方法の違いがコムギ不耕起播種の生育, 収量および品質に及ぼす影響

圃場 条件	覆土 方法	最高分け時期調査 (cm, 本/m <sup>2</sup> )		出穂 期	成熟期調査 (cm, 本/m <sup>2</sup> )			倒伏 程度	精子 実重 kg/10a	有効 穂数 本/m <sup>2</sup>	1穂 粒数 粒	m <sup>2</sup> 当 粒数 千粒	千粒 重 g	子実 外観 品質	容積 重 g/l	粗蛋白 含有率 %
		草丈	茎数		稈長	穂長	穂数									
移植 水稻 あと	改善	27.4 c	746 bc	4/25	93 c	8.5 ab	621	0.7	587	608	28.2	17.1	35.1	2.8	816	9.3
	慣行	26.1 c	616 c	4/25	87 d	8.5 ab	561	0.6	562	547	30.3	16.6	34.5	3.0	817	9.4
	無し	27.1 c	561 c	4/25	85 d	8.3 c	523	0.5	536	509	28.1	14.3	34.9	3.0	820	9.5
乾直 水稻 あと	改善	38.1 a	1088 a	4/26	98 a	8.3 c	655	0.8	581	636	28.8	18.3	34.3	3.0	815	9.5
	慣行	37.8 a	928 b	4/26	96 ab	8.7 a	581	0.8	579	572	28.7	16.4	33.5	3.0	815	9.8
	無し	33.9 b	935 ab	4/26	95 bc	8.6 ab	615	0.6	563	602	30.4	18.3	33.5	3.0	815	9.9
分散分析		*	*		*	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

注) 1. 倒伏程度は0(無)~5(甚)の6段階評価。 2. 外観品質は、1(上上)~6(下)の6段階評価。  
 3. 分散分析の\*は5%水準で有意差が認められ、同一のアルファベット間に有意差は無い(5%水準)。

### 3 前作別の施肥方法

#### (1) 水稻あと圃場の施肥方法

表12に水稻あと圃場における基肥量の違いと生育, 収量および品質に及ぼす影響を示した。基肥量

関口ら：不耕起播種コムギの高品質安定生産

の増加に伴い最高分げつ期茎数や成熟期穂数が増加した。出穂期や成熟期に違いは認められなかった。千粒重、一穂粒数は同等であるものの、基肥量の増加に伴い穂数、 $m^2$ 当粒数が確保され増収傾向となっ

た。また容積重も高まり、有意な差は認められないものの粗蛋白含有率も高まる傾向であった。成熟期の倒伏は、なびく程度であるが増肥によりやや倒伏程度が大きくなる傾向が見られた。

表 12 水稻あと圃場における基肥量の違いが不耕起播種コムギの生育、収量および品質に及ぼす影響

基肥量 (N成分) (kg/10a)	苗立数		最高分げつ期調査			出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	成熟期調査			
	(本/ $m^2$ )	SD	草丈 (cm)	茎数 (本/ $m^2$ )				稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/ $m^2$ )	
8	213	22.5	25.7	831	46	4月21日	6月13日	85.6	8.1	448 a	34.2
10	213	26.4	26.6	913	155	4月21日	6月13日	87.9	8.2	503 ab	50.8
12	200	16.3	28.1	957	186	4月21日	6月13日	87.4	8.3	529 b	56.9

基肥量 (N成分) (kg/10a)	精子 実重		千粒重 (g)	有効 穂率 (%)	一穂 粒数 (粒)	$m^2$ 当 粒数 (千粒)	容積重 (g)	外観 品質	粗蛋白 含有率 (%)	倒伏 程度
	(kg/10a)	SD								
8	428 a	50.3	38.4	98.1	27.6	12.1 a	829 a	3.1	8.6	0.0
10	472 ab	41.5	38.1	97.8	27.8	13.6 ab	834 ab	3.0	9.3	0.1
12	503 b	42.7	38.1	98.2	27.7	14.3 b	836 b	2.4	9.4	0.7

注) 1. 用いたデータは2005～'10に播種した6年間の平均値である(基肥12kg区のみ'06～'10の5年間平均)。  
 2. 外観品質は1(上上)～6(下)の6段階評価 3. 倒伏程度は0(無)～5(甚)の6段階評価。  
 4. 各項目内の異なるアルファベット間には有意差(Tukey法, 5%)が認められる, 無印は有意差なし。

表 13 に水稻あと圃場における追肥の違いが生育、収量および品質に及ぼす影響を示した。出穂期や成熟期は無追肥区(基肥 N10kg : 7葉期 N0kg : 穂揃期 N0kg/10a, 以下 10-0-0 区の様)に窒素量と時期で示す。)に比べ、穂揃期追肥区でやや遅れる傾向にあった。成熟期の稈長、穂長に有意な差は認められず、穂数は追肥区全体でやや多く確保されたが有意な差は認められなかった。同様に精子実重は 10-0-0 区に比べ 10-2-0 区で約 40kg/10a 増収するが、穂

揃期追肥は 10-2-0 区に比べ 10kg 程度の増加にとどまった。千粒重は 10-2-4 区で 1g 程度重い 39.1g となったが、他の区は同等であった。容積重や粗蛋白含有率は追肥により向上する傾向にあり、特に穂揃期追肥により有意に高まった。10-2-4 区の粗蛋白含有率はランク区分の基準値を超過した。外観品質は同等であった。倒伏の発生はほとんど見られず、差も無かった。

表 13 水稻あと圃場における追肥方法の違いが不耕起播種コムギの生育、収量および品質に及ぼす影響

基肥量 (kg/10a)	追肥		苗立数		最高分げつ期調査			出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	成熟期調査			
	7葉期 (kg/10a)	穂揃期	(本/ $m^2$ )	SD	草丈 (cm)	茎数 (本/ $m^2$ )				稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/ $m^2$ )	
10	0	0	208	33.7	26.9	933	163	4月21日	6月12日	86.5	8.1	475	45.1
10	2	0	213	26.4	26.6	913	155	4月21日	6月13日	87.9	8.2	503	50.8
10	2	2	209	20.0	26.3	892	49	4月23日	6月14日	90.2	8.3	533	45.5
10	2	4	215	31.0	27.7	882	85	4月24日	6月15日	87.2	8.2	501	58.1

基肥量 (kg/10a)	追肥		精子 実重 (kg/10a)	SD	千粒重 (g)	有効 穂率 (%)	一穂 粒数 (粒)	$m^2$ 当 粒数 (千粒)	容積重 (g)	外観 品質	粗蛋白 含有率 (%)	倒伏 程度
	7葉期 (kg/10a)	穂揃期										
10	0	0	433	49.1	38.3	98.0	27.4	12.7	829 a	2.8	8.7 a	0.2
10	2	0	472	41.5	38.1	97.8	27.8	13.6	834 ab	3.0	9.3 ab	0.2
10	2	2	482	38.8	38.2	98.9	26.2	13.7	844 bc	2.5	10.2 b	0.2
10	2	4	481	28.7	39.1	98.6	27.0	13.2	855 c	3.0	11.8 c	0.0

注) 1. 用いたデータは2005～'10に播種した6年間の平均値である(穂揃期施肥区は'07～'10の4年間平均)。  
 2. 外観品質は1(上上)～6(下)の6段階評価 3. 倒伏程度は0(無)～5(甚)の6段階評価。  
 4. 各項目内の異なるアルファベット間には有意差(Tukey法, 5%)が認められる, 無印は有意差なし。

表 14 および図 3, 4 に水稻あと圃場における播種溝施肥(資材試験)の効果について示した。高度化成区(表層基肥 N8kg:溝施肥 N2kg:7葉期 N2kg/10a, 以下 8(2)-2 区の様)に窒素量と時期で示す。)で苗立期に若干の葉やけ症状が観察されたが, 一月以内に回復した。緩効性の I B 化成を用いた 8(IB2)-2 区では肥料やけの症状は認められなかった。その後の生育は, 両播種溝施肥区で分けつ茎の早期増加傾向が認められ, 最高分けつ期では慣行の 10(0)-2 区に比べ 2~3 割増加した。しかし, その後弱小茎を中心に急速に凋落し, 穂数は同程度からやや多い程度にとどまった。また精子実重は, 8(2)-2 区に比べ 8(IB2)-2 区で増収となったが, 慣行区との有意な差は認められなかった。

播種溝施肥による初期茎数確保が確認され, 資材費低減の観点から表層施肥量の削減を試みた。その

結果を表 15 (減肥試験)に示した。表層基肥量を減肥した 6(2)-2 区においても分けつ茎が早期に確保され, 8(2)-2 区と同様に推移した。しかし減肥区では最終的に穂数が確保されず精子実重が少なく, また粗蛋白含有率も低かった。

肥料の利用効率を高め増収等をねらいに表層基肥分の施肥時期について検討した。その結果を表 16 および図 5, 6 (施肥期試験)に示した。施肥時期の遅れに伴い分けつ茎の発生は遅れた。11 月施肥では弱小茎の凋落が大きく, 2 月施肥では最高分けつ期茎数が少ないことから穂数が減少し, 12 月, 1 月施肥で穂数が多く確保された。精子実重は 11 月施肥に比べ 12 月以降の施肥区で増収傾向であった。面積当粒数は 1 月施肥で多く確保され, 子実粗蛋白含有率は 1 月, 2 月施肥区で増加傾向にあった。

表 14 水稻あと圃場における播種溝施肥が不耕起播種コムギの生育, 収量および品質に及ぼす影響 (資材試験)

基肥 (Nkg/10a)	追肥	7葉期	苗立数 (本/m <sup>2</sup> )	茎数(本/m <sup>2</sup> )				穂数 (本/m <sup>2</sup> )	稈長 (cm)	穂長 (cm)	精子実重 (kg/a)	千粒重 (g/千)	m <sup>2</sup> 粒数 (千粒)	粗蛋白 (%)
				1月	2月	3月	4月							
10	0	2	198	198	484a	861a	777a	519	92ab	7.8	50.6ab	37.1	13.2	8.1
8	2	2	179	179	638b	1035ab	626b	573	93b	7.9	48.9a	37.4	14.8	8.3
8	IB2	2	185	185	640b	1143b	598b	540	91a	7.9	54.6b	37.6	15.0	8.2

注) 1. 播種期: 2007年11月22日。 2. 各項目内の異なるアルファベット間には有意差(Tukey法, 5%)が認められ, 無印は有意差なし。

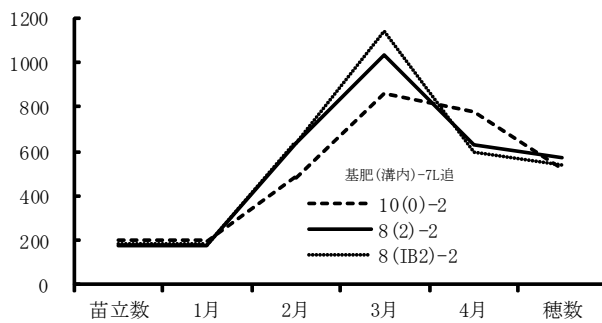


図 3 播種溝施肥と茎数の推移

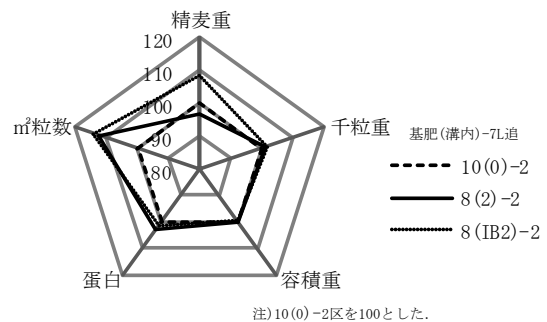


図 4 播種溝施肥と収量, 品質

表 15 水稻あと圃場における播種溝施肥が不耕起播種コムギの生育, 収量および品質に及ぼす影響 (減肥試験)

基肥 (Nkg/10a)	追肥	7葉期	苗立数 (本/m <sup>2</sup> )	茎数(本/m <sup>2</sup> )				穂数 (本/m <sup>2</sup> )	稈長 (cm)	穂長 (cm)	精子実重 (kg/a)	千粒重 (g/千)	m <sup>2</sup> 粒数 (千粒)	粗蛋白 (%)
				1月	2月	3月	4月							
10	0	2	241	324	638	908	671a	539	94	8.5a	43.6	39.3	12.1	9.6a
6	2	2	244	363	769	864	566b	499	93	8.2ab	39.4	40.2	12.1	8.6b
8	2	2	249	381	856	851	584ab	519	91	8.1b	43.3	39.5	11.6	9.3ab

注) 1. 播種期: 2009年11月19日。 2. 各項目内の異なるアルファベット間には有意差(Tukey法, 5%)が認められ, 無印は有意差なし。



関口ら：不耕起播種コムギの高品質安定生産

表 16 水稲あと圃場における播種溝施肥が不耕起播種コムギの生育、収量および品質に及ぼす影響（施肥期試験）

基肥 (Nkg/10a)	追肥	苗立数 (本/m <sup>2</sup> )	茎数(本/m <sup>2</sup> )				穂数 (本/m <sup>2</sup> )	稈長 (cm)	穂長 (cm)	精子実重 (kg/a)	千粒重 (g/千)	m <sup>2</sup> 粒数 (千粒)	粗蛋白 (%)
			1月	2月	3月	4月							
11月 8	2 2	212	341	576a	721a	592	449	77	7.8	35.8	38.6	11.1	8.5a
12月 8	2 2	209	311	539ab	694a	675	507	78	7.9	42.4	37.8	12.6	8.5a
1月 8	2 2	221	305	411ab	631a	721	516	80	8.1	41.7	38.4	14.1	9.3ab
2月 8	2 2	209	244	305b	316b	614	441	78	8.0	42.4	37.6	12.5	9.5b

注)1. 播種期：2010年11月18日。 2. 各項目内の異なるアルファベット間には有意差(Tukey法, 5%) が認められ、無印は有意差なし。

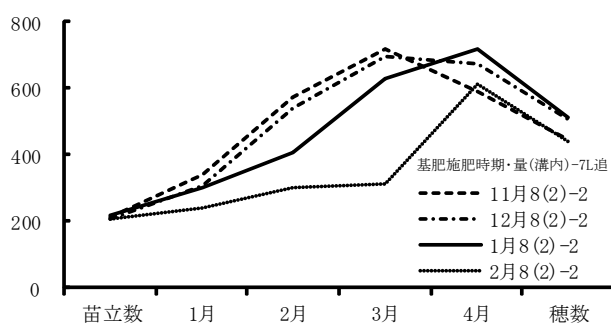
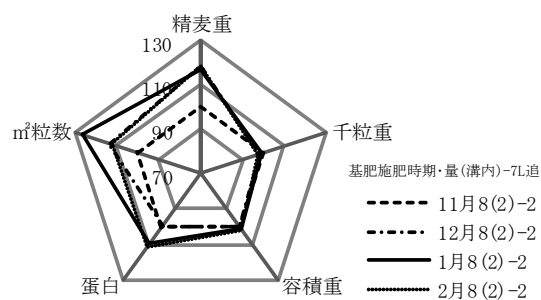


図 5 基肥分施用時期と茎数の推移



注)11月施肥を100とした。

図 6 基肥分施用時期と収量、品質

(2)大豆あと圃場

表 17 に大豆あと圃場における基肥量の違いと生育、収量および品質の関係を示した。基肥量の違いによる最高分けつ期茎数への一定の傾向は見られず、各区とも水稲あとに比べ多く過繁茂傾向であった。出穂期や成熟期に違いは認められなかった。基肥量

の増加に伴い穂数や面積当粒数が確保され増収した。容積重や外観品質に大きな差はなく、粗蛋白含有率は増肥により高まる傾向であった。また成熟期の倒伏は、増肥により程度が大きくなる傾向が見られた。

表 17 大豆あと圃場における基肥量の違いが不耕起播種コムギの生育、収量および品質に及ぼす影響

基肥量 (N成分) (kg/10a)	苗立数		最高分けつ期調査			出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	成熟期調査			
	(本/m <sup>2</sup> )	SD	草丈 (cm)	茎数 (本/m <sup>2</sup> )				稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	
6	179	25.1	35.4	1126	309	4月22日	6月13日	92.6	8.6	523	106
8	176	15.2	29.8	1077	256	4月22日	6月13日	93.1	8.5	539	97
10	179	13.7	31.3	1098	293	4月22日	6月14日	94.5	8.7	574	120

基肥量 (N成分) (kg/10a)	精子 実重		千粒重 (g)	有効 穂率 (%)	一穂 粒数 (粒)	m <sup>2</sup> 当 粒数 (千粒)	容積重 (g)	外観 品質	粗蛋白 含有率 (%)	倒伏 程度	
	(kg/10a)	SD									
6	429	a	69.6	38.7	99.4	26.6	13.7	824	4.0	8.6	0.3
8	477	ab	36.9	37.2	98.8	27.8	14.7	825	3.4	9.3	0.9
10	511	b	55.0	37.3	99.0	27.7	15.5	829	3.7	9.8	1.1

注) 1. 用いたデータは2005～'09に播種した5年間の平均値である(基肥6kg区のみ'05, '06, '09の3年間平均)。

2. 外観品質は1(上上)～6(下)の6段階評価 3. 倒伏程度は0(無)～5(甚)の6段階評価。

4. 各項目内の異なるアルファベット間には有意差(Tukey法, 5%) が認められる、無印は有意差なし。

表 18 に追肥の有無と生育、収量の関係を示した。大豆あと圃場では無追肥区(基肥 N8kg-コムギ 7

葉期追肥 N0kg/10a, 以下 8-0 区の様を示す)に比べ 8-2 区では、出穂期や成熟期に違いは認められず、

穂数はやや増加した。同様に 8-2 区で一穂粒数や面積当粒数が増加したことから精子実重は増加したが、

千粒重や容積重、粗蛋白含有率は同等であった。倒伏程度は同等で、全般にやや高い状況であった。

表 18 大豆あと圃場における追肥の違いが不耕起播種コムギの生育、収量および品質に及ぼす影響

基肥量 (kg/10a)	追肥 7葉期	苗立数		最高分けつ期調査			出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	成熟期調査			
		(本/㎡)	SD	草丈 (cm)	茎数 (本/㎡) SD				稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡) SD	
8	0	176.3	15.2	29.8	1077	256	4月22日	6月13日	93.1	8.5	539	96.8
8	2	180.9	19.8	29.6	1073	257	4月22日	6月13日	95.1	9.0	565	95.0

基肥量 (kg/10a)	追肥 7葉期	精子 実重		千粒重 (g)	有効 穂率 (%)	一穂 粒数 (粒)	m <sup>2</sup> 当 粒数 (千粒)	容積重 (g)	外観 品質	粗蛋白 含有率 (%)	倒伏 程度
		(kg/10a)	SD								
8	0	477	36.9	37.2	98.8	27.8	14.7	825	3.4	9.3	1.5
8	2	510	13.0	37.1	98.9	28.5	15.7	829	3.5	9.5	1.5

注) 1. 用いたデータは2005~'09に播種した5年間の平均値である。  
 2. 外観品質は1(上上)~6(下)の6段階評価 3. 倒伏程度は0(無)~5(甚)の6段階評価。  
 4. 各項目内の異なるアルファベット間には有意差(T検定, 5%)が認められる, 無印は有意差なし。

### 考 察

不耕起播種栽培の播種適期試験は 2005 年および 2006 年の 2 カ年に行ったが、2006 年は記録的な暖冬及び多雨条件であったため生育や収量に対する一定の傾向は得られなかった。播種期を 10 月下旬から 11 月上旬とした早播きでは初期生育が旺盛で過繁茂凋落型の生育を示したことや一穂粒数や面積当粒数が減少傾向となるなど収量への不安定性が見られた。一方、11 月 25 日播きの収量は 2006 年播きで高まる傾向にあり、2005 年播きでは他の区に比べ収量性がやや低下するものの目標収量の範囲内である。本報告において 12 月以降の晩播は未検討であるが、播種期の遅れは出穂期や成熟期の遅延を伴い、梅雨時期の降雨の影響を受けやすくなる。また茨城県(農業研究所, 2009)は 12 月以降の播種は 11 月播種に比べ 1 割以上の減収となることを報告している。これらのことから、当県の播種晩限としては 11 月下旬までが適期と考えられ、不耕起播種栽培の播種適期は、耕起栽培と同様に 11 月 10~25 日と考える。

播種量について、水稻あと圃場では播種量に応じて苗立数や茎数、穂数が確保されたが、収量性に対する影響は小さく 6kg 播区に比べ 10kg 播区でも 5% 程度の増収にとどまった。また移植水稻あとの緻密な土壌では苗立率が低下する傾向にあり、レーキを用いた覆土方法の改善により 50%程度から 70%に安定向上させることができるが、極端に播種量を低

減させると苗立性が不安定になると考えられた。一方で播種量の増加は収量性の向上を期待させるが、過繁茂軟弱徒長の生育を示すことが多く倒伏も懸念されるため、水稻あと圃場では 10a 当たり 8kg 程度の播種量が安定的であると考えられた。大豆あと圃場では、播種量による収量性への影響は判然とせず、むしろ 8kg 播区では減収した。これは播種量に応じて茎数や穂数は多く確保されるものの水稻あと圃場に比べ生育が旺盛となり、過繁茂凋落型の生育となったためと考えられた。これらのことや資材費低減の観点から大豆あと圃場では 10a 当たり 6kg 程度の播種量が安定的であると考えられた。

施肥について、水稻あと圃場では基肥量 N10kg/10a 以上で目標収量を満たすことができた。県の麦類栽培基準(埼玉県, 2007)ではコムギ「農林 61 号」の耕起栽培における基肥量を N8kg/10a としている。しかし、不耕起播種栽培では施肥位置が表層側条であり、降雨等による流亡など肥料効率が低下しやすいため、耕起栽培に比べやや増肥が必要と考える。追肥はコムギの収量品質に与える影響が大きく重要である。コムギ 7 葉期、これは 11 月中旬播種の不耕起播種栽培では 3 月中旬頃の茎立ち期前にあたる。この時期の追肥は有効茎歩合を高め、面積当粒数が確保されることにより収量性を高められると考える。また、穂揃期の追肥は収量への影響は少ないが、容積重や粗蛋白含有率を高めることができた。基肥の肥料効率が低い不耕起播種栽培での追肥

作業は必須であり、その量は各時期に N2kg/10a 程度である。播種溝施肥は、水稻あと圃場のような緻密な土壌で初期生育確保に有効であるが、慣行の表層側条施用との対比では収量に対する効果が認められなかった。これは渡邊・渡邊（2010）が指摘するように旺盛な初期生育を収量性に反映できない施肥の不効率と考えられた。このため表層基肥分（N8kg/10a）の施肥時期を検討した結果、肥料効率が低い施肥時期が示唆され、茨城県（農業研究所、2010）から報告のあった播種後 2~3 ヶ月経過後の分施と同様に、当県では 1 月頃であった。

大豆あと圃場では基肥量 N8kg/10a 以上で目標収量を満たすことができた。各施肥区とも生育は旺盛であるが N6kg 区では有効茎歩合が低下し、穂数や m<sup>2</sup>当粒数が減少したことにより収量性が低下し、また子実粗蛋白含有率も基準値を満たすことができなかった。また N10kg 区では増収となるものの成熟期の稈長が伸びやすく、多雨年には倒伏を助長させたため、肥沃な大豆圃場あとでは基肥量は N8kg/10a 程度とする。また 7 葉期追肥は収量増が期待できるが、同時に倒伏への影響が懸念されるため生育状況に応じて判断する必要がある。

以上のことから、本県におけるコムギ「農林 61 号」の不耕起播種栽培における播種期は 11 月 10 日~25 日を適期とし、水稻あと圃場では播種量は 8kg/10a、施肥量は基肥窒素量 10kg/10a、コムギ 7 葉期追肥窒素量 2kg/10a、穂揃期窒素量 2kg/10a とする。また土壌が緻密であるためレーキを用いた覆土の改善による苗立ち向上技術、初期生育確保や収量性の向上の

ための基肥の播種溝施肥と残余分の 1 月頃の表層分施肥技術が安定生産に有効である。大豆あと圃場では播種量 6kg/10a、基肥窒素量 8kg/10a とし、7 葉期追肥は生育量に応じて判断することとする。

本研究により、コムギ不耕起播種栽培の基本的な栽培技術を明らかにすることができた。しかし、当県はここ数年で「農林 61 号」から「さとのそら」へ小麦の品種転換を図っているところであり、当該品種での適応性について、また高品質化を図るための生育診断に基づく施肥技術の開発が必要と考えており今後の検討を要する。

## 引用文献

茨城県農業総合センター農業研究所(2009)：不耕起播種栽培の導入による麦・大豆の収量及び収益、茨城県農業総合研究センター農業研究所平成 21 年度主要な成果。 <http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/noken/>（2013/1/10 閲覧）

茨城県農業総合センター農業研究所(2010)：小麦の不耕起播種栽培で高収量が得られる分施肥法、茨城県農業総合研究センター農業研究所平成 22 年度主要な成果。 <http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/noken/>（2013/1/10 閲覧）

埼玉県(2007)：麦類栽培基準

渡邊和洋，渡邊好昭(2010)：緩効性肥料の播種溝施肥および 1 月追肥が不耕起播種コムギの生育、収量に及ぼす影響。日本作物学会関東支部会報 (25), 56-57.