中山間地域の小麦栽培における耕起法が生育、収量及び品質に及ぼす影響

誌名	山口県農業試験場研究報告 = Bulletin of the Yamaguchi Agricultural Experiment Station
ISSN	03889327
著者名	池尻,明彦 井上,浩一郎 斎藤,康正
発行元	山口県農業試験場
巻/号	55号
掲載ページ	p. 40-45
発行年月	2006年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

山口農試研報（Bull. Yamaguchi Agric. Expt. Stn.）55 : 40-45. 2006.

中山間地域の小麦栽培における耕起法が生育、収量及び品質に及ぼす影響

池尻明彦・井上浩一郎 *・斎藤康正 **

Effects of Cultivation Method on the Growth, Yield and Appearance Quality of Wheat at Hilly and Mountainous Area

Akihiko IKEJIRI,Kouichirou INOUE* and Yasumasa SAITO**

Abstract. For steady production of high quality wheat at hilly and mountainous area, an attempt was made to find out the effects of tillage method on the growth, yield and appearance of the wheat. It was found that soils of non-tillage cultivation method loose its' dryness quickly after rain compared to the soils of tillage cultivation method. It was also found that the growth of wheat was stunted, and the number of tillers and ears were also little in non-tillage cultivation method. However, shallow tillage cultivation showed intermediate growth of wheat. The yield was high in tillage cultivation method in comparison with shallow tillage and non-tillage cultivation methods. However, the appearance quality of non-tillage cultivation was superior.

緒　言

本県の中山間地域における麦類は、水田裏作として　1960年代には作付面積が1万haを超えていた。しかし、同地域の麦作期間の天候は、瀬戸内沿岸地域に比べ、冬期から春期にかけて曇雨天が続き、山間部では積雪があることも多く、生育初期から湿害を受けやすく、収量及び品質が不安定なこと、並びに水稲の移植時期が早まったこと等により作付けは急激に減少した。

一方、萩市福栄の羽賀台共同生産組合では、1970年から転作作物として小麦の作付けが開始され、1989年には8.9haの栽培面積がある。また、下関市菊川町久野では、加工を含めた地域特産品の取り組みとして小麦の作付けが始まるなど、新たな産地化の動きがある。

今後、これらの地域において高品質な麦を安定生産するには、湿害回避が重要な課題である。湿害発生防止策としては、暗渠等の施工により地下水位を低下させ、地表水を速やかに排水することが基本であるが、降雨が多いときには効果が不十分であり、湿害回避効果の高い栽培法を確立する必要がある。

水田転換畑の湿害軽減対策には、不耕起作溝栽培法が有効であり[8]、水稲跡の小麦栽培においては、全面全層播より不耕起栽培及び浅耕栽培で収量及び品質が安定する[5]。このことから、不耕起栽培あるいは浅耕栽培が、湿害回避対策として有効と考えられる。

そこで、山口県の中山間地域における水稲跡の小麦栽培において、耕起法による土壌水分の変化並びに耕起法と窒素施肥法が小麦の生育、収量、外観品質に及ぼす影響を調査し、品質向上について若干の知見を得たので報告する。

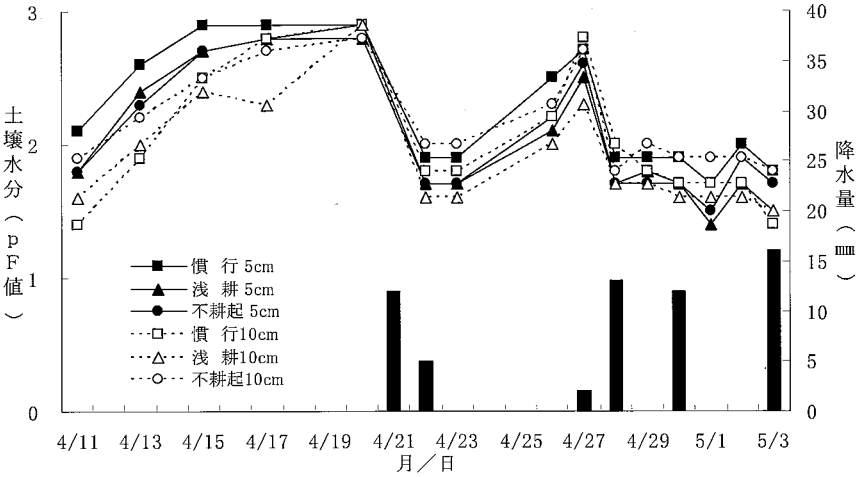
材料と方法

試験は1993年から1996年にかけて、山口県農業試験場徳佐寒冷地分場の水稲跡ほ場（細粒質灰色低地土、緒方統）で実施した。ロータリで耕深12～14cm及び5～6cmに耕した後、耕耘機に装着した播種機で播種する区をそれぞれ慣行耕起区、浅耕区とし、不耕起状態で播種し、耕耘爪で条間の土を飛散させて軽く覆土する区を不耕起区とした。播種期と供試品種は第1表に示すとおりとした。播種量はa当たり0.6～0.7kgとし、条間50cm＋25cmの複条で播種した。施肥は化成肥料を用い、a当たり窒素成分量で基肥0.6kg、2月下旬～3月上旬に追肥

* 現山口県美祢農林事務所　** 元山口県農業試験場

として0.4kgを施用する区を標準として、1994年と1996年には第２表に示すとおり基肥及び穂肥施用量を増減した区を設けた。なお、いずれの試験年次ともに、堆肥100kg／a、炭酸苦土石灰12kg／aを耕起前に施用した。

収穫期に、３㎡を地際部から刈り取り、穂数を調査し、収量調査に際しては粒厚2.0mm以上のものを精麦とし、収量と千粒重を算出した。



第1図　耕起法別の土壌水分の推移（1996年）

1996年には、土壌水分の推移を、各区それぞれ１か所ずつ地表面から深さ5cmと10cmの位置に検出器SPAD:2124型を埋設し、出穂前30日頃から出穂後10日頃までSPAD:PF-33を用いて午前９時頃に測定した。

１区当たり面積は、1993年が48.0㎡、その他の年は12.0～16.8㎡とし、いずれも２反復で試験を行った。

第１表　播種期、供試品種

試験年次	1993	1994	1995	1996
播種期(月/日)	11/5	11/2	11/10	11/14
供試品種	農林61号	農林61号	農林61号	チクゴイズミ

第２表　窒素施肥法

試験年次	窒素施肥法	窒素施肥量(kg/a) 基肥	追肥 3月上旬	追肥 4月上旬
1994	標　肥	0.6	0.4	0
	基肥多	0.9	0.4	0
	穂肥多	0.6	0.4	0.3
1996	標　肥	0.6	0.4	0
	穂肥無	0.6	0	0
	穂肥多	0.6	0.6	0

結 果

1　耕起法と出穂期前後の土壌水分の推移

1996年に調査した耕起法別の土壌水分（ｐＦ値）と降水量の推移を第１図に示した。調査期間中の降雨は、４月２～７日に112mm、21～22日に17mm、27～28日に15mm、30日に12mm、５月３日に16mmあった。降雨後のｐＦ値の低下は、深さ5cmでは慣行耕起区に比べて不耕起区がやや大きかったが、深さ10cmでは慣行耕起区に比べて不耕起区が小さかった。一方、降雨後に晴天が続き土壌が乾燥する過程では、深さ5cm、10cmともに慣行耕起区のｐＦ値が急激に高くなるのに対して、不耕起区では緩やかであった。また、不耕起区では深さ5cmと10cmのｐＦ値の推移にほとんど差がなかった。浅耕区のｐＦ値は、慣行耕起区と不耕起区の中間的な値で推移する傾向があった（第１図）。

2　耕起法、施肥法と苗立数、生育、収量

苗立数は、耕起法による差はなく、不耕起区でも安定した出芽・苗立が確保できた。各試験年次ともに、不耕起区は慣行耕起区に比べて、茎立期からの生育がやや劣り、茎数が少なくなる傾向があった（第３表）。穂数は、不耕起区が慣行耕起区に比べて少なく、稈長は同程度であった。浅耕区の茎数及び穂数は、概ね慣行耕起区並に推移する傾向があった（第３、

第３表　耕起法と生育、障害

試験年次	耕起法	苗立数 (本/㎡)	茎数 (本/㎡)	成熟期 (月/日)	倒伏の多少	枯熟れ様障害の多少
1993	慣行	164	—	6/14	1.8	—
	浅耕	159	—	6/14	1.3	—
	不耕起	131	—	6/15	0.5	—
1994	慣行	—	647	6/16	3.8	—
	浅耕	—	746	6/17	3.9	—
	不耕起	—	567	6/18	2.8	—
1995	慣行	147	—	6/19	1.4	—
	浅耕	155	—	6/21	1.4	—
	不耕起	149	—	6/19	1.5	—
1996	慣行	147	529	6/8	0.3	3.2
	浅耕	152	567	6/8	0.2	2.8
	不耕起	172	551	6/8	0	2.1
平均	慣行	153	—	6/14	1.8	—
	浅耕	155	—	6/15	1.7	—
	不耕起	151	—	6/15	1.2	—

注）１．茎数は４月上旬に調査した。
２．倒伏程度及び枯熟れ様障害程度は、程度と面積に応じて０（無）～５（甚）の６段階で示した（以下の図表も同様）。

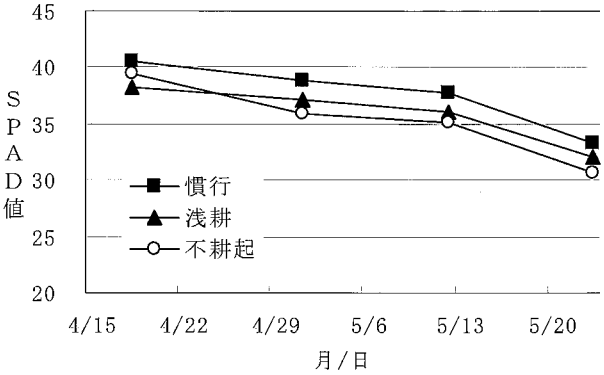
4表)。倒伏は、不耕起区が慣行耕起区、浅耕区に比べてやや少なかった（第3表)。

収量についてみると、1994年は生育量が大きく倒伏が多かったため、慣行耕起区、浅耕区では粒の充実が劣り屑重が多く、不耕起区が慣行耕起区、浅耕区に比べて多かった。しかし、その他の3年間の平均収量は、慣行耕起区に比べて、浅耕区96％、不耕起区89％と不耕起区で最も少なかった。特に、1996年は不耕起区の生育量が不足し、穂数が少なく、出穂後の葉色も淡く推移したことから、減収程度が大きかった（第2図、第4表)。浅耕栽培は慣行耕起区と穂数は同程度であったが、収量は慣行耕起区並～やや少なかった。各耕起法ともに、基肥及び穂肥の増量による増収効果は小さかった（第5表)。

第4表　耕起法と収量、品質

試験年次	耕起法	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	収量 (kg/a)	慣行に対する比率 (%)	屑重歩合 (%)	千粒重 (g)	外観品質
1993	慣行	85	7.1	346	37.8	100	0.3	41.9	2.4
	浅耕	85	7.5	329	36.9	98	0.3	41.7	2.4
	不耕起	84	7.1	301	33.6	89	0.3	43.0	2.4
1994	慣行	99	8.0	471	33.3	100	7.2	29.6	4.0
	浅耕	102	8.3	485	28.8	86	13.0	28.2	4.5
	不耕起	97	8.3	431	37.7	113	3.1	31.6	3.9
1995	慣行	84	8.2	409	38.5	100	0.5	36.3	3.5
	浅耕	85	8.3	422	38.5	100	0.8	35.4	3.8
	不耕起	88	8.4	380	37.9	98	1.3	34.9	3.8
1996	慣行	81	8.4	486	46.0	100	1.7	31.1	3.0
	浅耕	77	8.1	410	41.5	90	0.5	31.9	3.0
	不耕起	75	7.9	379	36.9	80	0.5	33.4	2.8
平均	慣行	87	7.9	428	38.9	100	2.4	34.7	3.2
	浅耕	87	8.1	412	36.4	94	3.7	34.3	3.4
	不耕起	86	7.9	373	36.5	94	1.3	35.7	3.2

注）外観品質は、上（1、2）、中（3、4、5）、下（6）の6段階で示し、概ね1～3が検査等級の1等、4～5を2等相当になるようにした。



第2図　耕起法別の葉色(SPAD値)の推移(1996年)
注)窒素施肥法標肥区の値。

第5表　耕起法と窒素施肥と小麦の生育、収量及び外観品質

試験年次	耕起法	窒素施肥法	倒伏の多少	穂数 (本/㎡)	収量 (kg/a)	慣行標肥に対する比率 (%)	千粒重 (g)	外観品質
1994	慣行	標　肥	3.8	471	33.3	100	29.6	4.0
		基肥多	4.2	468	34.1	102	29.1	4.5
		穂肥多	4.3	476	33.9	102	28.1	4.7
	浅耕	標　肥	3.9	485	28.8	86	28.2	4.5
		基肥多	4.1	492	32.2	97	28.2	4.3
		穂肥多	4.3	454	29.0	87	27.2	4.7
	不耕起	標　肥	2.8	431	37.7	113	31.6	3.9
		基肥多	3.1	424	37.0	111	31.6	4.0
		穂肥多	3.4	437	37.4	112	29.8	4.2
1996	慣行	標　肥	0.3	486	46.0	100	31.1	4.0
		穂肥無	0.3	455	40.6	88	33.1	3.0
		穂肥多	0.3	487	45.6	99	30.0	4.8
	浅耕	標　肥	0.2	410	41.0	89	31.9	3.5
		穂肥無	0	334	32.8	71	33.8	3.0
		穂肥多	0.3	447	42.2	92	30.9	3.8
	不耕起	標　肥	0	379	36.9	80	33.4	3.0
		穂肥無	0	285	28.2	61	35.1	2.8
		穂肥多	0	407	37.3	81	32.0	3.5

注）外観品質は、上（1、2）、中（3、4、5）、下（6）の6段階で示し、概ね1～3が検査等級の1等、4～5を2等相当になるようにした。

3　耕起法、施肥法と外観品質

1994年は各区ともに倒伏が多かったことから、粒の充実が悪く外観品質は劣ったものの、その他の年は比較的良好であった。試験年次に関わりなく、不耕起区は粒の充実が良く、外観品質は慣行耕起区、浅耕区と同程度からやや良好であった（第4表)。また、窒素施肥量、穂肥と外観品質との関係をみると、各耕起法ともに標肥に比べて、窒素施用量の増加に伴い、粒の充実が劣り、外観品質が明らかに低下した。一方、穂肥を施用しないと穂数の減少により収量は減るが、千粒重と外観品質は向上した。

耕起法別の窒素施用量の増加による外観品質の低下は、不耕起区が慣行耕起区、浅耕区に比べて小さい傾向があった（第5表)。

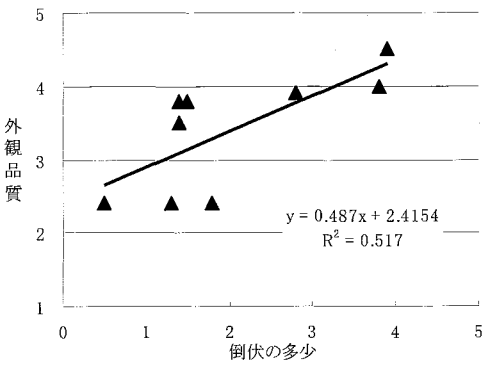
4　耕起法と生育中の障害

1996年には5月中旬頃から枯熟れ様障害が発生したが、その程度は慣行耕起区3.2、浅耕区2.8、不耕起区2.6と不耕起区が最も軽かった（第3表)。

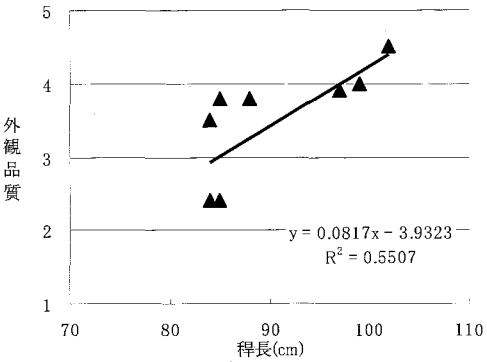
考　察

1　耕起法と土壌水分の変化

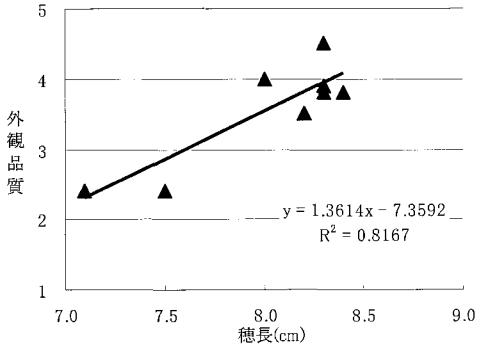
本県の中山間地域では、冬期はしぐれることが多く、積雪もあり土壌が湿潤で経過することから、耕起法による土壌水分の差はほとんどないが、3月上旬以降の春期になって、大きな差が



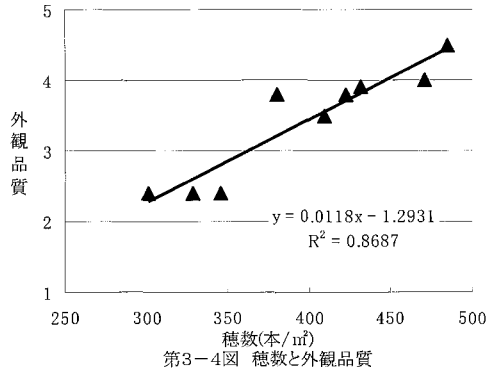
第3－1図　倒伏程度と外観品質



第3－2図　稈長と外観品質



第3－3図　穂長と外観品質



第3－4図　穂数と外観品質

第3図　外観品質と各農業形質との相関図

注）外観品質は、上（1、2）、中（3、4、5）、下（6）の6段階で示し、概ね1～3が検査等級の1等、4～5を2等相当になるようにした。

現れる。４月上旬以降の耕起法別の土壌水分は、不耕起及び浅耕は慣行耕起に比べて、降雨後の土壌水分の変動が小さかった。土壌水分の急激な変化は、根の活力低下をもたらすとされている[6]ことから、不耕起及び浅耕は慣行耕起に比べて、根の活力が低下しにくいものと推察される。また、不耕起栽培については　耕起栽培に比べて、透水性が優れ土壌水分が低く推移し[15]、生育も順調である[3,7]、とされている。

不耕起栽培は枯熟れ様障害が少ない[9]とされるが、本試験でも同様に少なかった。枯熟れ様障害が発生しやすいほ場は、健全ほ場に比較して土壌ｐＦ値の低い期間が長く、変動幅が大きい。そのため、根の活力低下が、窒素をはじめとした養分の吸収不足を引き起こし、蒸散の盛んな登熟後期には蒸散・吸水にアンバランスを生じ、これらが枯熟れ様障害の発生を助長するとされている[6]。本試験において、不耕起区の枯熟れ様障害の程度が軽かったのは、土壌水分の変動が少なかったことに加え、生育量が小さく、蒸散・吸水のアンバランスが小さかったことが要因と考えられる。これらのことから、不耕起栽培は慣行耕起栽培に比べて、湿害、枯熟れ様障害の回避に有効であると考えられる。

2　耕起法と生育、収量、外観品質

耕起法と生育、収量についてみると、不耕起栽培は慣行耕起栽培に比べて初期生育が劣り、茎数が少なく、出穂期以降の葉色が淡く推移し、収量が低下しやすかった。一方、浅耕栽培は、慣行耕起栽培と同程度の茎数で推移し、収量は並～やや少なかった。根系の養水分の吸収機能は、根の長さと関係が深い[14]。慣行耕起栽培に比べて、不耕起栽培は根量が少なく[10]、同様に浅耕栽培も土壌表層では慣行耕起並だが、耕土が深くなると根量が少なくなり、慣行耕起栽培に比べて、生育、収量が劣ったものと思われる。

次に、耕起法と外観品質との関係についてみると、不耕起は粒の充実が良く、慣行耕起及び浅耕に比べ優れる傾向があった。真鍋ら[11]は同様に不耕起栽培した小麦の千粒重は、極端に収量が劣った事例を除いて一般に慣行耕起より重い傾向にあり、見かけの品質は同程度からやや良好としている。井上ら[5]も慣行耕起栽培に比べて、外観品質が安定して良かったとしており、不耕起栽培は慣行耕起栽培に比べて外観品質は安定して優れるものと考えられる。

なお、雑草の発生が少ないほ場では、不耕起栽培が可能であるが、雑草の発生が多く雑草害が懸念され

るほ場では、既存雑草を防除するため茎葉処理剤の散布を行うか、浅耕栽培を行う必要がある。

3　外観品質と生育

標肥区での外観品質と生育との関係をみるため、試験年次及び耕起法を込みにした外観品質と各種農業形質との単相関を第６表に示した。外観品質は、生育量が大きく、倒伏程度が大きいほど低下した。一方、収量との間には有意な関係は認められなかった。このことから、不耕起栽培において外観品質が優れるのは、慣行耕起栽培、浅耕栽培に比べて、生育量が小さいことが一因であると考えられる。また、浅耕栽培と慣行耕起栽培で外観品質に大きな差が見られなかったが、これも生育量に大きな差がなかったことが関係しているものと考えられる。

「農林61号」で試験を行った1993～1995年の標肥区について、外観品質と有意な相関が認められた倒伏程度、稈長、穂長、穂数との関係を第３図に示した。各回帰式から、倒伏程度1.0、稈長85cm、穂長7.6cm、穂数360本／㎡以下程度に抑えれば、検査等級１等相当下限の3.0程度の外観品質を確保することが可能であると考えられる。目標とされる検査等級２等に相当する外観品質4.0以下の高品質なものを得るには、倒伏3.0以下、稈長95cm以下、穂数450本／㎡以下を目標とし、穂肥施用時にこれを超えそうな場合は穂肥を施用しないことが必要である。

これらのことから、水稲跡の不耕起栽培は生育量が小さく収量は低いものの、外観品質は慣行耕起栽培、浅耕栽培に比べ安定して優れるものと考えられる。また、同栽培法は降雨後の土壌水分の低下が小さく、急激な変化が少ないことから、湿害、枯熟れ様障害の回避に有効であると考えられる。耕起法と土壌条件については、半湿田では耕起の効果が大きいが、乾田では耕起の効果はあまり認められない[1]とされていることから、不耕起栽培については適用土壌条件が限られると考えられる。また、生育量が小さく収量水準が低かったことから、今後は、適用土壌さらには生育量を確保するような早播、施肥量について検討する必要がある。

摘 要

中山間地域における高品質麦の安定生産のために、耕起法の違いによる土壌水分の変化、小麦の生育、収量、外観品質について検討した。

１．不耕起は慣行耕起区に比べて、降雨後に土壌が乾燥　する過程において、ｐＦ値の変化が緩やかであった。　また、不耕起は、土壌水分の変動幅及び深さ５cmと10　cmの土壌水分の差が小さかった。

２．不耕起は慣行耕起に比べて、茎立期から出穂期にか　けての生育が劣り、茎数が少なく推移し、穂数が少な　かった。浅耕はそれらの中間的な生育を示した。収量　は、穂数の多い慣行耕起が全般的に浅耕、不耕起に比　べて多かった。

３．不耕起の外観品質は、慣行耕起、浅耕に比べて安定　して優れた。また、不耕起は多肥条件下での品質の低　下が慣行耕起、浅耕に比べて小さかった。

４．これらのことから、中山間地域の水稲跡での小麦作　では、不耕起栽培にすることで品質が慣行耕起栽培に　比べて向上するものと考えられた。なお、不耕起栽培　であっても生育過多になり外観品質が低下しないよう　な穂肥施用時の生育指標を示した。

引用文献

1) 安間正虎・小田桂三郎・岐部利幸・四方俊一：関東地方における水田裏作麦栽培の研究（第Ⅳ報），水田裏作麦の畦の高低及び耕起・砕土が麦の生育収量に及ぼす影響ならびに土壌条件の差異．農事試研報２，1-22，1962.

2) 土居健一・大隅光善・真鍋尚義：筑後重粘土水田における小麦不耕起栽培法（第４報），作柄安定のための施肥法．日作九支56，114-116，1989.

第6表　外観品質と各農業形質との単相関係数

農業形質	倒伏程度	稈長	穂長	穂数	収量	千粒重
単相関	0.719**	0.726**	0.767**	0.751**	−0.358ns	−0.765**

注）1．1993～1996年の試験年次、耕起法を込みにしたデータから算出。
2．*は5%、**は1%水準で有意差あり。NSは有意差なし。n＝12
3．外観品質は、上（１、２）、中（３、４、５）、下（６）の６段階で示し、概ね１～３が検査等級の１等、４～５を２等相当になるようにした。

3) 萩森福督：麦類の不耕起播栽培．四国地域における転換畑作技術，128-131，1988.
4) 原田皓二：麦の不耕起栽培．水田農業の基礎技術ー転換畑研究の主要成果情報ー，184-185，1988.
5) 井上浩一郎・寺山　豊・平田俊昭・小橋　健：羽賀台共同生産組合の小麦作ー技術体系化現地実証試験（1988～1993年）報告ー．山口農試研報47，32-40，1996.
6) 石川壽郎・斉藤清男・矢野輝人・大友孝憲・永元良知・佐野雅俊・黒野眞伸・佐藤通浩：大分県における小麦枯熟れ様障害の発生要因と対策．大分農技セ研報27，35-78，1997.
7) 岩井正志・須藤健一・京　啓一・宮本　誠・米谷　正：大豆ー麦連続不耕起栽培における播種量・施肥法ならびに除草剤処理が生育，収量に及ぼす影響．兵庫農技研報（農業）44，9-14，1996.
8) 柿原孝彦・福田誠実・大石登志雄・馬場武志・藤井　秀明：青刈りトウモロコシの不耕起作溝栽培法の開発．Grassland Science42，52-56，1996.
9) 古城斉一・今林惣一郎・大隅光善・真鍋尚義：麦類のわら利用不耕起播畦立栽培技術（第1報），播種様式及び雑草防除．福岡農総試研報Ａ－７，39-44，1988.
10) 小柳敦史・南石晃明・土田志郎・長野間宏：汎用水田において耕起および不耕起したコムギ，ダイズおよび水稲の根の垂直分布の解析．日作紀67，49－55，1998.
11）真鍋尚義・大隅光善・千歳昭二・原田酷二・古城斉一：麦類のわら利用不耕起播畦立栽培技術（第２報），不耕起播畦立栽培小麦の生育特性上の２、３の問題．福岡農総試研報Ａ－７，45-50，1988.
12）籾井隆志・中嶋泰則・大西浩章・林　元樹・松家一夫：愛知式不耕起播種機を用いたは種前浅耕処理による小麦栽培．愛知農総試研報34，23-29，2002.
13）大隅光善・佐藤寿子・土居健一・原田浩二：麦類のわら利用不耕起播畦立栽培技術（第３報），播種量と施肥法．福岡農総試研報Ａ－８，49-52，1988.
14）辻　博之：根の生長と根系の発達．農業技術体系作物編４ムギ，基91-基92の８，農文協，東京，1997.
15）辻　博之・山本泰由・松尾和之・臼木一英：陸稲の干害に及ぼす不耕起栽培の影響．日作紀69，20－23，2000.