

早播きした秋播性コムギ「イワイノダイチ」における 疎播が生育・収量に及ぼす影響

福寫陽*・楠田宰・古畑昌巳・中野洋
(農業・生物系特定産業技術研究機構)

要旨：秋播性コムギ「イワイノダイチ」の早播き栽培に適した播種量を明らかにすることを目的として、疎播がイワイノダイチの生育・収量に及ぼす影響を2カ年にわたって調査した。乾物生産特性をみると、疎播(80粒/m²)は標播(160粒/m²)と比較して最高分けつ期の莖数が少なく、LAI、乾物重も小さかったが、開花期のLAI、全乾物重、およびシンクサイズは同等であった。このことから、疎播は開花期の段階で標播と同等の子実重を得る条件を備えていると判断された。開花期の穂・葉・莖の形態的特性をみると、疎播は標播と比較して、稈長、節間数、節位別節間長には大きな差異は認められなかったが、穂および葉の形態的形質の値が大きく、節位別の節間直径も太かった。さらに疎播は標播より登熟期間のSPAD値が高く推移した。その結果、疎播は標播と比較して穂数は少ないが、1穂粒数は多く、千粒重は同等であり、子実重は同等か、やや大きかった。さらに、疎播は標播よりも耐倒伏性が優れていることが示唆された。以上の結果から、イワイノダイチの早播き栽培においては疎播が標播より適していることが示唆された。

キーワード：秋播性、イワイノダイチ、コムギ、収量、播種量、早播き。

暖地のコムギ作においては、雨害の回避や水稲作との作業競合の回避の観点から収穫の早期化が強く求められている。そこで、早期に播種して早期に収穫する早播き栽培の有効性が示唆され(田谷 1993, 藤田 1997), 早播き適応性品種として秋播性コムギ「イワイノダイチ」が育成された(田谷ら 2003)。早播きした秋播性コムギは、従来の標準期播きした春播性コムギと生育特性が大きく異なっており、その生育特性に応じた栽培技術を確認することが求められている。そこで、著者らは、早播きしたイワイノダイチの生育・収量特性を明らかにし(福寫ら 2001a, b, 福寫ら 2003a, b), その結果を基にして後期重点施肥によって収量が増加する可能性を示唆した(福寫ら 2004)。

これらの早播き栽培試験における播種量は、標準期播きにおける慣行的な播種量である160粒/m²とした。しかし、暖地のコムギ作においては、播種期を早めた場合は播種量を少なくし、遅らせた場合には播種量を多くすることが経験的に知られており、国外においても早播き栽培では播種量を少なくしても、収量の低下は少ないことが報告されている(Darwinkelら 1977, Spinkら 2000)。また、早播き栽培は稈長が長くなりやすいこと(福寫ら 2003a)から、倒伏に強いと考えられている疎播は、耐倒伏性の点からも有効ではないかと推察される。

暖地におけるイワイノダイチの早播き栽培の播種量について、岩渕ら(2000)は播種量を50~100粒/m²と少なくすると、収量は同等で、耐倒伏性や製粉特性が向上することを報告している。しかし、岩渕らの報告では、播種量がどのような生育特性を介して収量に影響を及ぼすかについて十分には検討されていない。そこで、本研究では、疎播が早播きしたイワイノダイチの生育・収量に及ぼす影響を形態形成および物質生産の観点から明らかにしようとした。

材料と方法

秋播性コムギ「イワイノダイチ」(秋播性程度Ⅳ)を用いた。試験は2001~2002年(2001年播き)、2002~2003年(2002年播き)の2カ年にわたって九州沖縄農業研究センター水田作研究部(福岡県筑後市)の水稲作後の圃場(灰色低地土)で行った。播種期は2001年播きでは11月8日、2002年播きでは11月6日とした。1試験区の面積は約20m²、栽植様式は畦幅1.3m、4条播き、条間22cmの畦立て条播とした。いずれの年次も圃場を3つのブロックに分け、各ブロックに播種量と施肥法を無作為に配置した。播種量は160粒/m²(標播区)と80粒/m²(疎播区)とした。施肥には基肥、追肥ともに化成肥料(窒素・リン酸・加里を各16%含有)を用いて、標準施肥法(533区)においては窒素成分量で基肥5g/m²、1回目追肥3g/m²(葉齢5.0の時、12月27日)、2回目追肥3g/m²(葉齢7.5の時、1月28日~2月4日)を施用した。後期重点施肥法(5033区)においては、基肥は533区と同様とし、1回目追肥3g/m²を葉齢7.5の時(1月28日~2月4日)、2回目追肥を葉齢8.0~9.0の時(2月25~28日)に行った。

生育・収量の調査方法は前報(福寫ら 2001a, 福寫ら 2003a, b, 福寫ら 2004)までと同様とした。この際、シンクサイズ=開花期の穂数×1穂小花数としたが、2002年播き試験においては、開花期の穂数が処理区によっては正確に測定できなかったため、シンクサイズを求める時には、収穫期の穂数を代用した。さらに、2002年播きでは最高分けつ期にSPAD値を測定した。測定場所は抽出中の葉の1枚下の葉の葉身中央部とし、試験区当たり無作為に20茎について測定した。なお、最高分けつ期の生育調査は、前報までに従って葉齢7~8の時期に行ったが、この時期

第1表 播種量および施肥法が節位別にみた分けつの出現率および出穂率に及ぼす影響.

播種年	施肥法	播種量	出現率			出穂率		
			T3	T4	T5	T3	T4	T5
2001	533	標播	1.00	0.75	0.00	0.50	0.00	0.00
		疎播	1.00	1.00	0.58	1.00	0.50	0.00
	5033	標播	1.00	0.75	0.00	0.58	0.00	0.00
		疎播	1.00	1.00	0.08	1.00	0.33	0.00
2002	533	標播	1.00	0.82	0.09	0.91	0.27	0.00
		疎播	1.00	1.00	0.83	1.00	0.92	0.33
	5033	標播	1.00	1.00	0.17	0.92	0.17	0.00
		疎播	1.00	1.00	0.75	1.00	1.00	0.58

T3,T4,T5はそれぞれ3号分けつ,4号分けつ,5号分けつを示す.出現率,出穂率はその節位の分けつが出現,出穂した個体数を全調査個体数12で割った値を示す.1号分けつ,2号分けつはいずれの処理区においてもほぼ100%出現・出穂した.表中のアンダーラインは有効分けつと無効分けつの境界と判断された節位を示す.

以降も疎播区においては分けつが出現した.

結 果

1. 生育経過

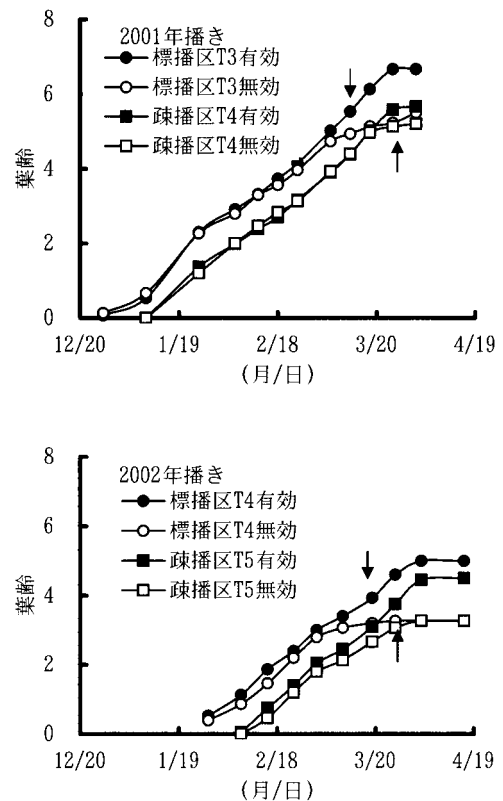
出芽は2001年播きでは順調であり,出芽数は標播区で129粒/m²,疎播区で63粒/m²であった.2002年播きでは,播種後の降雨により出芽率が低くなり,出芽数は標播区で104粒/m²,疎播区で49粒/m²であった.2001年播きでは出穂期が3月23日,成熟期は5月18日,2002年播きでは出穂期が4月2日,成熟期が5月22日であった.疎播区の生育経過は標播区とほぼ同じであったが,2002年播きでは成熟期が1日遅れた.

倒伏についてみると,2001年播きでは疎播,標播ともに倒伏は全く認められなかったが,2002年播きでは,5段階中の1~2程度の倒伏(注:小麦調査基準 農業研究センター 1986)が認められ,その面積は疎播が標播よりも小さいことが観察された.

2. 主茎および分けつの発育

主茎の葉齢の進み方についてみると,疎播区は標播区と比較して2001年播きでは生育期間を通じて僅かに0.2ほど早く,2002年播きでは差異は認められず,いずれの年次においても止葉が展開する時期はほぼ同じであった.その結果,総葉数に播種量による差異は認められなかった(第2表).

分けつの発育をみると,疎播区の分けつは標播区と同様に同伸葉同伸理論に従って規則的に出現し,葉を展開した.疎播区は標播区より分けつの発生が長く続き,高位の分けつが出現・出穂した(第1表).有効分けつと無効分けつの境界となる節位は2001年播きにおいては標播区でT3,疎播区でT4,2002年播きにおいては標播区でT4,疎播区でT5と判断された.これらの1次分けつの葉齢の推移を示したところ(第1図),いずれの年次においても有効分けつと無効分けつの違いが明確になる時期は疎播区が標播区より遅かった.2次分けつについても,疎播区は標播区



第1図 播種量が分けつの葉齢の推移に及ぼす影響.

下向矢印,上向矢印はそれぞれ標播区,疎播区において有効分けつと無効分けつの葉齢の違いが明確になる時期を示す.

よりも出現数が多く出穂数も多いことが観察された.なお,分けつの発育に施肥法による大きな差異は認められなかった(第1表).

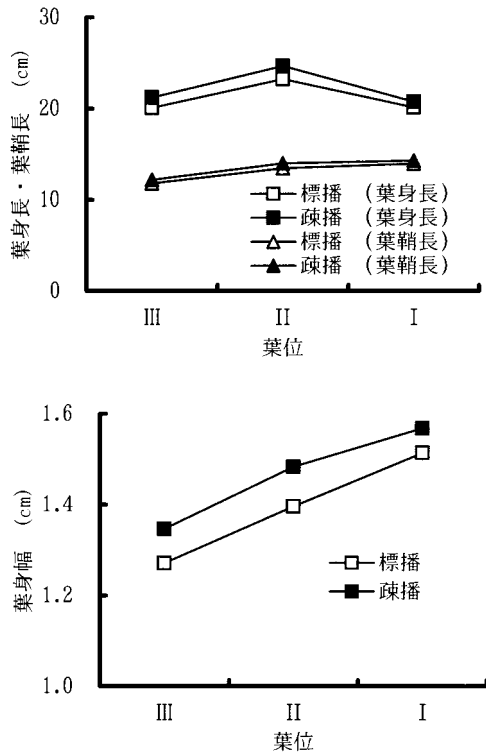
3. 穂・葉・茎の形態的特性

穂の形態をみると(第2表),疎播は標播よりも1穂小穂数や1小穂小花数が多く,その結果,1穂小花数が多かった.葉位別の葉の形態をみると,有意差は認められない

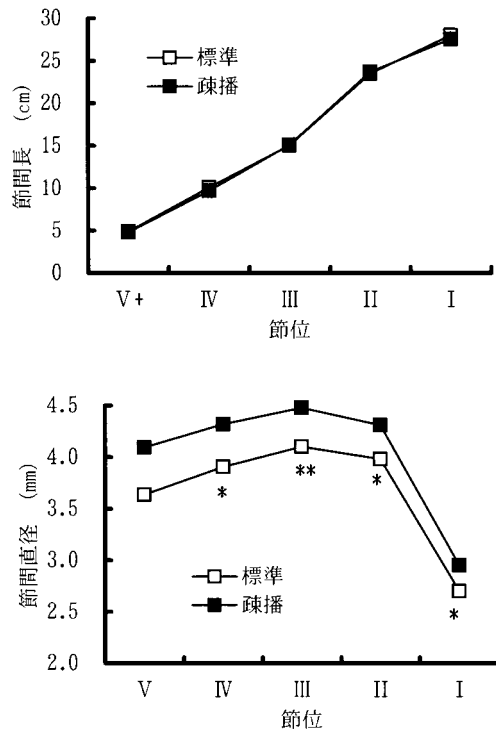
第2表 播種量が穂、葉、茎の形態的特性に及ぼす影響.

施肥法	播種量	穂長 (cm)	1穂 小穂数	1小穂 小花数	1穂 小花数	総葉数	稈長 (cm)	節間数
533	標播	10.5	19.5	2.48	48.3	10.8	81.3	5.01
	疎播	11.4	20.6	2.91	59.9	11.0	81.2	5.08
5033	標播	10.5	19.4	2.57	49.8	10.8	81.2	5.13
	疎播	11.4	20.6	2.96	61.1	10.8	80.1	5.13
播種量		*	*	**	**	NS	NS	NS
施肥法		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
交互作用		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

2カ年の平均値. *, **, NSは5%, 1%水準で有意, 有意でないことをそれぞれ示す.



第2図 播種量が葉位別の葉の形態的特性に及ぼす影響. 止葉をIとし, 下方向にII, IIIとした. 2カ年, 2施肥法の平均値. 分散分析の結果, いずれの葉位・形質においても5%水準で有意差は認められなかった.



第3図 播種量が節位別の茎の形態的特性に及ぼす影響. 穂首節間をIとし, 下方向にII, III...とした. V間以下の合計値. 2カ年, 2施肥法の平均値. 分散分析を行い5%, 1%水準で有意な場合は*, **をそれぞれ示した.

が疎播は標播よりも葉身がやや長く, その幅が広い傾向が認められた(第2図). 茎の形態をみると, 疎播は標播と比較して, 稈長, 節位別節間長, 節間数に差異は認められないが, 節位別節間直径が太かった(第3図).

4. 乾物生産特性

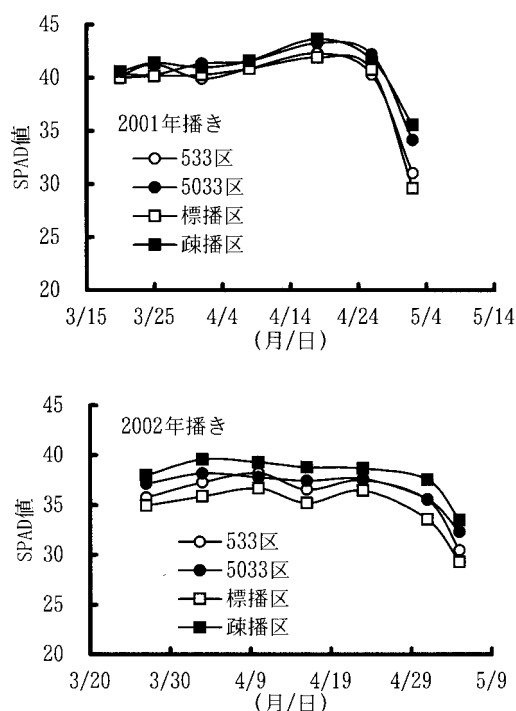
最高分けつ期においては, 疎播は標播よりも茎数が少なく, LAI, 全乾物重も小さかったが, SPAD値は高かった(第3表). 開花期においては, 疎播は標播と比較して, 穂数が少ないが, LAI, 全乾物重, ULAR(上位2葉の葉面

積÷全体の葉面積)に差異は認められなかった. このことは, 疎播は標播より穂数当たりのLAIや全乾物重が大きいのを示している. また, 開花期のSLA(Specific Leaf Area, 葉面積÷葉身重)は疎播が標播よりも小さかった. 施肥法についてみると, 2001年播きでは5033区は533区より最高分けつ期の茎数, 開花期のLAI, 全乾物重, ULARが小さかったが, 2002年播きでは各形質に差異は認められなかった.

第3表 播種量が乾物生産特性に及ぼす影響.

播種年	施肥法	播種量	最高分けつ期				開花期				
			茎数 (本/m ²)	LAI	全乾物重 (g/m ²)	SPAD値	穂数 (本/m ²)	LAI	全乾物重 (g/m ²)	SLA	ULAR
2001	533	標播	862	1.28	75	—	374	3.30	706	282	0.44
		疎播	639	0.85	50	—	298	2.71	613	262	0.45
	5033	標播	764	1.08	66	—	312	2.41	537	272	0.42
		疎播	531	0.69	44	—	262	2.38	551	253	0.42
		播種量	**	**	**		**	NS	NS	**	NS
		施肥法	*	NS	NS		**	*	**	NS	*
	交互作用	NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS	NS	
2002	533	標播	676	0.69	43	38.3	—	4.36	795	321	0.56
		疎播	501	0.46	31	41.3	—	3.55	733	287	0.57
	5033	標播	729	0.85	53	37.0	—	4.18	774	307	0.59
		疎播	491	0.48	32	41.1	—	4.31	762	299	0.59
		播種量	**	**	**	**		NS	NS	**	NS
		施肥法	NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS
	交互作用	NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS	

SLA : Specific Leaf Area (葉面積 ÷ 葉身重), ULAR : Upper Leaf Area Ratio (上位2葉の葉面積 ÷ 全体の葉面積).
 — は調査しなかったことを示す. *, **, NS は5%, 1%水準で有意, 有意でないことをそれぞれ示す.



第4図 播種量と施肥法がSPAD値の推移に及ぼす影響. 533区, 5033区は標播区, 疎播区の平均値, 標播区, 疎播区は533区, 5033区の平均値で示した.

5. 登熟期間におけるSPAD値の推移

SPAD値は, いずれの年次においても疎播区が標播区より出穂期前後から高く, その後も高く推移した(第4図). 施肥法についてみると, SPAD値は2001年播きでは5033区が533区より高く推移したが, 2002年播きでは5033区は533区よりもやや高いものの, その差異は比較的小さかった.

6. 収量・収量関連形質・品質

全茎を対象とした穂の諸形質についてみると(第4表), 1穂小穂数は, 2001年播きでは播種量による差異は認められず, 2002年播きでは疎播が標播より多かった. 1穂小花数はいずれの年次も疎播区が標播区より多かった.

収量構成要素をみると, 疎播区は標播区よりも穂数は少なく, 1穂粒数は多く, 千粒重は同等であった. その結果, 子実重は疎播区が標播区よりも有意差は認められないものの大きい傾向が認められた. また, シンクサイズに播種量による差異は認められなかった. 施肥法については, 2001年播きの千粒重は5033区が533区より小さかったが, それ以外の形質では差異が認められなかった. 品質についてみると, 有意差は認められないものの疎播は標播よりも容積重が小さく原麦の蛋白質含量が高い傾向が認められた.

考 察

秋播性コムギ「イワイノダイチ」の早播き栽培においては, 疎播は標播と比較して, 穂数は少なく, 1穂粒数は多く, 千粒重は同等で, 子実重は同等かやや大きかった. 以下, このような結果が, どのような生育特性を介して得られたかについて解析し, イワイノダイチの早播き栽培における疎播の効果を評価する.

主茎および分けつの発育についてみると, 播種量による主茎の葉齢の推移や総葉数の差異は小さかったが, 播種量によって分けつの発育の様相は大きく異なっていた(第1表, 第1図). すなわち, 疎播は標播よりも分けつの発生期間が長く, 分けつが無効化していく時期も遅かった. このことは, 疎播は標播よりも主茎・分けつ間で競合が生じる時期が遅く, その程度も小さかったことを示唆している. 穂・葉・茎の形態的特性をみると(第2表, 第2図, 第

第4表 播種量が収量・品質に及ぼす影響.

播種年	施肥法	播種量	1穂 小穂数	1穂 小花数	穂数 (本/m ²)	1穂 粒数	千粒重 (g)	子実重 (g/m ²)	シンク サイズ	容積重 (g/L)	蛋白質 含量(%)
2001	533	標播	19.1	41.9	372	34.1	42.2	535	15700	799	8.74
		疎播	19.7	48.0	333	38.2	42.4	540	14300	796	8.86
	5033	標播	19.2	40.9	383	33.9	39.7	516	12700	791	8.75
		疎播	19.6	49.8	330	39.4	40.9	530	13000	786	8.94
		播種量	NS	**	*	**	NS	NS	NS	NS	NS
		施肥法	NS	NS	NS	NS	**	NS	*	NS	NS
	交互作用	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
2002	533	標播	18.8	40.1	423	30.2	39.3	501	16900	798	7.99
		疎播	19.7	49.8	354	37.3	38.9	512	17600	765	8.18
	5033	標播	18.5	39.9	397	32.2	38.8	495	15900	773	8.06
		疎播	19.9	47.9	349	38.8	38.2	517	16800	755	8.60
		播種量	**	**	*	**	NS	NS	NS	NS	NS
		施肥法	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	交互作用	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

シンクサイズ=開花期の穂数×1穂小花数。*, **, NSは5%, 1%水準で有意, 有意でないことをそれぞれ示す。

3図), 疎播は標播と比較して, 穂および葉の形態的形質の値が大きく, 節位別の節間直径も大きかったが, 稈長, 節間数, 節位別節間長には大きな差異は認められなかった。これらの調査は主茎を対象としたが, 1穂小穂数や1穂小花数は全茎を対象としても同様の傾向が得られていること(第4表), 穂数当たりの開花期のLAIや乾物重は疎播が標播より大きいこと(第3表, 第4表)から判断して, 全茎を対象としても同様の傾向が認められるものと判断される。このように疎播によって葉や茎の形態的形質の値が増加したのは, 疎播は標播よりも主茎・分げつ間で競合が生じる時期が遅く, その程度も小さかったためではないかと推察される。また, 疎播によって稈長は変化しないが節間の直径が増加したことは, 疎播は耐倒伏性が優れていることの一因とみることが出来る。

暖地のコムギ作では, 子実重を決める上で開花期のLAIやシンクサイズ, および登熟期間のSPAD値が重要と考えられている(福寛ら2003b, 福寛ら2004)。本研究においては, 疎播は, 開花期のLAIやシンクサイズが標播と同等となったこと(第3表, 第4表)から, 開花期の段階ですでに標播と同等の子実重を得る条件を備えていたと判断される。一方, 疎播は標播と開花期の形態的特性が大きく異なっていた。すなわち, 疎播は標播よりも, 穂数が少ないが, 1穂小穂数や1穂小花数が多く, 葉や茎の形態的形質も大きい値を示した。これに伴い, 疎播は標播よりもSLAが小さかった。このことは疎播が標播よりも葉身が厚かったことを示しており, 疎播が標播よりも登熟期間のSPAD値が高く推移したこと(第4図)と関連していると推察される。疎播と標播のどちらの形態的特性が子実重を高める上で有利であるかを理論的に証明することは難しいが, 本研究において疎播は標播と比較して子実重が同等かやや大きかったことは, 疎播の形態的特性は標播よりも子

実重を高める上で有利であることを示唆している。

播種量と施肥法の関係についてみると, Darwinkel(1983)は, 播種量によって最適な追肥時期は異なっており, 疎播では分けつ数を多くするために早期の追肥が必要であると推察している。しかし, 本研究では施肥法が疎播における生育や収量に及ぼす影響は不明確であった(第3表, 第4表)。これは, 疎播は最高分けつ期のSPAD値が高かったことから判断して, 疎播では窒素量の不足が出穂期までの生育を制限することが少ないためではないかと推察される。ただし, 本研究を行った2カ年は後期重点施肥の効果が小さい年次であった(福寛ら2004)ので, 疎播における施肥法については, さらに検討する必要がある。

以上, イワイノダイチの早播き栽培においては, 疎播は, 開花期の段階ですでに標播と同等の子実重を得る条件を備えおり, 子実重は標播と同等かそれ以上であることが示された。さらに疎播は標播より耐倒伏性に優れていたことを考慮すれば, イワイノダイチの早播き栽培においては疎播が標播よりも適していると判断される。

引用文献

- Darwinkel, A., B. A. ten Hag and J. Kuizenga 1977. Effect of sowing date and seed rate on crop development and grain production of winter wheat. *Neth. J. Agric. Sci.* 25: 83—94.
- Darwinkel, A. 1983. Ear formation and grain yield of winter wheat as affected by time of nitrogen supply. *Neth. J. Agric. Sci.* 31: 211—225.
- 藤田雅也 1997. 凍霜害回避型早生コムギに関する育種学的研究. 九州農試報 32: 1—50.
- 福寛陽・楠田宰・古畑昌巳 2001a. 暖地における早播きした秋播性コムギ「イワイノダイチ」の分けつ发育. 日作紀 70: 173—178.
- 福寛陽・楠田宰・古畑昌巳 2001b. 暖地における早播きした秋播性

- コムギ「イワイノダイチ」の穂の発育. 日作紀 70:499—504.
- 福嶋陽・楠田宰・古畑昌巳 2003a. 暖地における早播きした秋播性コムギ「イワイノダイチ」の葉および茎の発育. 日作紀 72:142—148.
- 福嶋陽・楠田宰・古畑昌巳 2003b. 暖地における早播きした秋播性コムギ「イワイノダイチ」の収量成立要因の解析. 日作紀 72:149—157.
- 福嶋陽・楠田宰・古畑昌巳・中野洋 2004. 早播きした秋播性コムギ「イワイノダイチ」における後期重点施肥が生育・収量に及ぼす影響. 日作紀 73:163—168.
- 岩淵哲也・尾形武文・浜地勇次 2000. 秋播型早生小麦「西海181号」の早播における播種量と施肥量. 日作九支報. 66:20—21.
- Spink, J. H., T. Semere, D. L. Sparkes, J. M. Whaley, M. J. Foulkes, R. W. Clare and R. K. Scott 2000. Effect of sowing date on the optimum plant density of winter wheat. *Ann. Appl. Biol.* 137:179—188.
- 田谷省三 1993. 暖地における早生コムギ品種の収量性に関する育種学的研究. 九州農試報 27:333—398.
- 田谷省三・塔野岡卓司・関昌子・平将人・堤忠広・氏原和人・佐々木昭博・吉川亮・藤田雅也・谷口義則・坂智宏 2003. 小麦新品種「イワイノダイチ」の育成. 九州沖農農研報 42:1—18.

Effects of Sparse Sowing on Growth and Grain Yield of Winter Type Wheat Iwainodaichi Sown Early in the Southwestern Part of Japan: Akira FUKUSHIMA*, Osamu KUSUDA, Masami FURUHATA and Hiroshi NAKANŌ (*Natl. Agr. Res. Cent. for Kyushu Okinawa Region, Chikugo 833-0041, Japan*)

Abstract: To elucidate the suitable seeding rate for early sowing of winter type wheat Iwainodaichi, the effect of sparse sowing on growth and grain yield was investigated for 2 years. Although the number of shoots, leaf area index (LAI) and total dry weight at maximum tiller stage were smaller in sparse sowing than in standard sowing, LAI, total dry weight and sink size at flowering stage with sparse sowing were not different from those in standard sowing. These results show that sparse sowing did not affect the yield potential at the flowering stage as compared with the standard sowing. Sparse sowing did not affect culm length, the number of internode and the length of each internode, but increased the number of spikelets and florets per spike, leaf length and width, and diameter of internode. During ripening, SPAD value was higher in sparse sowing. The number of spikes per area was smaller in sparse sowing but the number of grains per spike was larger in sparse sowing than those in standard sowing, and thousand grain weight was not different between sparse and standard sowing. As a result, grain yield in sparse sowing was similar to or more than that in standard sowing. Sparse sowing, also, gave high lodging resistance. These results suggest that sparse sowing is superior to standard sowing in early sowing of Iwainodaichi.

Key words: Early sowing, Grain yield, Iwainodaichi, Seeding rate, Sparse sowing, Wheat, Winter type.