日作紀（Jpn. J. Crop Sci.）82（2）：150―155（2013）

山口県での早播栽培による秋季の生育初期における温度が秋播性程度の異なるコムギ3品種の二重隆起期と頂端小穂分化期に及ぼす影響

鎌田英一郎・高橋肇・金岡夏美・荒木英樹・丹野研一
（山口大学農学部）

要旨：本試験は，山口県においてコムギの早播栽培を確立するために，1998年から2010年の11作期にわたり，早播栽培による生育初期の温度が秋播性程度の異なる3品種の二重隆起期と頂端小穂分化期にどのように影響しているかを調査した．品種は，秋播性程度IIの農林61号，秋播性程度IVのイワイノダイチ，秋播性程度Vのあきたっこを供試した．早播栽培は，10月上旬に播種し（早播栽培区），11月から12月上旬までに播種したものを慣行播栽培区とした．生育日数は，播種期から二重隆起期まで，頂端小穂分化期までのいずれも，早播栽培区が慣行播栽培区よりも農林61号では短く，イワイノダイチではほぼ同じであり，あきたっこでは長かった．積算温度は，いずれも早播栽培区が慣行播栽培区よりも3品種とも大きかったが，その程度は農林61号で小さく，あきたっこで大きかった．農林61号のような春播性品種は，早播栽培すると生育初期の高温により生育が促進されて幼穂分化までの日数が短くなり，あきたっこのような秋播性程度の高い品種は，早播栽培しても春化を終了するまでにより多くの日数を必要とするため，幼穂分化が3月になっても終了しなかった．しかし，イワイノダイチのような秋播性程度が中程度の品種では，早播栽培における生育初期の高温に続く6℃付近の温度帯で春化を終了した結果，厳冬期を過ぎてから幼穂分化を終えることができ，なおかつ慣行播栽培よりも早く頂端小穂分化期を迎えることができると考えられた．
キーワード：秋播性，コムギ，積算温度，頂端小穂分化期，二重隆起期，早播栽培．

山口県でのコムギ栽培は，春播性品種を用いて播種が11月中下旬に，収穫が6月上旬に行われている（注：山口県農林総合技術センター 水稲，小麦，大豆の輪作体系マニュアル2012）．しかし，その収量は，播種期が遅れてしまうと，低下することが示されている（松村ら1988）．この播種期の遅れは，穂揃期をも遅くすることが予測されており（冨久ら1994），コムギの収穫が梅雨入り後になると，穂発芽等の雨害を受けやすく，品質をも低下させてしまう（石川ら2005）．小野ら（2003）は，その対処方法として，早生品種を用いて早播栽培することで成熟期を前進させることを示唆しており，これまでに，播種期を早める早播栽培試験が行なわれてきた．しかし，山口県で用いられている品種は春播性のため早播栽培すると高い気温で生育が進み，幼穂形成が早まり，凍霜害にあう危険性が高まる．このため，早播栽培には，早播きしても茎立期が遅く凍霜害を回避できる秋播性の品種が適していると考えられる（福嶌2006）．また，幼穂凍死型寒害は，幼穂分化後に−3℃の低温を受けることで発生することが報告されていることから（岩渕ら1999），山口県においては，幼穂凍死型寒害を回避するためには，最低気温が−3℃を下回る厳冬期の1月を過ぎるまでは幼穂形成しないことが望ましい．

幼穂分化は，二重隆起期や頂端小穂分化期といった生長点を観察することでその早晩を評価する．二重隆起期は，頂端の分裂組織上で葉の原基と小穂の原基が等しく隆起したときであり，頂端小穂分化期は，頂端の小穂の第三小花が分化し始めようとした時である（Porterら1987）．二重隆起期は，栄養生長期から生殖生長期への移行を確認するのに有効な発育ステージであると考えられている（Toyotaら2001）．秋播性の品種は，栄養生長期から生殖生長期へと移行する際，幼穂分化を始めるために春化を必要とすることで知られているが，Delecolleら（1989）は，一定期間低温条件下におかれないと分化期間が長く，分化速度が低いことを，積算温度を用いて評価した．さらに，江口・島田（2000）は，気温と日長は，コムギの発育に影響を及ぼす主要な気象要因であることを示し，コムギの生育相の長さが播種期や年次により変動するのは，平均気温の影響によるものであることを報告している．

このように，二重隆起期，頂端小穂分化期は生長点の形態形成過程においてコムギの幼穂分化の早晩を評価する指標であり，幼穂分化の早晩は山口県でのコムギ栽培を左右する重要な要因である．そこで，山口県での早播栽培にどのような品種が適するかを探るため，秋播性程度の異なる3品種を用い，播種期から二重隆起期，頂端小穂分化期までの日数と積算温度を比較・検討した．

材料と方法

本試験は，1998年～2011年の11作期に山口大学農学部付属農場において，秋播性程度の異なるコムギ3品種を早播栽培と慣行播栽培で栽培し，生長点での幼穂分化過程を実体顕微鏡で観察した．幼穂分化過程は，二重隆起期と頂端小穂分化期を特定し，播種期から二重隆起期，播種期から頂端小穂分化期といった生育相の日数により評価した．

2012年11月6日受理．連絡責任者：高橋肇　〒753-8515 山口県山口市吉田1677-1
TEL 083-933-5840，FAX 083-933-5840，tadashit@yamaguchi-u.ac.jp

第1表　1998/1999年から2010/2011年までに実施した試験における播種期と供試品種.

年次	早播栽培	慣行播栽培	農林61号	イワイノダイチ	あきたっこ
1998/1999年	10月 6日	11月21日	○	−	○
1999/2000年	10月11日	12月 3日	○	○	○
2000/2001年	10月 2日	11月30日	○	○	○
2001/2002年	10月 4日	11月22日	○	○	○
2002/2003年	10月 1日	11月19日	○	−	○
2005/2006年	10月 4日	11月 5日	−	○	○
2006/2007年	10月 3日	11月16日	−	○	○
2007/2008年	10月16日	11月20日	−	○	○
2008/2009年	10月 7日	12月 2日	○	○	○
2009/2010年	10月 6日	11月27日	○	○	○
2010/2011年	10月12日	11月16日	○	○	○

さらにこれらの生育相は，日数に加えて，その期間の平均気温や積算温度により比較・検討した.

供試3品種は，農林61号，イワイノダイチ，あきたっこことした．農林61号は九州で育成され，秋播性程度がIIである．イワイノダイチは九州で育成され，秋播性程度がIVである（田谷ら2003）．あきたっこは東北で育成され，秋播性程度がVである（星野ら1993）.

播種は，1998/1999年，1999/2000年，2000/2001年では，2.5 cm間隔に一粒ずつ種子を梱包したシードテープを20 cm間隔で埋め込むことで行った．2001/2002年，2002/2003年では，400粒 m^{-2} を条間20 cmで手播きした後，間引きして栽植密度を200個体 m^{-2} とした．2005/2006年，2006/2007年，2007/2008年，2008/2009年，2009/2010年では，300粒 m^{-2} を条間20 cmで手播きした．2010/2011年では，200粒 m^{-2} を条間20 cmで手播きした.

肥料は，1998/1999年では，窒素8 gm^{-2}，リン酸10 gm^{-2}，カリ8 gm^{-2}，1999/2000年，2000/2001年，2001/2002年，2002/2003年，2005/2006年，2006/2007年，2008/2009年，2009/2010年，20010/2011年では，窒素16 gm^{-2}，リン酸10 gm^{-2}，カリ8 gm^{-2} の割合で，単肥（硫安，過燐酸石灰，塩化カリ）で全量基肥として施用した．2007/2008年は，窒素16 gm^{-2}，リン酸20 gm^{-2}，カリ16 gm^{-2} の割合で，複合肥料（燐加安464）で全量基肥として施用した.

播種期は早播栽培では10月1日から10月16日まで（早播栽培区）とし，慣行播栽培では，11月5日から12月3日まで（慣行播栽培区）とした（第1表）．早播栽培は山口県での慣行の播種期である11月中下旬よりも1ヵ月半早く設定した．なお，農林61号は全11作期のうち8作期について，イワイノダイチは9作期について，あきたっこは11作期について播種試験した.

二重隆起期と頂端小穂分化期は，生長点を実体顕微鏡下で観察することによって，月日を特定した（張ら2008）．二重隆起期は幼穂に苞原基と小穂原基が二重隆起の形を示した時期，頂端小穂分化期は最頂端の小穂原基が分化した時期とした（Porterら1987）．なお，二重隆起期と頂端小穂分化期はそれぞれ，稲村ら（1955）の判断基準の第VII期（前期），第VIII期に相当する．これら幼穂分化過程は，各品種について中庸な3個体を掘り取り，実体顕微鏡下で観察し，デジタルカメラで撮影した写真を用いて判断した.

生育日数は，特定した二重隆起期と頂端小穂分化期の月日をもとに，播種期から二重隆起期，頂端小穂分化期までの期間について計算した.

積算温度は，Weirら（1984）の方法に準じて，基準温度は1℃として，以下のような計算式で計算した.

積算温度（℃・日）= Σ 有効温度

有効温度＝日平均気温－基準温度

平均気温は，播種期から二重隆起期，二重隆起期から頂端小穂分化期までの積算温度を生育日数で除して求めた．なお，本試験で用いた日平均気温は，山口市内の気象台で測定されたデータを引用した.

また，本実験では出穂期調査を行った．出穂期は，1999/2000，2001/2002，2002/2003，2008/2009の計4作期で行い，調査区全体の半分が出穂した時期とした.

結　　果

第2表は，農林61号，イワイノダイチ，あきたっこを1998年から2011年の山口県山口市で早播栽培および慣行播栽培して観察した二重隆起期と頂端小穂分化期に要する生育日数と積算温度を示した.

二重隆起期は，農林61号が，早播栽培区で，11月8日から11月20日までに，慣行播栽培区で2月6日から2月22日までに，イワイノダイチが，早播栽培区で11月25日から1月14日までに，慣行播栽培区で1月25日から2月24日までに，あきたっこが早播栽培区で12月30日から2月27日までに，慣行播栽培区で，2月7日から3月21日までに観察された.

頂端小穂分化期は，農林61号が，早播栽培区で，11月17日から12月7日までに，慣行播栽培区で2月24日から3月21日まで，イワイノダイチが，早播栽培区で12月28日から2月16日までに，慣行播栽培区で2月15日か

第2表 コムギ品種農林61号，イワイノダイチ，あきたっこを1998年から2011年の山口県山口市で早播栽培および慣行播栽培して観察した二重隆起期と頂端小穂分化期に要する生育日数と積算温度.

品種 栽培区	二重 隆起期	頂端 小穂分化期	生育日数（日）			積算温度（℃・日）		
			播種期 ～ 二重隆起期	二重隆起期 ～ 頂端小穂分化期	播種期 ～ 頂端小穂分化期	播種期 ～ 二重隆起期	二重隆起期 ～ 頂端小穂分化期	播種期 ～ 頂端小穂分化期
農林61号								
早播栽培区	11月8日 ～11月20日	11月17日 ～12月7日	39 ± 3	13 ± 3	52 ± 6	596 ± 52	109^{ns} ± 15	706 ± 59
慣行播栽培区	2月6日 ～2月22日	2月24日 ～3月21日	84 ± 5	19 ± 1	104 ± 6	403 ± 28	119 ± 24	523 ± 34
イワイノダイチ								
早播栽培区	11月25日 ～1月14日	12月28日 ～2月16日	73^{ns} ± 15	34 ± 14	107^{ns} ± 14	836 ± 69	142^{ns} ± 75	978 ± 95
慣行播栽培区	1月25日 ～2月24日	2月15日 ～3月17日	80 ± 6	22 ± 7	102 ± 9	409 ± 36	115 ± 34	523 ± 47
あきたっこ								
早播栽培区	12月30日 ～2月27日	2月26日 ～3月27日	114^{ns} ± 15	40 ± 12	154 ± 6	1022 ± 67	204 ± 48	1227 ± 88
慣行播栽培区	2月7日 ～3月21日	3月15日 ～4月4日	104 ± 11	20 ± 11	124 ± 9	543 ± 79	143 ± 56	686 ± 58

注1）積算温度は1℃を基準温度として計算した.
注2）nsは，t検定の結果，早播栽培区が慣行播栽培区と比べ有意差がないことを示し，その他は早播栽培区が慣行播栽培区よりも5%水準で有意に長い（高い）もしくは短い（低い）ことを示す.

ら3月17日までに，あきたっこが早播栽培区で2月26日から3月27日までに，慣行播栽培区で，3月15日から4月4日までに観察された.

出穂期は，農林61号が，早播栽培区で3月2日から3月28日までに，慣行播栽培区で，4月9日から4月25日までに，イワイノダイチが，早播栽培区で3月18日から4月6日までに，慣行播栽培区で4月7日から4月20日までに，あきたっこが早播栽培区で4月7日から4月25日までに，慣行播栽培区で4月23日から5月6日までに観察された．イワイノダイチは，早播栽培すると，農林61号の早播栽培区よりも遅く出穂し，慣行播栽培区よりも早く出穂した.

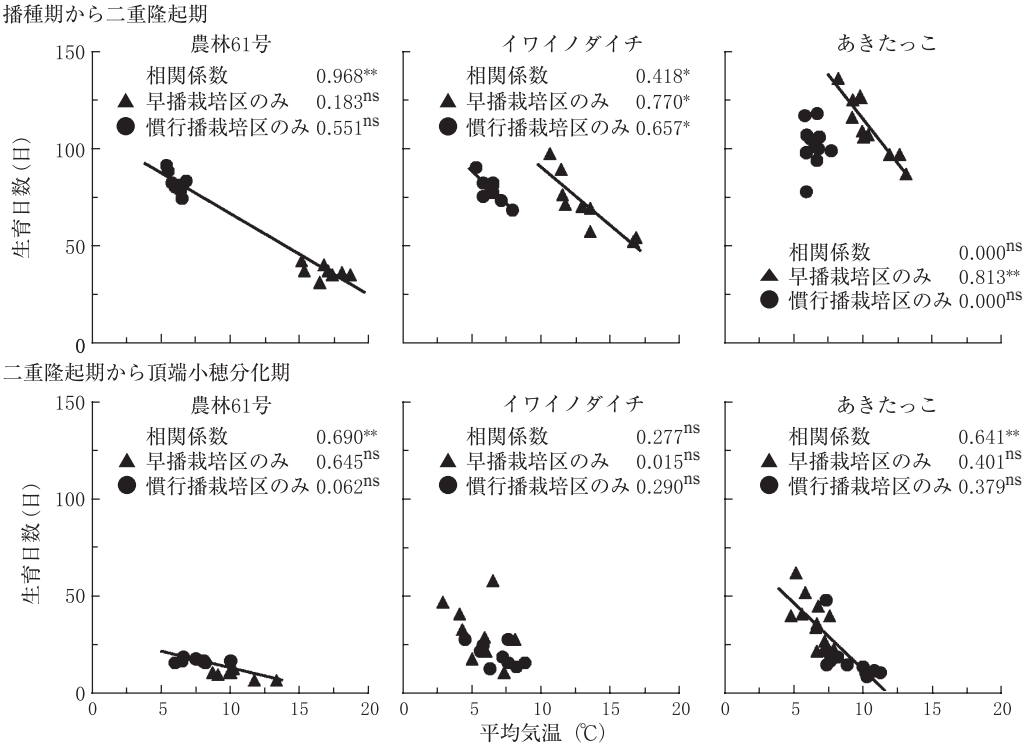
生育日数は，播種期から二重隆起期において，農林61号では，早播栽培区が39日と慣行播栽培区の84日よりも短く，イワイノダイチでは，早播栽培区が73日と慣行播栽培区の80日と同程度であり，あきたっこでは，早播栽培区が114日と慣行播栽培区の104日と同程度であった．標準偏差は，イワイノダイチとあきたっこにおいて，それぞれ早播栽培区が±15と大きかった.

二重隆起期から頂端小穂分化期において，農林61号では，早播栽培区が13日と慣行播栽培区の19日よりも短く，イワイノダイチでは，早播栽培区が34日と慣行播栽培区の22日よりも長く，あきたっこでは，早播栽培区が40日と慣行播栽培区の20日よりも長かった．早播栽培区の標準偏差は，イワイノダイチが±14，あきたっこが ±12と農林61号の±3よりも大きかった．慣行播栽培区では，標準偏差は，あきたっこが±11，イワイノダイチが ±7と大きく，農林61号が±1と小さかった.

播種期から頂端小穂分化期において，農林61号では，早播栽培区が52日と慣行播栽培区の104日よりも短く，イワイノダイチでは，早播栽培区が107日と慣行播栽培区の102日と同程度であり，あきたっこでは，早播栽培区が154日と慣行播栽培区の124日よりも長かった．早播栽培区の標準偏差は，イワイノダイチが±14と，あきたっこ，農林61号の±6よりも大きかった．慣行播栽培区では，標準偏差は，あきたっこが±9，イワイノダイチが ±9と大きく，農林61号が±6と小さかった.

なお，標準偏差は，早播栽培区のあきたっこでは，播種期から二重隆起期において±15，二重隆起期から頂端小穂分化期において±12と大きかったものの，播種期から頂端小穂分化期においては±6と小さかった．これは，播種期から二重隆起期までが長かった場合，二重隆起期から頂端小穂分化期までが短く，播種期から二重隆起期までが短かった場合，二重隆起期から頂端小穂分化期までが長かったためであり，例えば，2000/2001年では播種期から二重隆起期までが89日，二重隆起期から頂端小穂分化期までが64日であったのに対し，2008/2009年では播種期から二重隆起期までが129日，二重隆起期から頂端小穂分化期までが25日であり，播種期から頂端小穂分化期までは，2000/2001年では153日，2008/2009年では154日であった.

積算温度は，播種期から二重隆起期において，農林61号では，早播栽培区が596℃・日と慣行播栽培区の403℃・日よりも高く，イワイノダイチでは，早播栽培区が836℃・日と慣行播栽培区の409℃・日よりも高く，あきたっ



第1図　播種期から二重隆起期および二重隆起期から頂端小穂分化期でのコムギ3品種の早播栽培区，慣行播栽培区における生育日数と平均気温との関係.

注1）相関係数は早播栽培区，慣行播栽培区を込みにして計算したうえで，それぞれの区のみのものも計算した.

注2）▲は早播栽培区を，●は慣行播栽培を示した.

注3）*，** はそれぞれ5%，1%水準で有意であり，ns は有意でないことを示す.

こでは，早播栽培区が1022℃・日と慣行播栽培区の543℃・日よりも高かった．早播栽培区の品種間差は大きく，慣行播栽培区では品種間差が小さかった.

二重隆起期から頂端小穂分化期において，農林61号では，早播栽培区が109℃・日と慣行播栽培区の119℃・日と同程度であり，イワイノダイチでは，早播栽培区が142℃・日と慣行播栽培区の115℃・日と同程度だった．あきたっこでは，早播栽培区が204℃・日と慣行播栽培区の143℃・日よりも高かった．早播栽培区の品種間差は差が大きく，慣行播栽培区では品種間差が小さかった.

播種期から頂端小穂分化期において，農林61号では，早播栽培区が706℃・日と慣行播栽培区の523℃・日よりも高く，イワイノダイチでは，早播栽培区が978℃・日と慣行播栽培区の523℃・日よりも高く，あきたっこでは，早播栽培区が1227℃・日と慣行播栽培区の686℃・日よりも高かった．播種期から二重隆起期，二重隆起期から頂端小穂分化期，播種期から頂端小穂分化期ともに早播栽培区では品種間差が大きく，慣行播栽培区では品種間差が小さかった．特に，慣行播栽培区では農林61号とイワイノダイチはほぼ同じであった.

第1図は，コムギ3品種の早播栽培区，慣行播栽培区における播種期から二重隆起期および二重隆起期から頂端小穂分化期における生育日数と平均気温との関係を示した.

播種期から二重隆起期までの生育日数は，農林61号では早播栽培区と慣行播栽培区とを込みにして，平均気温との間に1%水準で有意な負の相関関係が認められた．イワイノダイチでは早播栽培区，慣行播栽培区それぞれにおいて平均気温との間に，5%水準で有意な負の相関関係が認められた．あきたっこは早播栽培区においてのみ，平均気温との間に1%水準で有意な負の相関関係が認められた．なお，平均気温は，いずれの品種も慣行播栽培区で6℃付近であった.

二重隆起期から頂端小穂分化期の生育日数は，農林61号では早播栽培区と慣行播栽培区とを込みにして，平均気温との間に1%水準で有意な負の相関関係が認められた．イワイノダイチでは，平均気温との間に有意な相関関係は認められなかった．あきたっこでは，早播栽培区と慣行播栽培区を込みにして，平均気温との間に1%水準で有意な負の相関関係が認められた.

考　　察

本研究の結果，二重隆起期，頂端小穂分化期といった幼穂分化に係る生育ステージに至るまでの生育日数は，早播栽培区が農林61号では短く，イワイノダイチでは慣行播

栽培区と変わらず，あきたっこでは長かった．一方，積算温度は早播栽培区が 3 品種とも慣行播栽培区よりも大きかったが，その程度は農林 61 号で小さく，あきたっこで大きかった（第 2 表）．

福嶌（2003）は，10 月下旬播きの早播栽培区において，春播性品種のチクゴイズミで，播種期から茎立期までの日数が，11 月下旬播種区よりも短くなることを報告している．さらに，チクゴイズミを早播栽培することで，播種期から二重隆起期までの発育速度が，平均気温が上昇するにつれて増加することを報告した（福嶌ら 2002）．

一方，福嶌（2003）は，早播栽培において，秋播性品種のイワイノダイチでは，播種期から二重隆起期までの日数が播種後の高い平均気温下でも短くならないことを示した．小野ら（2003）も，イワイノダイチは，早播栽培において，茎立期が，春播品種のチクゴイズミよりも遅くなることを報告した．佐藤ら（2002）も同様に，イワイノダイチは，中山間地の 10 月播種区において，茎立期がチクゴイズミに比べ遅くなることを報告した．さらに，高橋ら（2010）は，秋播性品種のあきたっこは，早播栽培しても，頂端小穂分化期が慣行播栽培したイワイノダイチよりも遅く観察されたことを報告した．また，岩渕ら（1999）は，早播栽培において，イワイノダイチの茎立期がチクゴイズミよりも 20 日遅れ，慣行播栽培すると 2 日遅れると報告した．

このように，早播栽培は，春播性品種であれば播種後の高い平均気温により生育が促進され，幼穂分化期までの日数が大きく減少する．ただし，これは気温が高くなることによるためと考えられ，本研究では播種から二重隆起期および頂端小穂分化期までの積算温度は大きく変化しなかった．これに対して秋播性品種では，春化に低温を要求するため，播種から二重隆起期および頂端小穂分化期までの日数は減少せず，春化するまでに積算された温度により積算温度が大きく増加したと考えられた．

春化はある程度の低温が一定期間続くことにより，幼穂の分化を早めることで知られている．Weir ら（1984）は，春化の効果を出芽期から二重隆起期までに，3℃から 10℃までの温度範囲で生育が促進するようにモデル化した．後藤（1976）は秋播性程度の分類に，8℃での低温処理を用いた．Brooking and Jamieson（2002）は，春化に対する感受性のみの異なる準同質遺伝子系統を用い，低温長日の春化処理が止葉までの葉数を減らすことで生育を促進させたことを報告した．このように，低温春化では 10℃以下の低温を経験することで葉分化を中断して早期に幼穂分化していることが伺われる．

また，後藤（1976）は，連続した低温処理を行い，秋播性 IV の品種は，35～45 日の低温処理でほぼ春化が終了するようであるが，V 以上の品種では，この程度の処理では不十分であり，45 日間の処理でも春化終了に至らなかったこと報告している．山口市では 11 月下旬から平均気温が 10℃を下回るようになるため，慣行播栽培区では 11 月下旬の播種直後から，低温春化が進む温度帯で生育が進むことになる．このため，イワイノダイチの慣行播栽培区では，播種直後に春化したことにより，春播性品種の農林 61 号と同程度の日数で二重隆起期，頂端小穂分化期を迎えたと考えられた．一方，あきたっこも播種直後に低温条件にあったものの，秋播性程度が V とイワイノダイチの IV よりも高く，春化を終了するのにより多く日数を要したため，播種から二重隆起期および頂端小穂分化期までの期間が長くなったと考えられた．

一方，豊田ら（2004）は，イワイノダイチを遅播きすると秋播性程度の低いチクゴイズミやさぬきの夢 2000 よりも花芽分化期が早くなることを示した．秋播性であっても基本栄養成長性の小さい品種などは，生育初期から春化に必要な十分な低温に遭遇することで春播性の品種よりも早く幼穂分化することもあるようである．

山口県では，コムギはこれまで農林 61 号のような春播性の品種を用いて 11 月中下旬に播種し，出芽後低温で経過し，厳冬期を過ぎてから幼穂形成するように栽培されてきた．小野ら（2003）は，イワイノダイチは幼穂凍死型寒害の発生が，秋播性程度の低いチクゴイズミよりも少ないことを示し，寒害回避で安全な播種期は 11 月 3 半旬以降であることを報告した．また岩渕ら（1999）は，イワイノダイチが早播きした場合に幼穂凍死が少なく，11 月 5 日播きで発生がなかったことを報告した．よって，イワイノダイチは，11 月上旬に播種した場合には，秋播性を有することから，農林 61 号よりも幼穂分化が遅れるため，厳冬期前に幼穂分化することがなく，また，11 月中下旬に播種した場合には，低温により春化が促進され，農林 61 号と同時期の厳冬期を過ぎたころに幼穂形成することができたと考えられた．小野ら（2003）と岩渕ら（1999）ともに，茎立期における -3℃程度以下の低温を回避できる播種期を播種の早限としていることから，山口県においても −3℃程度以下の厳冬期をすぎた頃に茎立期を迎えることで，幼穂凍死型寒害を避けることが期待できる．

近年，山口県では水稲の早生品種であれば 9 月中に収穫してしまう場合もあり，10 月のまだ圃場が乾きやすい時期にコムギを播種できるのであればコムギの作付面積をさらに広げて行くことも期待される．そこで，山口県で 10 月に播種できるコムギ品種は，あきたっこのように秋播性が V 程度であれば，基本栄養成長性が小さく 11 月下旬の 10℃を下回る低温に遭遇してから幼穂分化するまでの日数が短いタイプのものが，さらにイワイノダイチのように秋播性が IV 程度であれば，基本栄養成長性が大きく生育初期の 10℃以上の高温条件下においても幼穂分化するまでの日数が長くなるタイプのものが，早播き適性の一つを有するものとして望まれよう．また，このようなタイプのものが慣行播栽培したときにどのような幼穂形成過程を示すのか，秋播性程度や基本栄養成長性以外の特性が幼穂形成

過程にどのように影響するのかについてなど，さらなる検討が必要であろう．

引用文献

Brooking, I.R. and P.D. Jamieson 2002. Temperature and photogeriod response of vernalization in near-isogenic lines of wheat. Field Crops Res. 79 : 21-38.

Delecolle, R., R.K.M. Hay, M. Guerif, P. Pluchard and C. Varletfrancher 1989. A method of describing the progress of apical development in wheat, based on the time-course lf organogenesis. Field Crops Res. 21 : 147-160.

江口久夫・島田信二 2000. コムギの発育日数の変動要因の解析と生育期予測. 日作紀 69 : 49-53.

福嶌陽･楠田宰･古畑昌己 2002. 気象変動下における秋播性コムギ「イワイノダイチ」の開花期の予測. 日作紀 71（別 2）: 82-83.

福嶌陽 2003. 小麦の早生化に関する育種的展望と栽培技術. 冬作物研究 3 : 29-33.

福嶌陽 2006. 暖地で早播き栽培した秋播性早生コムギ品種イワイノダイチの生育特性・収量形成に基づいた栽培技術の開発. 九州沖縄農研報告 48 : 125-181.

後藤虎男 1976. コムギにおける春化要求度の品種間差に関する研究. 育雑 26 : 307-327.

星野次汪・伊藤誠治・佐藤暁子・渡辺満・田野崎真吾・谷口義則・後藤虎男・藤原秀雄・北原操一・上田邦彦・中島秀治 1993. 小麦新品種「あきたっこ」の育成. 東北農試研報 87 : 33-53.

稲村宏・鈴木幸三郎・野中舜二 1955. 大麦及び小麦の幼穂分化基準について. 関東東山農業試験場研究報告 8 : 75-81.

石川直幸・長嶺敬・谷中美貴子・高山敏之・田谷省三・甲斐由美・谷尾昌彦・佐藤淳一・村上泰臣・住田哲也 2005. 製麺適性の優れる早生・短稈小麦品種「ふくさやか」の育成. 近中四農研報 4 : 25-37.

岩渕哲也・浜地勇次・尾形武文 1999. 秋播性程度が異なる小麦の幼穂凍死の実態. 日作九支報 65 : 4-5.

村松修・北川壽・下坪訓次 1988. 播種期の違いによる暖地コムギの物質生産と収量の変化. 日作九支報 55 : 69-72.

小野和也・川津浩一・宇都宮隆一 2003. 大分県平坦部における秋播性小麦品種「イワイノダイチ」の播種早限. 日作九支報 69 : 25-27.

Porter, J.R., E.J.M. Kirby, W. Day, J.S. Adam, M. Appleyard, S. Ayling, C.K. Baker, P. Beale, R.K. Belford, P.V. Biscoe, A. Chapman, M.P. Fuller, J. Hampson, R.K.M. Hay, M.N. Hough, S. Matthews, W.J. Thompson, A.H. Weir, V.B.A. Willington and D.W. Wood 1987. An analysis of morphological development stages in Avalon winter wheat crops with different sowing dates and at ten sites in England and Scotland. J. Agric. Sci., Camb. 109 : 107-121.

佐藤吉昭・大友孝憲・平山孝行 2002. 中山間地域で栽培した秋播性小麦品種「イワイノダイチ」における茎立特性と幼穂凍死発生の関係. 日作九支報 68 : 19-23.

高橋肇・張立・松澤智彦・藤本香奈・山口真司・Md Alamgir Hossain・荒木英樹 2010. 山口県で早播栽培した秋播性程度が III～V のコムギ品種の収量性に対する幼穂形成期間における窒素追肥処理の効果. 日作紀 79 : 468-475.

田谷省三・塔野岡卓司・関昌子・平将人・堤忠宏・氏原和人・佐々木昭博・吉川亮・谷口義則・坂智広 2003. 小麦新品種「イワイノダイチ」の育成. 九州沖縄農研報 42 : 1-18.

冨久保男・岡武三郎・杉本真一・河原祐志 1994. 冬期の気温及び播種期からみた麦の穂揃期の予測. 日作中支集録 35 : 29-30.

Toyota, M., I. Tsutsui, A. Kusutani and K. Asamura 2001. Initiation and development of spikelets and florets in wheat as influenced by shading and nitrogen supply at the spikelet phase. Plant Prod. Sci. 4 : 283-290.

豊田正範・小林洋介・三好祐介・安村直子・楠谷彰人・浅沼興一郎 2004. 播種期によるコムギ主茎の葉, 小穂および小花の分化数成立過程の変異. 日作紀 73 : 10-17.

張立・高橋肇・松澤智彦・藤本香奈・山口真司 2008. 山口県での早播栽培がコムギ品種の幼穂形成における小花分化パターンに及ぼす影響. 日作紀 77 : 467-473.

Weir, A.H., P.L. Bragg, J.R. Porter and J.H. Rayner 1984. A winter wheat crop simulation model without water or nutrient limitations. J. Agric. Sci., Camb. 102 : 371-382.

Effect of Temperature During Early Growth Period on the Time of Double Ridge Stage and Terminal Spikelet Stage in Three Wheat Cultivars with Different Degree of Winter Habit : Eiichiro KAMADA, Tadashi TAKAHASHI, Natsumi KANEOKA, Hideki ARAKI and Ken-Ichi TANNO (*Fac. of Agr., Yamaguchi Univ.*)

Abstract : The effects of temperature during the early growth period in Yamaguchi Prefecture, influenced on the time of two spike differentiation stages, double ridge stage and terminal spikelet stage were examined from 1998 to 2011 using three wheat cultivars, Norin 61, Iwainodaichi and Akitakko whose degree of winter habit were II, IV and V, respectively. The seeds were sown in early October (early sowing) and in November to early December (conventional sowing). The period from sowing to double ridge stage and that to the terminal spikelet stage were shorter in early sowing than in conventional sowing in Norin 61, longer in Akitakko, and nearly the same in both early and conventional sowing in Iwainodaichi. The cumulative temperature was greater in early sowing than in conventional sowing in all cultivars, but the difference was small in Norin 61 and large in Akitakko. In spring wheat such as Norin 61, growth in the early stage was promoted by early sowing due to the higher temperature in the early growth stage resulting in reduced days to spike differentiation. However, in winter wheat such as Akitakko, spike differentiation was not completed (terminal spikelet did not differentiate) before March in early sowing, because a longer period was required for vernalization. In moderate winter wheat such as Iwainodaichi, the plants were vernalized before the severe cold season in early sowing resulting in earlier terminal spikelet stage than in conventional sowing.

Key words : Accumulated temperature, Double ridge stage, Early sowing, Terminal spikelet stage, Wheat, Winter habit.