

短日処理による到穂日数の短縮が水稻の開花期耐冷性に及ぼす影響について

丹野久*・木下雅文・木内均・平山裕治・沼尾吉則

(北海道立上川農業試験場)

要旨: 1999, 2000 年に東北以南の日本水稻 14 品種と中国雲南省 3 品種について短日処理による到穂日数の短縮が開花期耐冷性に及ぼす影響を検討した。自然日長のみ区と 5.5 葉期頃から 14 日間, 8 時間日長の短日処理 (処理期間以外は自然日長) を行った短日処理区を比較した。冷温処理は $15 \times 5 \times 10$ cm の方形ポットに主稈 8 本植の材料を 50 % 遮光幕付き人工気象室で出穂日から 15 日間, 17.5°C で行った。その結果, 短日処理区では自然日長区に比べ到穂日数が 3~54 日, 平均で 28 日 ($n=17$) 短くなった。自然日長区の到穂日数が長い品種ほど短日処理による到穂日数の短縮期間が長かった ($r=0.926^{**}$, $n=17$)。開花期耐冷性検定の処理開始日となる出穂日の分散の大きさを, 各品種の到穂日数から最短の品種の到穂日数を減じた日数の標準偏差により検討すると, 短日処理区は自然日長区よりも小さかった。短日処理による開花期耐冷性の変動値 (冷温処理区の稔実歩合について短日処理区から自然日長区を減じた値) は自然日長区の到穂日数が長く, 短日処理による到穂日数の短縮程度が大きい品種ほど大きく (それぞれ $r=0.666^{**}$, 0.536^{*} , いずれも $n=16$, 以下同じ), また, 短日処理による出穂前 3~後 5 日の平均日照時数の変動値が大きい品種ほど大きい傾向があった ($r=0.741^{**}$)。しかし, 両区の開花期耐冷性検定結果の間には $r=0.830^{**}$ の有意な高い正の相関関係があることから, 短日処理は検定結果を大きく変動させずに材料養成期間と検定処理期間を短縮できるため, 検定の労力を軽減するために有効と思われた。

キーワード: 開花期, 自然日長, 水稻, 耐冷性, 短日処理。

水稻の障害型耐冷性について開花期は穂ばらみ期に次ぐ危険期であり, 寒地稲作を安定させるためには育成品種の穂ばらみ期耐冷性だけでなく開花期耐冷性も向上させることが重要である。開花期耐冷性が強い品種を育成するには最初に開花期耐冷性の遺伝資源評価を広範に行い, その結果を交配母本の選定に利用することが必要である。

しかし, 日本全国の品種や外国品種の開花期耐冷性を検定する場合, 到穂日数の変異が長期にわたるため, 材料養成のみならず検定に要する労力が北海道品種のみのような短く類似した到穂日数の場合に比べ極めて大きくなる。著者らの北海道における試験例 (丹野ら 2000 b, 2001) では北海道品種のみであれば到穂日数は 54~72 日であるが, 東北以南の品種では長くなり, 九州の最も長い品種については 132 日にも達する。また, これらの品種を同一年次に検定するためには, 出穂が続く 78 日間にわたり出穂の確認や検定作業を行うため多大な労力が必要となる。外国品種についても, 国際イネ研究所による「International Rice Cold Tolerance Nursery」には世界各国の耐冷品種, 系統が供試されているが, 供試材料のほとんどが北海道品種よりも出穂期が遅く (注: 1990~'96 年度 水稻新品種育成試験成績書 北海道立上川農業試験場), 開花期耐冷性を検定するには日本全国の品種以上に大きな労力が必要となる。

日本の稲育成地においては交配材料の出穂を早めるため一般に短日処理が行われているものの (滝田 1996), 到穂日数の短縮程度の大小は品種によって異なっている。短日処理による到穂日数の短縮が開花期耐冷性に影響しないのであれば, 短日処理を検定材料の養成方法に取り入れ, 省

力化を図ることが可能であろう。実際に開花期耐冷性の評価を行った試験における材料養成時の日長条件については, 自然日長条件 (松永ら 1985, 丹野ら 2000 a, b, 2001), 人工光による 12 時間一定 (佐竹 1981, 細井 1989 a, b, 戴・刈屋 1994), さらに北海道品種は自然日長条件とし東北以南の日本品種あるいは外国品種は人工光による 12 時間一定 (佐竹・小池 1982, 刈屋ら 1986) とした報告が多い。しかし, これらの報告も含め材料養成時における日長条件の違いが開花期耐冷性の評価に及ぼす影響についての知見は極めて少ない。

また, 検定法について著者らは, 人工気象室内で軽量な小型方形ポットを用いた開花期耐冷性の簡易検定法を開発し (丹野ら 2000 a), 北海道の新旧品種と耐冷育成系統および東北以南の主要品種の開花期耐冷性評価を行い, 「極強」から「極弱」までの大きな品種間差異とその地域の特徴を明らかにした (木下ら 1999, 丹野ら 2000 b, 丹野ら 2001)。

そこで本研究では, 東北以南の日本品種および中国雲南品種を用いて短日処理を行い到穂日数を短縮した材料および自然日長のみで養成した材料の開花期耐冷性を簡易検定法により評価した。さらに, 短日処理による到穂日数の短縮が開花期耐冷性に及ぼす影響を明らかにするとともに, 短日処理を利用した省力的な検定法の可能性を検討した。

材料と方法

試験は 1999, 2000 年に北海道立上川農業試験場 (北海道 上川郡 比布町) において行った。供試品種は, 東北以南

第1表 自然日長および短日処理養成栽培における開花期耐冷性検定結果。

品種名	育成地	自然日長区			短日処理区			短日処理による変動値	
		冷温処理区		対照区	冷温処理区		対照区	到穂日数(日)	稔実歩合(%)
		到穂日数(日)	稔実歩合(%)		到穂日数(日)	稔実歩合(%)			
藤坂5号	青森	86	77	100	73	59	99	-13	-18
レイメイ	青森	87	52	99	83	42	98	-4	-10
中母42	青森	87	90	97	70	80	99	-17	-10
亀の尾	山形	87	9	91	79	13	84	-8	4
キヨニシキ	秋田	93	15	98	88	19	97	-5	4
オオトリ	青森	99	78	100	81	84	99	-18	6
トヨニシキ	秋田	100	9	87	97	38	93	-3	29
はえぬき	山形	102	68	99	80	80	98	-22	12
染分	福島	108	59	99	79	84	99	-29	25
キヌヒカリ	新潟	112	53	98	80	87	97	-32	34
Xiao Ma Gu	雲南	114	58	96	70	31	67	-44	-27
日本晴	愛知	121	1	94	89	3	97	-32	2
アキニシキ	新潟	122	23	85	77	58	99	-45	35
攀農1号	雲南	122	55	93	74	75	98	-48	20
農林22号	兵庫	127	66	99	78	81	97	-49	15
ミナミニシキ	宮崎	132	12	96	81	46	96	-51	34
麗江新団黒谷	雲南	132	61	87	78	75	85	-54	14
品種平均 (n=16*, 17)		108	46*	95*	80	58*	96*	-28	12*

短日処理は5.5葉期頃から14日間。到穂日数は播種日(5月11, 12日)からの日数。短日処理による変動値は短日処理区から自然日長区を減じた値。「Xiao Ma Gu」については短日処理区の対照区の稔実歩合が67%と他品種に比べ特に低かったため、稔実歩合に関する平均(*)から除いた。育成地、雲南は中国雲南省。

の14品種および中国雲南省の耐冷在来3品種である(熊1995, 第1表)。1999年は、自然日長条件下で養成し開花期耐冷性を調査し(自然日長区)、2000年は、短日処理を行い到穂日数を短縮させて開花期耐冷性を検定した(短日処理区)。但し、自然日長区の「中母42」、「はえぬき」、「キヌヒカリ」の3品種は2ヵ年、「麗江新団黒谷」は2000年に供試し、2ヵ年供試した品種については平均値を用いた。

材料の養成は、縦15×横5×高さ10cmの有穴方形ポットに同一品種を直列に8株、1株2粒播きし、後に1本立てとし、分けつを切除し主稈のみとして行った。播種は1999, 2000年にそれぞれ5月11, 12日、分けつの切除は6月10, 8日に行った。深さ11cm程度に湛水したバット(材料養成には縦61×横37×高さ12.5cm, 冷温処理には縦51×横35×高さ13cm)に16~18ポットを配置して栽培した。施肥は化成肥料(N, P₂O₅, K₂Oを各16, 18, 16%含む)をポット当たり窒素成分量で0.13g施与した。

開花期冷温処理前の材料養成は、穂ばらみ期の冷温の影響を除くため生育初期には加温装置付きガラス室で、その後1999, 2000年にそれぞれ6月10, 13日に平均気温22°C(9:00~17:00は26°C, 他は20°C)に設定した自然光による人工気象室に移動して行った。

短日処理はガラス室内に設置された暗幕による短日処理装置を用い、夕方17:00から翌日9:00まで暗黒条件と

しその他は自然光による8時間日長である。8時間日長としたのは北海道立上川農業試験場において北海道品種に比べ出穂の遅い北海道以外に由来する交配母本の出穂を早めるために以前から用いてきたことによる。処理開始は5.5葉期頃に当たる6月13日から14日間とした。6月13日としたのは以下の理由による。1998年に東北6品種、「日本晴」、中国雲南省2品種の計9品種を供試して、6月16日~7月14日(28日間)の短日処理により予備試験を行ったところ、中国雲南省品種が最も早く7月20日に出穂を始めた。短日処理による穂ばらみ期耐冷性への影響を避けることを考慮すれば、冷温による穂ばらみ期の不稔発生が生じる出穂前23日間(Satake 1991)より以前に14日間の短日処理が終了する必要があると考えられた。すなわち、7月20日から計37日を差し引いて求めた日、6月13日を短日処理開始日とした。処理終了後は人工気象室内で養成した。なお、短日処理区では短日処理終了後23日目に最も早い品種が出穂日となった。

冷温処理は自然光による人工気象室に移して行った。但し、直射日光による気温の較差を小さくするため人工気象室内の天井部に遮光率50%の幕を張った。冷温処理は出穂日の17:00から開始し、処理期間は出穂日から15日間、17.5°Cの連続処理である。各品種とも短日処理区は5ポット、自然日長区は6ポットを用意し、穂(個体)毎に出穂日の札付けを行った。当日出穂の穂が多いポットを選び1品種10穂以上の処理を目標に冷温処理を行った。出

穂日は、前日の17:00以降から当日の処理開始直前までに穂先が止葉葉鞘の先端からわずかも抽出した日とした。冷温処理に供試しなかった1~2ポットを対照区とした。また、処理に当たり人工気象室内の日照条件が偏らないように人工気象室の前面ガラス側、中央、機械室側の3域に均等にポットを配置した。

稔実調査は成熟期に穂毎に触手により行なった。1ポット8個体には観察による生育差がみられなかったため、全個体を調査対照とした。対照区は8~9穂を調査した。

結 果

第1表に自然日長区と短日処理区における到穂日数および開花期耐冷性を示した。到穂日数は自然日長区で86~132日、平均で108日であった。それに対し、短日処理区では、70~97日、平均で80日であり、自然日長区に比べ3~54日、平均で28日短くなった。自然日長区の到穂日数は育成地の緯度が低い品種ほど長かった ($r = -0.732^{**}$, $n = 17$ 。日本品種のみでは $r = -0.869^{**}$, $n = 14$)。また、第1図のように自然日長区における到穂日数が長い品種ほど短日処理による短縮程度は大きかった ($r = 0.926^{**}$, $n = 17$)。

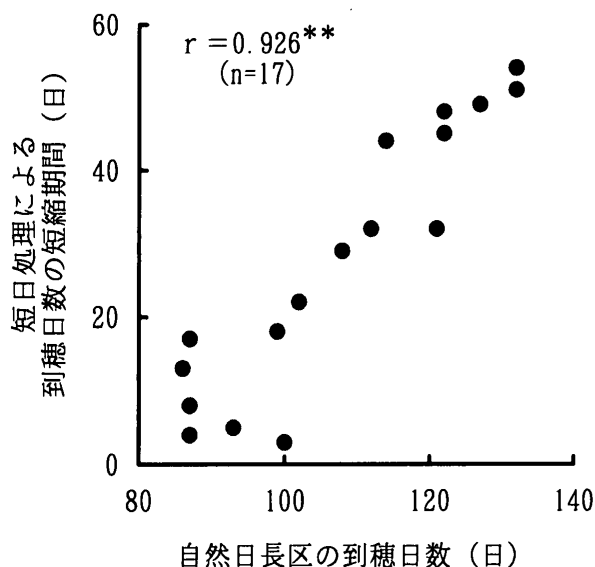
さらに、開花期耐冷性検定の処理開始日となる出穂日の分散の大きさを検討するため各品種の到穂日数から最短の品種の到穂日数を減じた日数の標準偏差を算出した。その結果、自然日長区では16.5日であるのに対し、短日処理区では6.8日であり、短日処理により処理開始日が集中することが明かとなった。

対照区の稔実歩合では短日処理区の「Xiao Ma Gu」が67%と低かった。しかし、同品種の自然日長区では96%

であり、短日処理の影響による不稔発生と思われた。その他の品種については両区とも84%以上、平均95~96%であり、材料養成時の冷温による影響は小さかった。なお、「Xiao Ma Gu」のデータについては、以下の稔実歩合およびそれを用いて算出した特性の平均値や相関係数の算出から除いた。

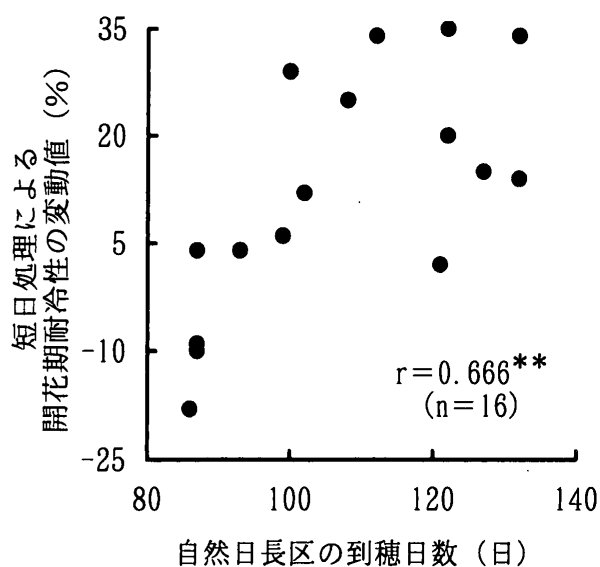
開花期耐冷性（冷温処理区の稔実歩合）は、自然日長区では1~90%、平均46%、短日処理区では3~87%、平均で58%といずれも大きな品種間差異がみられ、平均では短日処理区が自然日長区より12%高かった。短日処理区の開花期耐冷性に関与する要因を検討するために、冷温処理区の稔実歩合を用いて算出した短日処理区から自然日長区を減じた値（短日処理による変動値）と自然日長区の到穂日数および短日処理による到穂日数の短縮期間との関係を第2、3図に示した。その結果、短日処理による開花期耐冷性の変動値と自然日長区の到穂日数とは $r = 0.666^{**}$ ($n = 16$, 以下同じ)、また、短日処理による到穂日数の短縮期間とは「トヨニシキ」が他の品種と傾向を異にしていたものの $r = 0.536^{*}$ のいずれも正の相関関係があった。

次に、短日処理による日照時数の変動が開花期耐冷性検定の評価に及ぼす影響を検討するために、短日処理による開花期耐冷性の変動値と開花期耐冷性検定への日照の影響が始まる冷温処理開始（出穂日）翌日からの平均日照時数の変動値との相関が最も高くなる期間を求めた。その結果、出穂日の翌日から5日間の平均日照時数の変動値（最小値~最大値、平均値、標準偏差はそれぞれ-9.42~5.68, -1.25, 3.96, 以下同じ）との相関係数が最も高かった ($r = 0.622^{**}$)。また、同様に処理開始日から以前の相関が最も高くなる期間を求めたところ出穂前3日~出穂



第1図 自然日長区の到穂日数と短日処理による到穂日数の短縮期間との関係。

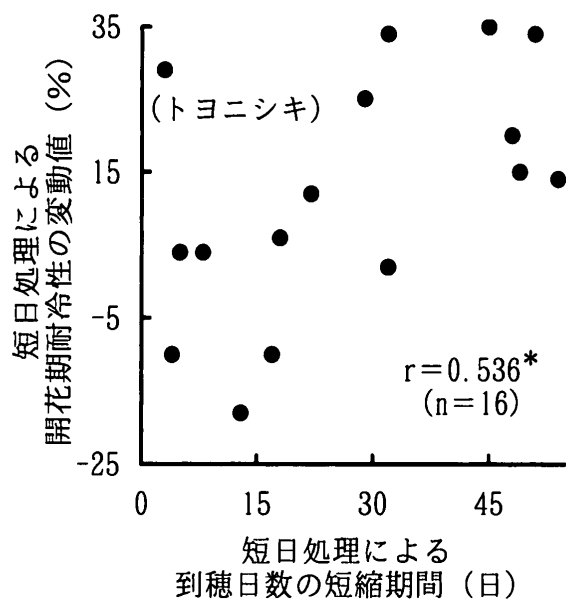
** : 1%水準で有意。



第2図 自然日長区の到穂日数と短日処理による開花期耐冷性の変動値との関係。

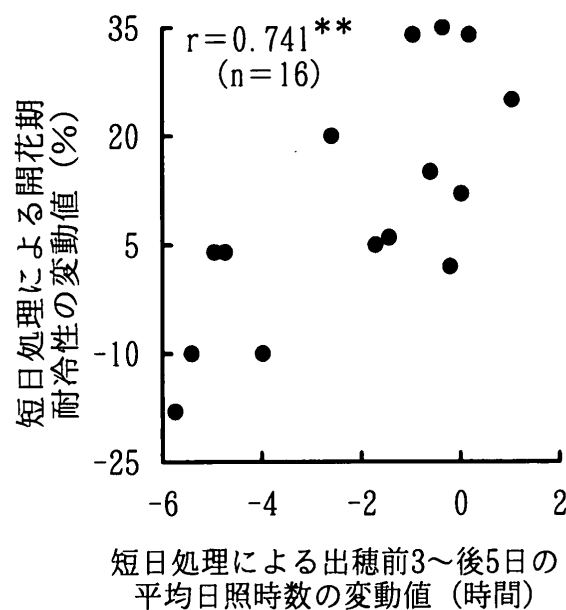
短日処理による開花期耐冷性の変動値は冷温処理区の稔実歩合について短日処理区から自然日長区を減じた値。

** : 1%水準で有意。



第3図 短日処理による到穂日数の短縮期間と短日処理による開花期耐冷性の変動値との関係。

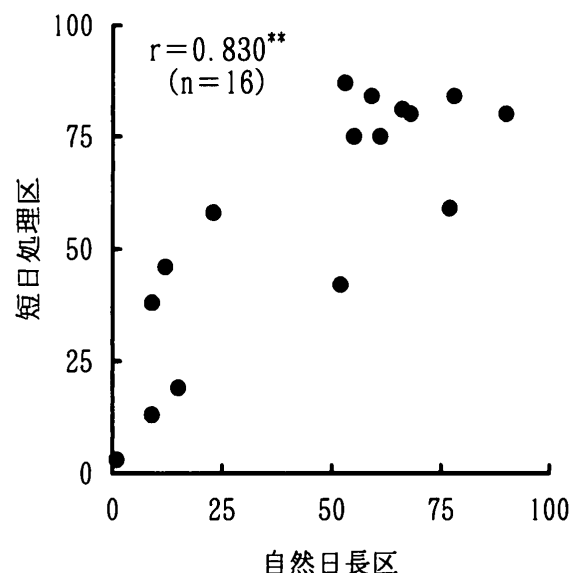
短日処理による開花期耐冷性の変動値は第2図の脚注を参照。*:5%水準で有意。



第4図 短日処理による出穂前3～後5日の平均日照時数の変動値と開花期耐冷性（冷温処理区の稔実歩合）の変動値との関係。

短日処理による変動値は短日処理区から自然日長区を減じた値。**:1%水準で有意。

日の平均日照時数の変動値（-10.02～1.18, -1.98, 2.91）で得られ、相関係数は0.455^{ns}であった。それらの両期間をあわせた出穂前3～後5日の平均日照時数の変動値（-5.74～2.71, -1.61, 2.63）と開花期耐冷性の変動値との間には、第4図に示すように $r=0.741^{**}$ の有意な相関があった。同期間の平均日照時数の変動値は自然日長区の到穂日数と $r=0.670^{**}$ の有意な正の相関が、短日処理による到穂日数の短縮期間とは $r=0.485^{ns}$ の有意では



第5図 自然日長区および短日処理区における開花期耐冷性（冷温処理区の稔実歩合, %）の関係。

**:1%水準で有意。

ないものの正の対応関係が認められた。

最後に、短日処理により開花期耐冷性の変動がみられたものの、第5図に示したように自然日長区と短日処理区の開花期耐冷性の間には $r=0.830^{**}$ の有意な高い正の相関が認められた。

考 察

本試験では東北以南の日本品種と中国雲南省品種を8時間日長の短日処理に14日間供試したところ、到穂日数が平均で自然日長区の108日から80日まで28日短くなった。さらに、自然日長区の到穂日数が長い品種ほど育成地の緯度が低く（ $r=-0.732^{**}$, $n=17$ ）、短日処理により到穂日数の短縮程度が大きかった（ $r=0.926^{**}$, $n=17$ ）。このため、供試品種の出穂日は短日処理区が自然日長区よりも集中した。以上のことから、短日処理を行うことにより養成期間が短くなり、また、検定に必要な冷温処理の作業をまとめて行うことができ、検定の労力を軽減できることが明らかになった。

一方、到穂日数が短くなり栄養成長量が少なくなると穂ばらみ期の稲体窒素含有率が高くなると考えられるが、同時に、稲体窒素含有率が高くなると穂ばらみ期の冷温による不稔発生率が高くなることも知られている（天野・森脇1984, Satakeら1987）。しかし、本試験の結果では短日処理区は自然日長区に比べ到穂日数が品種平均で28日短かったにもかかわらず冷温処理区の稔実歩合は自然日長区よりも短日処理区が12%高かった。すなわち、本検定法による材料養成は15×5×10 cmの小さな方形ポットに8株植の密植栽培であり、一般の圃場栽培の稲にくらべ稲体窒素濃度はかなり低いと思われる。このように短日処理により生育を早めても稲体窒素含有率が不稔発生を助長しない低い水準であれば、穂ばらみ期耐冷性や穂ばらみ期耐冷

性と正の相関関係が報告されている開花期耐冷性 (檜淵ら 1970, 刈屋ら 1986, 丹野ら 2000 b, 2001) への影響は小さいとも考えられる。

これまで短日処理により検定材料の到穂日数を短縮させ開花期耐冷性を検定した報告や、開花期耐冷性検定結果に及ぼす影響についての報告は極めて少ない。本試験では、短日処理区の出穂前 3～後 5 日の平均日照時数が自然日長区に比べ長い品種ほど開花期耐冷性が強く評価される傾向があった ($r=0.741^{**}$, $n=16$, 以下同じ)。日照と開花期耐冷性の関係については、開花期の低日照条件が同時期の冷温による不稔発生を助長することが報告されている (和田ら 1973, 細井 1989 a)。また、出穂前の日照条件が開花期耐冷性に及ぼす影響についての報告はこれまで極めて少ないものの、出穂直前における光合成量が開花期の冷温による不稔発生に影響を及ぼすことも考えられる。なお、自然日長区の到穂日数および短日処理による到穂日数の短縮程度は短日処理による同期間の平均日照時数の変動値と正の相関関係にあり (それぞれ $r=0.670^{**}$, 0.485^{ns})、この関係が自然日長区の到穂日数および短日処理による到穂日数の短縮期間と短日処理による開花期耐冷性の変動値との間で得られた相関関係 (それぞれ $r=0.666^{**}$, 0.536^{*}) をもたらす要因の一つであることが推察された。

一方、出穂前 3～後 5 日の平均日照時数は短日処理区が自然日長区よりも品種平均で 1.61 時間短く、短日処理区の開花期耐冷性検定結果に不利に作用するものと考えられる。しかし、冷温処理区の稔実歩合は短日処理区が自然日長区よりも平均で 12% 高く、出穂前の養成温度は両区とも平均気温 22°C であった。以上のことから、両区の開花期耐冷性の差異には日照条件や養成温度以外の要因も大きく関わっていることが示唆された。

そこで、出穂前 23 日間は冷温による穂ばらみ期の不稔発生が生じる期間であり (Satake 1991)、同期間の生育は穂ばらみ期と正の相関が報告されている開花期耐冷性にも影響することが考えられることから、同期間の平均日長時間 (北海道の暦と潮汐 (I) 道央道南 日本気象協会北海道本部 1998, 1999 による) の影響について検討した。その結果、同平均日長時間は品種平均で短日処理区が 14 時間 58 分であり自然日長区よりも 59 分長かった。また、短日処理による同平均日長時間の変動値には品種間で 2 分～2 時間 14 分の変異があり (標準偏差 47 分)、自然日長区の到穂日数が長く、短日処理による到穂日数の短縮程度が大きい品種ほど大きかった (それぞれ $r=0.956^{**}$, 0.992^{**})。さらに、短日処理区と同平均日長時間が自然日長区に比べ長い品種ほど開花期耐冷性が強いことが示唆された ($r=0.570^{*}$)。しかし、材料養成時の日長条件と開花期耐冷性との関係についてこれまで報告した事例は極めて少なく、今後さらに検討する必要がある。

以上のような短日処理による開花期耐冷性の変動があっ

たにもかかわらず、本試験の自然日長区と短日処理区による検定結果 (冷温処理区の稔実歩合) とは $r=0.830^{**}$ の有意な高い正の相関があった (第 5 図)。すなわち、短日処理区での評価は自然日長区の評価に正確に一致するとはいえないものの、大まかな推定には十分利用できるものと考えられた。

なお、中国雲南省品種の「Xiao Ma Gu」においては短日処理によると思われる不稔発生がみられた。短日処理で到穂日数の短縮化を強く行った場合感光性の強い品種で不稔が発生することも報告されている (岡本ら 2001)。「Xiao Ma Gu」は短日処理による到穂日数の短縮期間が 44 日と供試品種の中では長い品種であり、同様な現象である可能性もある。いずれにせよ、このような場合には得られた開花期耐冷性検定結果の扱いに注意が必要であろう。

開花期耐冷性検定については、従来、特に生育期間の長い品種の養成や検定に多大な労力を要するため広範な遺伝資源の評価が困難であった。本試験の結果、開花期耐冷性の評価を行うに当たり、短日処理を用いて到穂日数を短くすることにより労力の軽減が可能であり、また、自然日長条件での検定結果と大まかに一致することが確かめられた。今後、短日処理の開始時期を早めたり処理期間を長くできるかなどを検討することにより、さらに到穂日数の短縮を図ることも可能と思われる。本法により従来より広範な遺伝資源の評価が可能となり、開花期耐冷性育種の進展が期待できる。

謝辞：本試験は北海道立上川農業試験場において行われた。また、青森県農業試験場藤坂支場、独立行政法人農業技術研究機構東北農業研究センター、宮城県古川農業試験場、山形県立農業試験場庄内支場、独立行政法人農業技術研究機構中央農業総合研究センター北陸研究センター、福井県農業試験場、愛知県農業総合試験場、愛知県農業総合試験場山間農業研究所、宮崎県総合農業試験場には貴重な種子を提供していただいた。記して関係者の方々に深謝いたします。

引用文献

- 天野高久・森脇良三郎 1984. 水稻の冷害に関する栽培学的研究. 第 2 報 穂孕期不稔に関する葉身の限界葉素含有率. 日作紀 53: 1-6.
- 戴陸園・刈屋国男 1994. 中国雲南省水稻の開花期耐冷性. 育種・作物学会北海道談話会会報 35: 50-51.
- 細井徳夫 1989a. イネの出穂開花期における耐冷性検定方法. 育種 39: 353-363.
- 細井徳夫 1989b. 日本のイネ品種の出穂開花期における耐冷性とその地域的特徴. 育種 39: 481-494.
- 刈屋国男・佐竹徹夫・小池説夫 1986. 開花期耐冷性と穂ばらみ期耐冷性の品種間相関. 日作紀 55 (別 2): 183-184.
- 木下雅文・丹野久・木内均・平山裕治・菊地治己 1999. 北海道新旧水稻品種の開花期耐冷性について. 育種・作物学会北海道談話会会報 40: 31-32.

- 櫛渕欽也・和田純二・金澤俊光 1970. 水稻冷害の実際研究. 第 29 報 開花期の低温による開花ならびに稔実障害について. 東北農業研究 11: 24—26.
- 松永和久・朴春実・佐々木武彦 1985. 水稻主要品種の開花期耐冷性. 育種 35 (別 1): 156—157.
- 岡本正弘・寺内方克・小田俊介・小林真 2001. 短日条件における日本稲の不稔の発生. 育種学研究 3 (別 2): 190.
- 佐竹徹夫 1981. 印度稲の穂孕期および開花期の耐冷性. 育種・作物学会北海道談話会会報 21: 49.
- 佐竹徹夫・小池説夫 1982. イネの開花期冷温処理による不稔—開花期耐冷性の品種間差異および穂孕期耐冷性との関係—日作紀 51 (別 1): 115—116.
- Satake T., S.Y. Lee, S. Koike and K. Kariya 1987. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXVII. Effect of water temperature and nitrogen application before the critical stage on the sterility induced by cooling at the critical stage. Jpn. J. Crop Sci. 56: 404—410.
- Satake T. 1991. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXX. Relation between fertilization and the number of engorged pollen grains among spikelets cooled at different pollen developmental stages. Jpn. J. Crop Sci. 60: 523—528.
- 滝田正 1996. 人工交配法. 山本隆一・堀末登・池田良一共編, イネ育種マニュアル. 養賢堂, 東京. 176—180.
- 丹野久・木内均・平山裕治・菊地治己 2000a. 人工気象室を用いた水稻開花期耐冷性の簡易検定法の開発. 日作紀 69: 43—48.
- 丹野久・木下雅文・木内均・平山裕治・菊地治己 2000b. 北海道水稻品種における開花期耐冷性の評価およびその穂ばらみ期耐冷性との関係について. 日作紀 69: 493—499.
- 丹野久・木下雅文・木内均・平山裕治・菊地治己 2001. 東北以南の日本水稻品種における開花期耐冷性評価と穂ばらみ期耐冷性との関係—地域的特徴を中心として—. 日作紀 70: 209—214.
- 熊建華 1995. 粳稻耐冷育種. 蔣志農主編, 雲南稻作. 雲南科技出版社, 中国昆明市. 149—168.
- 和田定・国広泰史・本間昭 1973. 水稻の出穂期における水温, 気温ならびに遮光などの処理が不稔歩合に及ぼす影響. 北海道立農試集報 28: 45—51.

Effect of a Reduction in the Number of Days to Heading by Short-Day Treatment on Cool-Weather Tolerance at the Flowering Stage of Rice: Hisashi TANNO*, Masahumi KINOSHITA, Hitoshi KIUCHI, Yuji HIRAYAMA and Yoshinori NUMAO (*Hokkaido Pref. Kamikawa Agr. Exp. Stn., Pippu 078-0397, Japan*)

Abstract: The effect of short-day treatment on the cool-weather tolerance at the flowering stage was examined in 14 varieties of rice from the south of Tohoku district, Japan, and 3 varieties from Yunnan Province, China. The plants were exposed to 8-hour short days for 14 days from the 5.5 leaf stage (short-day plot; SDP) or natural-day lengths throughout the experimental period (NDP). On the day of heading, they were exposed to 17.5°C for 15 days. The number of days to heading in SDP was 28 days less on average than in NDP. In the varieties with a longer period to heading in NDP, the period was reduced more markedly by a short-day treatment ($r=0.926^{**}$, $n=17$). The variation of heading date among varieties in SDP was smaller than in NDP. Although the cool-weather tolerance at the flowering stage in SDP was higher in varieties with longer periods to heading in NDP, with greater reduction in the number of days to heading by short-day treatment, and with a longer duration of sunshine, from 3 days before to 5 days after heading ($r=0.666^{**}$, 0.536^{*} and 0.741^{**} , each, $n=16$), there was a highly significant positive correlation ($r=0.830^{**}$, $n=16$) in the cool-weather tolerance between SDP and NDP. Therefore the short-day treatment was considered to be laborsaving for growing materials for the test of cool-weather tolerance.

Key words: Cool-weather tolerance, Flowering stage, Natural-day length, Rice, Short-day treatment.