

近年の高温化に対応した水稲‘夢つくし’の 品質向上のための最適移植時期

岩渕哲也・田中浩平・尾形武文¹⁾・浜地勇次¹⁾
(豊前分場)

近年の高温化に対応した水稲‘夢つくし’の品質向上のための最適移植時期を明らかにした。

1. 移植時期が5月中・下旬～6月中旬の範囲では、収量は6月中旬移植では m^2 当たり籾数の減少により劣った。外観品質は5月中・下旬移植の早植で劣る年次がみられた。一方、食味やタンパク質含有率は移植時期の早晩の違いによる差は認められなかった。
2. 検査等級は出穂後20日間の平均気温が $28^{\circ}C$ を超えると乳白米比率と背白米比率の著しい増加のため顕著に劣った。したがって、登熟温度と外観品質、収量性および食味からみて豊前地域における‘夢つくし’の最適移植時期は6月2半旬であると考えられた。

【キーワード：移植時期、外観品質、高温、水稲、背白米、乳白米、‘夢つくし’】

Optimum Transplanting Time for Improved Quality of Appearance of the Rice Cultivar ‘Yumetsukushi’ under the Recent High Air Temperature Conditions. IWABUCHI Tetsuya, Kohei TANAKA, Takefumi OGATA and Yuji HAMACHI (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka, 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 22:34-37: (2003)

We suggested an optimum transplanting time for improved quality of appearance of the rice cultivar ‘Yumetsukushi’ under the recent high air temperature conditions.

- (1) When transplanted in the last ten days of May until the middle ten days of June, the number of spikelets per square meter decreased and the yield was inferior to when transplanted in the middle ten days of June. The quality of appearance of rice kernels was damaged in years when transplanting time was early as in the last ten days of May, however, the effects of transplanting time on protein content of milled rice and eating quality weren't significant.
- (2) The inspection grade was significantly inferior when mean air temperature was higher than $28^{\circ}C$ in twenty days after heading because the rate of milky-white and white-back kernels was increased. Therefore, we suggest that in Buzen district, the ideal transplanting time for ‘Yumetsukushi’ based on air temperature conditions during the period of ripening is from June 6 to 10, in order to maximize its quality of appearance, yield and eating quality.

【Key words: high air temperature, milky-white kernel, paddy rice, quality of appearance, transplanting time, white-back kernel, ‘Yumetsukushi’】

結 言

米の外観品質は、流通過程における商品としての米の評価に大きな影響を及ぼす重要な形質である。近年、頻発する水稲の登熟期間の高温が米の外観品質に悪影響を与えており⁸⁾⁹⁾、福岡県豊前地域においても作付け面積の約60%を占める‘夢つくし’の1等米比率が低下している。このため‘夢つくし’の高品質安定生産を図っていくうえで、高温による米の外観品質の低下要因の解明とその被害軽減技術の確立が急がれている。

東北地域では夏期高温年であった1999年における米の品質低下に関与した気象的要因が解析され、外観品質が低下する限界温度が明らかにされている⁹⁾。登熟期の高温が食味、外観品質に及ぼす影響については食味の低下³⁾、乳白米や背白米の増加⁴⁾¹⁰⁾、外観品質低下の品種間差異¹⁵⁾等の報告がある。しかし、西南暖地において外観品質からみた登熟適温を検討して、それをもとに最適移植時期を明らかにした報告はない。

そこで、高温傾向で経過した最近の5ヶ年において、水稲‘夢つくし’の移植時期を変えて登熟期間の気温が収量や食味および外観品質に与える影響を検討し、検査等級が1等格付である外観品質からみた登熟適温の上限を設定して、近年の登熟期間中の高温に対応した最適移植時期を明らかにしたので報告する。

試験方法

試験は‘夢つくし’を用いて、1997年～2001年に福岡県農業総合試験場豊前分場内(福岡県行橋市)の壇土水田で行った。移植時期は1997～1999年は5月20日、6月5日および6月19～20日の3水準、2000～2001年は5月15日、5月25日、6月5～7日および6月15日の4水準とした。試験規模は1区 $12.6m^2$ の2反復(1997～1999年は反復なし)で、栽植密度は条間30cm、株間15cmの22.2株/ m^2 とし、1株4本手植えとした。10a当たり窒素施用量は基肥を5kg、第1回穂肥を1997～1999年は2kg、2000～2001年は1.5kg、第2回穂肥を1.5kgとした。第1回穂肥は出穂前約20日に、第2回穂肥は第1回穂肥の施用後約7日に施用した。水管理は移植後から2～3cm

1) 現農産研究所

に湛水し、中干しは約1週間とし、その後は間断灌水とした。食味試験は同分場で標準栽培した6月中旬移植の‘コシヒカリ’を基準米とし、福岡県農業総合試験場農産研究所で、パネル構成員10～15名で実施した²⁾。精米中のタンパク質含有率は、ケルダール法により定量した全窒素含有率にタンパク質換算係数5.95を乗じて、乾物当たりで算出した。乳白米は食糧庁検査課³⁾に、背白米は安庭⁴⁾らに準じて調査し、調査数は200粒の2反復とした。水稻生育期間の気象値は豊前分場内に設置されている気象庁アメダスの観測データを利用した。なお、平年値は1961～1990年の30年間の豊前分場の観測データを用いた。

結果および考察

1 年次別登熟期間中の気象概況

1997年は8月1～3半旬は日照時間が平年より著しく少なかったが、9月の気温および日照時間は平年並であった。6月20日植は台風19号(9月16日)の襲来により草姿が乱れた。1998年は8～9月の平均気温は平年より1.5℃程度高く、日照時間はやや多く、記録的な高温で経過した。1999年は8月の平均気温は平年よりやや低く、日照時間は30%程度少なかった。9月の平均気温は平年より2℃程度高く、日照時間はやや少なかった。6月20日植は台風18号(9月24日)の襲来により倒伏程度が大きくなった。2000年は8月～9月3半旬の平均気温は平年より1℃程度高く、日照時間は20%程度多く、高温多照で経過した。2001年は8月1半旬～8月4半旬まで平均気温は平年より2℃程度高く、日照時間は20%程度多く、記録的な高温で経過した。8月5半旬～9月3半旬までの平均気温や日照時間は平年並であった。

2 移植時期が生育、収量、外観品質および食味に与える影響

‘夢つくし’の移植時期と収量、外観品質および食味の関係を第1表に示した。収量は6月中旬植では6月上旬植に比べて㎡当たり初数が少なくなって4%減収した。検査等級は5月中～下旬植では乳白米や背白米比率が高く、6月上・中旬植に比べて劣る傾向がみられた。タンパク質含有率や食味には移植時期の早晚の違いによる影響は認められなかった。

松江⁵⁾らは移植時期が4月21日～7月5日の範囲で、移植時期が遅くなるほど食味が低下したこと、極早生の‘コシヒカリ’では移植時期の違いによる登熟気温の変動が小さく、食味の変動幅が小さかったことを報告して

いる。本試験では移植時期の違いによる食味の差は認められなかったが、これは移植時期が5月15日～6月20日で、移植時期の違いによる登熟気温の差が小さかったためと考えられる。

登熟期間中の気温や日照時間と検査等級、乳白米および背白米比率との関係を第2表と第1、2図に示した。検査等級や背白米比率は、登熟前期の平均気温と最高気温、登熟中期の平均気温、最高気温、最低気温との間に、乳白米比率は登熟中期の平均気温、最高気温、最低気温との間に有意な正の相関が認められた。しかし、検査等級、乳白米および背白米比率と登熟後期の気温との間には有意な相関は認められなかった(第2表)。

以上のように外観品質は登熟前期や登熟中期の気温との間に高い正の相関があることが明らかになった。そこで、登熟前期～中期に当たる出穂後20日間の平均気温と検査等級、乳白米比率、背白米比率との関係についてみると、検査等級は平均気温が28℃以上になると著しく劣った(第1図)。また、乳白米比率は平均気温が26～29℃の範囲では気温が高いほど高く、背白米比率は平均気温が28℃未満では低かったものの、28℃を超えると著しく高くなった(第2図)。

長戸・江幡⁶⁾は乳白米は登熟初期の高温により各穎花の養分吸収の競合が激化し発現すること、背白米は比較的初期の高温により登熟後期まで生長する穎花の背側部の養分集積が不良になることにより発現することが考えられるとしている。さらに佐藤⁷⁾は乳白米発生率は出穂後20日間の平均気温が27℃以上になると高くなるとしている。したがって5月中～下旬植において検査等級が劣ったのは、登熟前期～中期にかけ気温が28℃以上と高温条件下での穎花の養分競合の激化や背側部の養分集積の不良により、乳白米や背白米比率が高まったためと考えられる。

以上のことから、検査等級が1等格付である外観品質からみた登熟適温の上限は28℃であると判断される。

3 登熟温度からみた最適移植時期

試験を行った5ヶ年の出穂後20日間の平均気温を第3図に示した。試験を行った条件下では出穂はいずれも7月下旬以降であった。1997～2001年の平均気温は1999年を除き平年より高く、特に1998、2001年は7月下旬から8月上旬にかけて28℃以上の高温の日が続いた。平均気温が28℃以下となったのは、1998年では8月9日、2001

第1表 移植時期と収量、外観品質および食味 (1997～2001年)

移植時期	出穂期 (月・日)	出穂後20日間の平均気温 (°C)	㎡当り初数 (×100)	収量 (kg/a)	乳白米 (%)	背白米 (%)	検査等級	食味総合評価	タンパク質含有率 (%)
5月中～下旬	7.30	27.7	310a	54.6(99)a	4.0a	6.3a	4.2a	-0.1a	7.0a
6月上旬	8.8	27.3	292ab	55.1(100)a	3.3a	1.5a	2.6a	+0.0a	7.1a
6月中旬	8.14	26.6	274b	52.5(96)a	3.8a	0.6a	2.9a	+0.0a	7.0a

1)5月中～下旬は5月15～25日、6月上旬は6月5～7日、6月中旬は6月15～20日。

2)収量の()の数値は6月上旬植に対する比率。

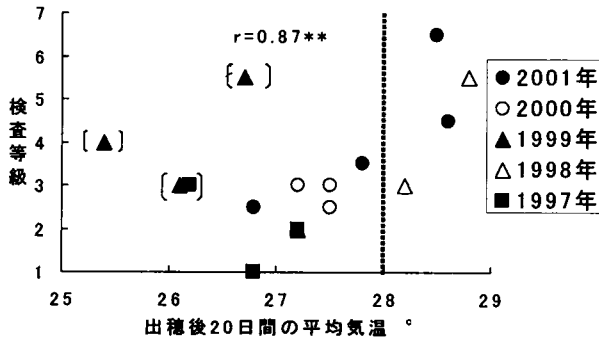
3)検査等級は1(1等の上)～9(3等の下)。

4)異英文字間には5%水準で有意差有り(Fisher's PLSD)。

第2表 検査等級、背白米および乳白米比率と登熟期間中における気象要因との単相関係数(1997~2001年)

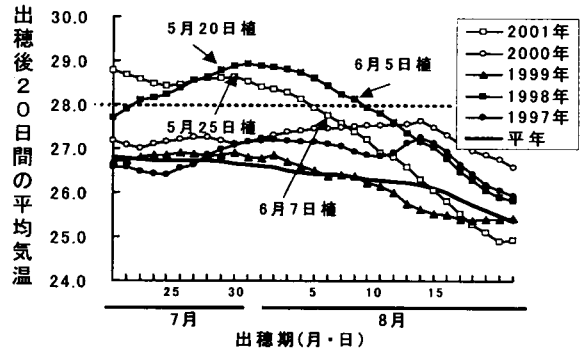
		登熟前期	登熟中期	登熟後期	登熟前~中期	登熟期間
検査等級	平均気温	0.56*	0.75**	0.35	0.87**	0.67*
	最高気温	0.60*	0.67*	0.17	0.80**	0.67*
	最低気温	0.25	0.67*	0.40	0.70**	0.37
	日照時間	0.57*	-0.23	-0.12	0.23	0.22
乳白米比率	平均気温	0.20	0.71**	0.37	0.61*	0.56*
	最高気温	0.41	0.64*	0.24	0.65*	0.58*
	最低気温	0.17	0.62*	0.44	0.63*	0.30
	日照時間	0.24	-0.07	-0.38	0.16	-0.15
背白米比率	平均気温	0.56*	0.68*	0.44	0.82**	0.70**
	最高気温	0.58*	0.61*	0.27	0.75**	0.71**
	最低気温	0.28	0.60*	0.42	0.65*	0.42
	日照時間	0.55	-0.39	0.04	0.19	0.21

- 1) 異常寡照年の1999年と台風の影響があった1997年の6月中旬植は除いた。
- 2) 登熟前期は出穂後1~10日、登熟中期は11~20日、登熟後期は21~30日、登熟前~中期は1~20日。ただし、登熟期間が30日に満たないものは登熟後期は出穂後21日~成熟期とした。
- 3) **, *は各々1, 5%水準で有意。



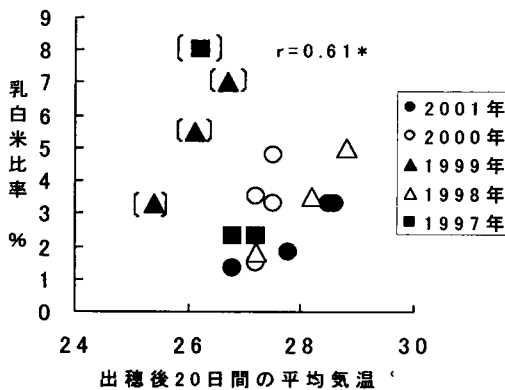
第1図 出穂後20日間の平均気温と検査等級との関係

- 1) 相関係数は [] の異常寡照年であった1999年と台風の影響が大きかった1997年の6月中旬植を除く。
- 2) 検査等級は1(1等の上)~9(3等の下)。
- 3) **は1%水準で有意。



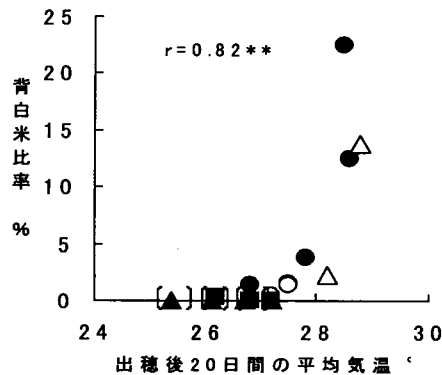
第3図 出穂期ごとにみた出穂後20日間の平均気温

- 1) 平年値は1961~1990年の平均値。



第2図 出穂後20日間の平均気温と乳白米や背白米比率との関係

- 1) 相関係数は [] の異常寡照年であった1999年と台風の影響があった1997年の6月中旬植を除く。
- 2) **, *はそれぞれ5%, 1%水準で有意。



年では 8月 5日以降の出穂であった。年次ごとの出穂期と移植時期との関係から判断して、1998年 8月 9日に出穂した‘夢つくし’の移植時期は 6月 2半旬、2001年 8月 5日では 6月 1半旬と推定される。したがって、近年の高温条件を考慮すると、豊前地域では 6月 2半旬以降に移植することにより高温による外観品質の低下を軽減し、安定して 1等米比率の高い米を生産することが可能であると考えられる。

東北地域では 1等米比率でみた被害拡大の限界温度として出穂後 20日間の平均気温 27~28℃が報告されている⁸⁹⁾。本試験の‘夢つくし’においても 28℃で 1等米比率が低下すると考えられ、東北地域と概ね同様の結果であった。

岩下¹⁾や西村⁹⁾は玄米の高温ストレス耐性には品種間差異があることを報告している。また、寺島⁸⁹⁾は高温条件下において、極端な窒素制限が生育後半の登熟機能を減退させ、外観品質の低下につながる可能性を指摘している。今後は高温条件下での良質米安定生産技術を確立するためには耐高温性品種の導入や窒素施肥法と外観品質との関係についても明らかにする必要がある。

引用文献

- 1) 岩下友記・新屋 明・山川恵久・土井 修・上原裕美・鳥山国土(1973)水稻の高温登熟について—品質の変化と品種間差異—。日作九支報 39 : 48-57.
- 2) 松江勇次・水田一枝・古野久美・吉田智彦(1991)北部九州産米の食味に関する研究. 第 1 報. 移植時期, 倒伏の時期が米の食味および理化学的特性に及ぼす影響. 日作紀 60 : 490-496.
- 3) 岡本正弘(1994)炊飯米の粘りに関連する化学成分の育種学的研究. 中国農試研報 14 : 1-68.
- 4) 長戸一男・江幡守衛(1965)登熟期の高温が穎花の発育ならびに米質に及ぼす影響. 日作紀 34 : 59-66.
- 5) 西村 実・梶 亮太・小川紹文(2000)水稻の玄米品質に関する登熟期高温ストレス耐性の品種間差異. 育種学研究 2. 17-22.
- 6) 佐藤大和・福島祐助・内村要介・内川 修・松江勇次(2002)福岡県の 2000 年産米における乳白米発生の実態とその要因. 日作九支報 68 : 9-11.
- 7) 食糧庁検査課(1968)農産物検査の理論と実際. 糧友社.
- 8) 寺島一男・齋藤祐幸・酒井長雄・渡辺富男・尾形武文・秋田重誠(2001)1999年の夏期高温が水稻の登熟と米品質に及ぼした影響. 日作紀 70 : 449-458.
- 9) 寺島一男・梅本貴之・萩原 均(2001)東北地域における夏期高温と米品質. 生物と気象 1(2) : 91-98.
- 10) 安庭 誠・江幡正之(1978)西南暖地における早期水稻の米質に関する研究. 第 4 報. 背白米の特性と発現の穂上位置について. 日作九支報 45 : 31-33.