

品質・加工

暖地における 1999 年の登熟期間中の高温寡照条件が米の食味と理化学的特性に及ぼした影響

和田卓也^{*1)}・大里久美²⁾・浜地勇次¹⁾

(¹⁾福岡県農業総合試験場・²⁾福岡県農政部)

要旨: 極早生から晩生までの主要な 8 品種を用いて、1999 年の登熟期間中の高温、寡照が米の食味と理化学的特性に及ぼした影響について検討した。1999 年産米は登熟期間中の気温、日照時間がともに平年並みであった 1996 年および高温で日照時間が平年並みであった 1998 年産米と比較して、千粒重は軽く、粒厚 2.0 mm 以上の玄米の割合は低く、米粒の充実が不良であった。理化学的特性は、アミロース含有率、ブレークダウンは低下し、タンパク質含有率、テクスチャー特性値の H/A₃ が増加していた。1994 年以降の各年次の千粒重とアミロース含有率は正の相関が認められ、1995 年以降の各年次の千粒重とタンパク質含有率には負の相関が認められた。このことから、米粒の充実が不良であると、アミロース含有率は減少し、タンパク質含有率は増加すると考えられ、1999 年産米の理化学的特性の特徴は、主として寡照の影響により米粒の充実が劣ったためと考えられた。その結果、1999 年産米は、1996 年産米及び 1998 年産米と比較して食味も低下したものと推察された。

キーワード: アミロース含有率、異常気象、寡照、高温、米、食味、タンパク質含有率、理化学的特性。

1999 年は水稻登熟期間中の気象条件が近年にない高温、寡照条件となった。このため九州地域全体の水稻の作況指数は 85、福岡県においても 88 の著しい不良となった。また乳白粒、心白粒、青未熟粒の発生により外観品質も低下し、水稻うるち玄米の 1 等比率は 30.6% (1998 年産 65.8%) となった。特にヒノヒカリを中心とした中晩生品種には 9 月 24 日の台風 18 号の襲来により倒伏が発生したこともあって、ヒノヒカリでは 1 等比率は 17.5% (1998 年産 75.9%) と著しく低下した。

過去 30 年の気象をみると、水稻の登熟期間中の高温条件は事例が多く、また寡照条件も事例が認められる。しかし、高温年の日照時間は平年並み以上であり、逆に寡照年の気温は平年並み以下であることが多い。そのため、高温かつ寡照年は 1999 年を除くと 1975 年のみであり、このことから高温、寡照は稀な気象条件であると考えられる。

異常気象が水稻に及ぼした影響については過去に数多く報告されている。金ら (1982) は 1980 年の暖地における低温、寡照が水稻の生育と収量に及ぼした影響について報告している。また、全国的に記録的な低温、寡照であった 1993 年については、生育、収量及び外観品質に関する報告が多い (金ら 1994, 下山ら 1996, 児玉ら 1995, 折茂ら 1995) が、加藤ら (1994) は山形県産米、平 (1998) は福島県産米、松江 (1995) は北部九州産米の食味と理化学的特性について報告している。これに対して、登熟期間が高温条件下での米の食味と理化学的特性について述べた報告は少ない。特に高温、寡照については事例そのものが少なく、過去の 1975 年産米については報告が見あたらない。1999 年産米については寺島ら (2001) が白色未熟粒を中心とした外観品質の低下について詳細に報告し、福島

ら (2001) が物質生産について報告しているが、食味および理化学的特性について述べた報告は見あたらない。

1993 年の低温、寡照条件をはじめとして、近年水稻の生育期間中に記録的な異常気象が多くなっており、最近では夏期の高温傾向が続いている。今後はこのような気象条件下でも安定して食味が優れる品種を効率よく育成するとともに、気象変動に対応した良食味米の生産技術を確立することが必要である。

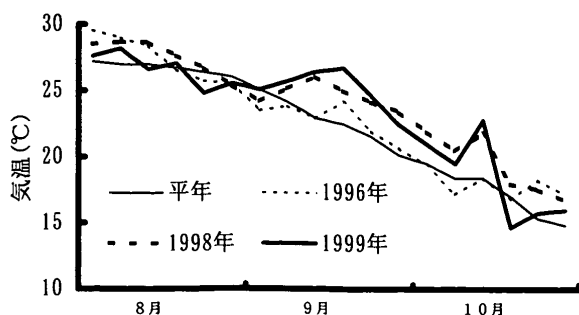
そこで、1999 年の登熟期間中の高温、寡照条件下における水稻の生育、食味及び理化学的特性について検討した。

材料と方法

試験は 1996 年、1998 年および 1999 年の 3 カ年、福岡県農業総合試験場農産研究所の砂壤土水田でコシヒカリ (極早生; 福岡県における熟期区分、以下同じ)、夢つくし (極早生)、黄金晴 (早生)、つくし早生 (早生)、ヒノヒカリ (中生)、ツクシホマレ (中生の晩)、レイハウ (晩生)、ユメヒカリ (晩生) の 8 品種を供試して行った。

移植は各年次とも 6 月 8~14 日に行った。栽植密度は条間 31.5 cm×株間 14 cm とし、1 株 4 本植えとした。施肥量は福岡県の施肥基準に準じ、窒素施用量 (基肥+1 回目穂肥+2 回目穂肥) で、極早生種は 5+2+1.5 g m⁻²、早生種は 6+2+1.5 g m⁻²、中生種は 6+2.5+1.5 g m⁻²、中生の晩及び晩生種は 7+3+2 g m⁻² とした。試験は 1 区 5.7 m² で 2 区制とした。

登熟の指標として千粒重、粒厚歩合を調査した。千粒重は粒厚 1.8 mm 以上の玄米から重量換算して求めた。粒厚歩合は 1.8 mm 以上の玄米全体に対する 2.0 mm 以上



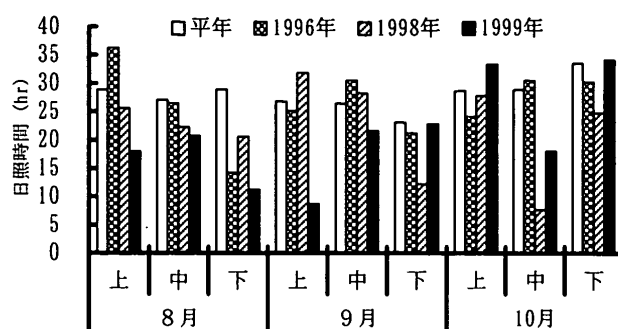
第1図 水稻登熟期間中の平均気温の推移。

水稻の登熟期間に相当する8月から10月の平均気温の旬別平均値を示す。

の玄米の重量割合として求めた。

調査後の玄米を試験用搗精機（サタケワンパス）で搗精歩留90～91%に搗精し、食味官能試験に供試した。精米400gを洗米した後40分間浸漬し、ザルに上げて5分間水切りした。水切り後に炊飯釜に米を入れ、500gの水を加えて電気釜（日立製RZ-YM15）で炊飯した。炊飯終了後10分間蒸らし、小皿に取り分けて食味試験に供試した。各回の試験点数は10点、パネル員は13～16名で行い（松江1992）、基準品種はそれぞれの年のコシヒカリを用いた。官能評価は総合、外観、味、粘り、硬さの5項目について基準品種を0として-5～+5の範囲で行い、食味総合値を食味とした。

理化学的特性はアミロース含有率、タンパク質含有率、アミログラム特性値、テクスチャー特性値の4項目を測定した。このうちテクスチャー特性値を除く3項目は、白米をラボラトリーミル3100（Perten社製）で粉碎した試料を用いた。アミロース含有率は、試料100mgを0.5N水酸化ナトリウム水溶液で膨潤させ、ヨード呈色反応によりオートアナライザーII型（テクニコン社製）で測定した。タンパク質含有率は、試料300mgを硫酸分解し、インドフェノール反応によりオートアナライザーII型（テクニコン社製）で測定した窒素含有率に、タンパク質換算係数5.95を乗じて求めた。アミログラム特性値はラピッドビスコアナライザー（Newport Scientific社製）を用い、80℃で1時間乾燥した試料3.5gに純水25mLを添加し、回転速度160rpm、初期温度50℃を1分間保持後、4分間で93℃まで昇温、93℃を7分間保持後、2分間で50℃まで降温する条件で行った。得られたアミログラムよりブレークダウン（最高粘度－最低粘度）を求めた。テクスチャー特性値は遠藤ら（1980）の極少量炊飯方式に準じて測定した。すなわち、アルミ製容器（直径30mm、高さ10mm、肉厚1mm）に試料0.6gを入れ1.2mLの水を加え、外釜に150mLの水を加え、容器10個を同時に電気釜（松下電器製SR-3180）で炊飯した。炊飯後30℃の定温器中で30分間保温し、テクスチュロメーター（全研社製）でブリッジ電圧3.0V、クリアランス1.0mmの条件下で測定し、硬さ（H）と付着性（A₃）から（H/A₃）を



第2図 水稻登熟期間中の平均気温の推移。

水稻の登熟期間に相当する8月から10月の日照時間の旬別合計値を示す。

第1表 熟期別の登熟期間中の平均気温と日照時間。

熟期	登熟期間中の平均気温(°C)			登熟期間中の日照時間(hr)		
	1996年	1998年	1999年	1996年	1998年	1999年
極早生	25.6	26.6	26.1	4.59	4.79	2.67
早生	24.2	25.6	25.2	4.69	4.79	2.45
中生	23.0	24.9	25.0	4.59	4.29	3.49
晩生	21.3	24.1	24.1	5.01	4.84	4.06

登熟期間は出穂期～成熟期。日照時間は1日当たり。

求めた。アミロース含有率、タンパク質含有率、アミログラム特性値の測定は2反復、テクスチャー特性値の測定は6反復行い、いずれも平均値で示した。

気象データは、福岡管区気象台のアメダス観測地太宰府市のデータを用いて解析した。

結 果

1. 気象および生育概況

試験した3カ年における水稻登熟期間中の平均気温の推移を第1図に、日照時間の推移を第2図に示した。水稻の登熟期間に相当する8月中旬から10月上旬までについてみると、1996年は気温は平年と比較して平均0.1℃低く、日照時間は8月下旬を除くと平年対比の97%と、ともに平年並みであった。1998年の気温は平年と比較して1.5℃高かった。日照時間は平年対比88%とほぼ平年並みであった。これに対して、1999年の気温は平年と比較して1.3℃高かった。一方、日照時間は10月上旬が平年対比116%と高かったものの、8月、9月の日照時間は平年対比でそれぞれ59、70%であり、特に登熟盛期の8月下旬、9月上旬が平年対比それぞれ39%、32%と著しく低かった。

熟期別の登熟期間中の平均気温と1日当たりの日照時間を第1表に示した。1996年と比較すると、平均気温は1998年、1999年のいずれの熟期とも0.5～2.8℃高く、熟期が遅い品種ほど平均気温が高くなる傾向にあった。一方、日照時間は1998年では各熟期の品種でほぼ同じであったが、1999年では0.95～1.92時間短く、熟期が早い品種ほど日照時間が少ない傾向にあった。

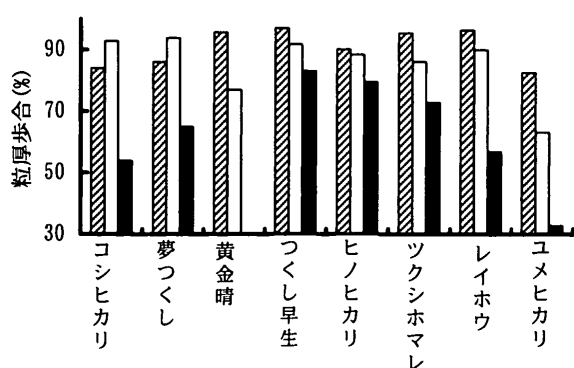
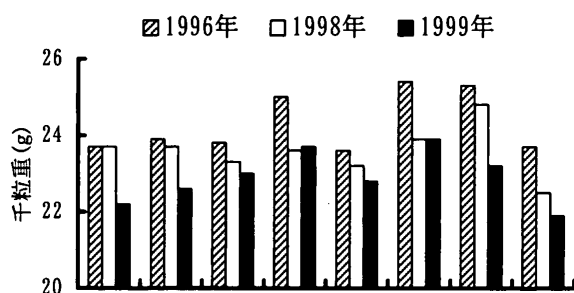
3カ年におけるそれぞれの年の出穂期、成熟期、倒伏程度及び収量を第2表に示した。1996年と比較すると、

第2表 生産年、品種別の生育、収量及び食味総合値。

品種名	年次	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	登熟 日数 (日)	倒伏 程度	収量 (kg/a)	食味 総合 評価
コシヒカリ	1996	8.10	9.12	33	0.2	46.5	0.00
	1998	8.6	9.10	35	1.8	52.1	0.00
	1999	8.11	9.17	37	0.7	53.0	0.00
夢つくし	1996	8.11	9.16	36	0	48.0	-0.09
	1998	8.7	9.10	34	0	52.5	-0.06
	1999	8.13	9.16	34	0	49.8	-0.29
黄金晴	1996	8.17	9.27	41	0	51.2	-0.57
	1998	8.16	9.22	37	0	45.4	-0.63
	1999	8.19	9.24	36	2.0	52.6	-0.86
つくし早生	1996	8.20	10.1	42	0	53.3	0.00
	1998	8.19	9.25	37	0	59.4	0.07
	1999	8.20	9.30	41	3.0	54.8	-0.13
ヒノヒカリ	1996	8.23	10.6	44	0.2	58.9	0.06
	1998	8.23	10.1	39	0.2	61.6	-0.02
	1999	8.23	10.3	41	3.0	58.7	-0.15
ツクシホマレ	1996	8.27	10.10	44	0	64.9	-1.28
	1998	8.25	10.5	41	0	59.9	-1.02
	1999	8.28	10.6	39	0.7	54.4	-1.06
レイホウ	1996	8.30	10.17	48	0	64.8	-1.21
	1998	8.26	10.9	44	0.3	65.8	-1.28
	1999	8.30	10.9	40	0.8	54.0	-1.24
ユメヒカリ	1996	8.30	10.16	47	0	64.1	-0.60
	1998	8.28	10.11	44	0	64.1	-0.05
	1999	8.31	10.11	41	1.2	54.0	-0.18

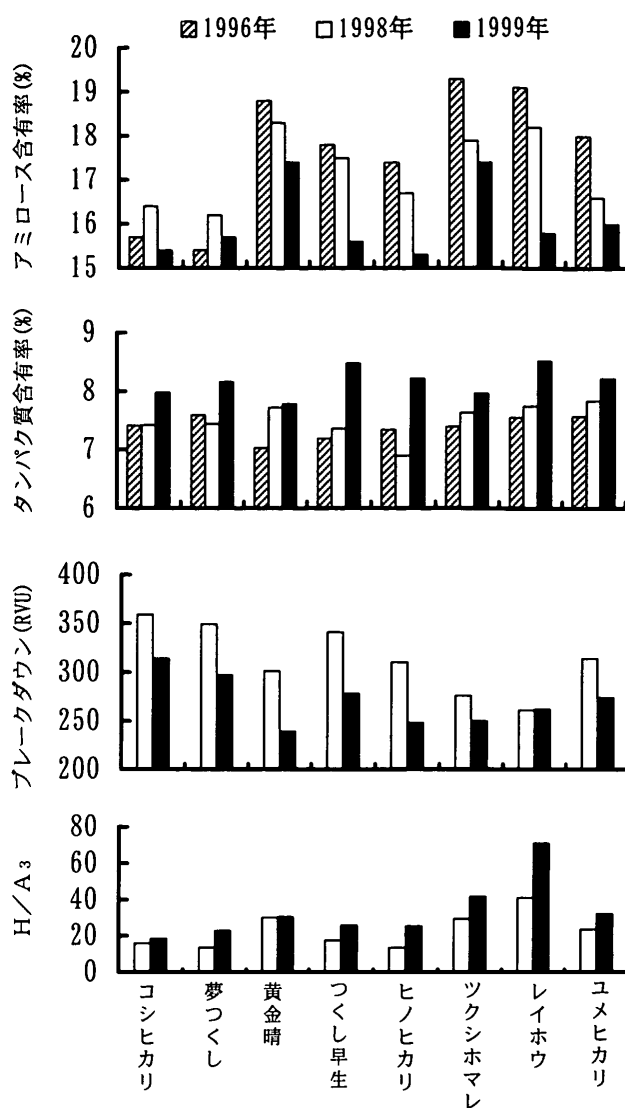
倒伏程度は0(無)～5(甚)の6段階で評価した。

食味総合値は3カ年ともに「コシヒカリ」を基準とした。

第3図 生産年、品種別の千粒重と粒厚歩合。
99年の黄金晴は欠測値。

1998年は出穂期が0～4日早く、成熟期が2～8日早かった。収量は黄金晴とツクシホマレを除いて3カ年で最も高かった。これに対し、1999年は出穂期は0～2日遅かったものの、成熟期はコシヒカリ以外の品種は0～8日早く、熟期が遅い品種ほど早かった。また台風18号の影響は、中晩生種で倒伏が微～中発生した程度にとどまった。収量は黄金晴を除いて3カ年で最も低かった。

3カ年における千粒重と粒厚歩合を第3図に示した。

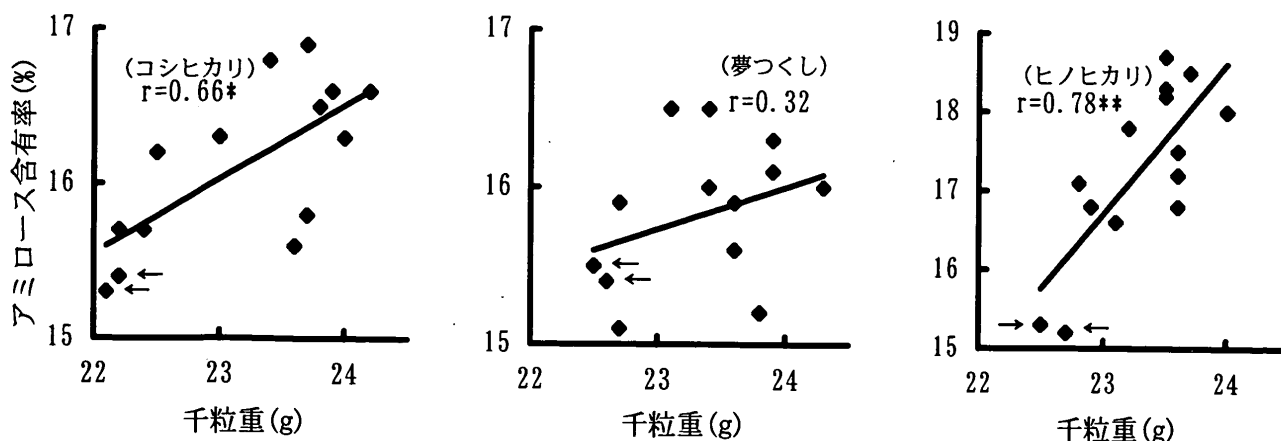


第4図 生産年、品種別の理化学的特性。

1996年と比較すると、1999年の千粒重は0.8～2.1gの範囲でいずれの品種も軽く、粒厚歩合は11.3～49.8%の範囲でいずれの品種も低かった。また1998年と比較しても、千粒重はつくし早生以外の品種で0～1.6gの範囲で軽く、粒厚歩合は全品種で8.7～38.9%の範囲で低かった。

2. 食味と理化学的特性

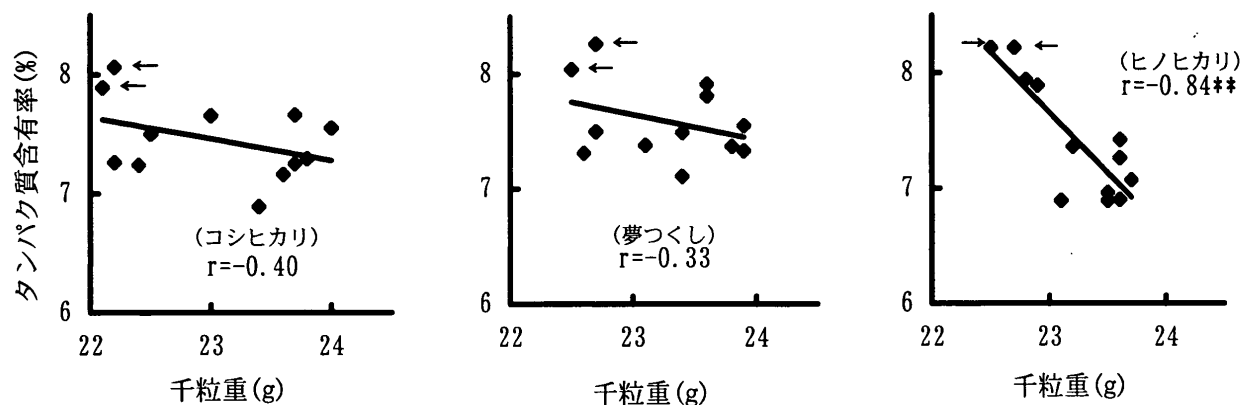
コシヒカリを基準としたそれぞれの年の各品種の食味総合値は同じ傾向であった(第2表)。3カ年における産米の理化学的特性を第4図に示した。1998年産米は1996年産米と比較して、アミロース含有率は極早生種が0.7～0.8%高かったものの、早生種、中晩生種は0.3～1.4%低く、全熟期における品種間の変動幅が小さかった。タンパク質含有率は1996年産米との差が-0.44～0.69%の範囲で一定の傾向が認められなかった。これに対し、1999年産米は1996年産米と比較して、アミロース含有率は夢つくしを除いた品種で0.3～3.3%低く、しかも熟期が遅い品種ほど低い傾向にあった。特に晩生種であるレイホウのアミロース含有率は極早生種と同程度であった。また



第5図 アミロース含有率と千粒重の関係 (1994年～2000年)。

*, **: 5%, 1%水準で有意。矢印は1999年産米。

1年あたり1品種につき2点供試した。



第6図 タンパク質含有率と千粒重の関係 (1995年～2000年)。

**: 1%水準で有意。矢印は1999年産米。

1年あたり1品種につき2点供試した。

1998年産米と比較しても、アミロース含有率が低く、全熟期の品種間の幅はさらに小さかった。タンパク質含有率は1996年産米と比較して0.57～1.29%高く、3カ年で最も高かった。

次に、1999年産米のアミログラム特性値とテクスチャー特性値を1998年産米と比較した。このうち、アミログラム特性値のブレイクダウンはレイホウを除いた7品種で26～77 RVU 小さかった。これは最高粘度にほとんど差がなかったものの、最低粘度が大きかったことによるものであった(データ略)。テクスチャー特性値のH/A₃は0.4～30.1の範囲ですべての品種で高かった。

最後に、第5図に示すようにコシヒカリ、夢つくし、ヒノヒカリについて、1994年から2000年の7カ年の産米の玄米千粒重と精米アミロース含有率の関係をみたところ、いずれも正の相関があり、夢つくし以外の2品種で有意な正の相関が認められた。また、第6図に示すようにこの3品種について、1995年から2000年の6カ年の産米の玄米千粒重と精米タンパク質含有率の関係をみたところ、いずれも負の相関があり、ヒノヒカリで有意な負の相関が認められた。特に1999年産米は過去数年間をみても、アミロ

ース含有率が低く、タンパク質含有率が著しく高い年であった。

考 察

本試験において1999年産米は、1996年産米および1998年産米と比較して千粒重が小さく、粒厚歩合が低かった。このことから、米粒の充実が著しく劣ったことが示唆された。理化学的特性の中で、アミロース含有率とタンパク質含有率は小さいほど食味は優れるが(稲津 1988, 松江ら 1989), ブレイクダウンは大きいほど食味が優れる傾向にある(西村ら 1985, 松江ら 1989)。また、テクスチャー特性値のH/A₃及びH/-H(硬さと粘着力の比)が小さいほど食味が優れる傾向にある(遠藤ら 1980)。この食味に関連した理化学的特性についてみると、1999年産米のアミロース含有率は、1996年産米と比較して、極早生種を除いた品種で低く、その傾向は特に中晩生種で顕著であった。また、タンパク質含有率は全品種ともに高かった。登熟期間がともに高温であった1998, 1999年産米で比較しても、1999年産米はアミロース含有率は低く、タンパク質含有率は高かった。また、アミログラム特性値のブレイ

クダウンは小さく、テクスチャー特性値の H/A_3 は大きかった。

登熟期間の気温と食味に関連する理化学的特性との関係については、過去に多くの報告がある。この中でアミロース含有率は登熟期間中の気温と負の相関が認められている(茶村ら 1979, De la Cruz ら 1989, 吉永ら 1994)。本研究では、1998 年産米と 1999 年産米はともに 1996 年に比較して、熟期が遅い品種ほど登熟期間の気温が高く、アミロース含有率が低下した。またこの 2 カ年におけるアミロース含有率の品種間の変動幅が 1996 年に比較して小さかった点についても、登熟期間の気温が影響したものと考えられる。しかしその一方で、1999 年産米は登熟期間が同様に高温であった 1998 年産米よりもさらにアミロース含有率が低かった。アミロース含有率以外の理化学的特性と登熟期間の気温との関係については、高温であるほどタンパク質含有率は増加し(本庄 1971, 前重 1981)、ブレークダウンは増加する(西村ら 1985, 茶村ら 1979)。また、テクスチャー特性値の $H/-H$ は低下する(稲津 1988)。1999 年は登熟期間が高温であったにもかかわらず、タンパク質含有率以外の産米の理化学的特性は、これらの報告と異なる傾向を示した。よって、1999 年産米の理化学的特性は登熟期間の気温以外の影響が大きいと考えられた。

次に気温以外の要因について検討するため米粒の充実と理化学的特性との関係についてみると、1999 年産米は千粒重が小さく、粒厚歩合が低く、米粒の充実が劣っていた。また、第 5, 6 図に示したように、千粒重とアミロース含有率に正の相関が認められ、また千粒重とタンパク質含有率に負の相関が認められることから、千粒重が小さいすなわち玄米の充実が不良であると、アミロース含有率が低下し、タンパク質含有率が増加すると考えられる。この点について、木戸・梁取(1968)、長戸ら(1972)は水稻の登熟期間中に人工的に遮光処理を行った結果、千粒重が減少し、タンパク質含有率が増加したことを報告している。鎌田・松島(1991)、松江ら(1994)、柴田(1993)は 1 穂内の下位あるいは 2 次枝梗に着生しやすい粒厚が薄い米ほど、アミロース含有率が低下し、タンパク質含有率が増加したことを報告している。さらに、Matsue ら(2001)は、粒厚が薄い米ほど、アミロース含有率は低下、タンパク質含有率は増加したことを報告している。これら一連の研究は米粒の充実が産米の理化学的特性に深く関与していることを示し、本試験で認められた千粒重と理化学的特性の関係をサポートするものである。

したがって、1999 年産米のアミロース含有率が低く、タンパク質含有率が高かった特徴は、登熟期間が寡照で米粒の充実が劣ったためであると言える。また、Matsue ら(2001)は、粒厚が薄い米ほど、ブレークダウンは低下、テクスチャー特性値の $H/-H$ は増加したことを報告しており、1999 年産米のアミログラム特性値とテクスチャー特性値の特徴も、米粒の充実が劣ったためであると考えら

れる。

さらに、岡本ら(1994)は全国各地のコシヒカリを用い、登熟期間の平均気温が 26°C 以下では気温の上昇とともに粘りも強くなるが、 26°C 以上では粘りが逆に弱くなることを報告している。このことは、アミロース含有率が低下しても食味の向上につながらない場合があることを示唆するものである。一方、タンパク質含有率が増加すると炊飯米の硬さが増し、粘りあるいは粘りや付着性に関する理化学的特性が低下する(土屋・上本 1988, 柳瀬ら 1984)。またタンパク質含有率が高い場合アミログラム特性が低下する(柳瀬ら 1984)。さらに、Matsue ら(2001)は玄米の粒厚別に食味官能試験を行い、粒厚が薄い米ほど食味が劣ると報告している。以上のことから、1999 年産米の食味は 1996 年産米や 1998 年産米に比較して、劣っていたものと推察された。

以上のように、1999 年は登熟期間中の気象が近年になく高温、寡照のため、産米の充実が著しく不良となった結果、アミロース含有率が低下、タンパク質含有率が増加し、アミログラム特性値が低下し、テクスチャー特性値の H/A_3 が増加したことを明らかにした。また理化学的特性の結果から、1999 年産米は食味が劣っていたことも推察された。

近年夏期の高温傾向が続いている中で、気象変動に対して安定した良食味品種を育成することが重要な課題となっている。現在、良食味米育成のための初期選抜手法については、アミロース含有率の測定を行っている育成地が多い。しかし、1999 年産米では、レイホウのような食味が不良な品種のアミロース含有率が良食味品種並みに低下した。この 1999 年のような気象条件が頻発すれば、アミロース含有率による選抜効果が小さくなる可能性もあるため、新たな食味選抜の手法を検討する必要もあると考えられる。

謝辞：本論文をまとめるにあたり、農林水産省東北農業試験場栽培生理研究室 寺島一男室長(現独立行政法人農業技術研究機構 本部)より貴重な資料の提供をいただきました。記して感謝の意を表します。

引用文献

- 茶村修吾・金子平一・斉藤祐幸 1979. 登熟期の気温と米の食味との関係—登熟期間を一定温度とした場合—. 日作紀 48: 475—482.
- De la Cruz, N., I. Kumar, R.P. Kaushik and G.S. Khush 1989. Effect of temperature during grain development on stability of cooking quality components in rice. Japan. J. Breed. 39: 299—306
- 遠藤・柳瀬・石間紀男・竹生新治郎 1980. 極少量炊飯方式による米飯のテクスチュロメーター測定. 第 1 報 測定条件の検討と主要品種への適用. 食総研報 37: 1—8.
- 福島裕助・陣内暢明・大賀康之 2001. 平成 11 年産ヒノヒカリの物質生産と窒素吸収量. 九農研 63: 9.
- 本庄一雄 1971. 米のタンパク含量に関する研究. 第 1 報 タンパク質

- 含有率の品種間差異ならびにタンパク質含有率に及ぼす気象環境の影響. 日作紀 40: 183-189.
- 稲津脩 1988. 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究. 北海道立農試報 66: 1-89.
- 鎌田裕子・松島知昭 1991. 米の品質成分に関する研究. 第1報 精米の粒厚別によるアミロース含量, タンパク質含量について. 北陸作物学会報 26: 50-51.
- 加藤賢一・今野周・一戸每子・武田正宏 1994. 平成5年冷害が山形県産米の品質及び食味理化学特性に及ぼした影響について. 日作東北支部報 37: 81-83.
- 木戸三夫・梁取昭三 1968. 栽培条件が米質, 特に米粒の蛋白質含有量に及ぼす影響に関する研究. 日作紀 37: 32-36.
- 金忠男・小松良行・片岡孝義 1982. 暖地における異常気象が水稻の生育と収量に及ぼす影響. 日作紀 51: 165-171.
- 金忠男・山口弘道 1994. 1993年の異常気象条件下における水稻の生育・収量の特徴. 日作紀 63 (別1): 94-95.
- 児玉徹・宮川英雄・庄司幸・巖石進 1995. 平成5年水稻冷害の実態解析と対応技術並びに生育予測及び生育・栄養診断技術の評価. 秋田農試研報 37: 1-179.
- 前重道雄 1981. 米の食味関与要因の変動に関する研究. 第3報 玄米タンパク質含量におよぼす登熟気温の影響. 広島農試報告 44: 39-44.
- 松江勇次・吉野稔・原田皓二 1989. 北部九州における水稻品種のアミログラム特性, N, Mg, K 含量と食味との関係. 日作九支報 56: 43-44.
- 松江勇次 1992. 少数パネル, 多数試料による米飯の官能検査. 家政誌 43: 1027-1032.
- 松江勇次・比良松道一・小田原孝治・橋詰文男 1994. 玄米の粒厚別食味評価. 日作九支報 60: 20-22.
- 松江勇次 1995. 北部九州産米の食味に関する研究. 第5報 1993年の低温, 寡照条件下における米の食味と理化学的特性. 日作紀 64: 709-713.
- Matsue, Y., H. Sato, and Y. Uchimura 2001. The palatability and physicochemical properties of milled rice for each grain-thickness group. *Plant Prod. Sci.* 4: 71-76.
- 長戸一雄・江幡守衛・石川雅士 1972. 米粒の蛋白質含量に関する研究. 日作紀 41: 472-479.
- 西村実・山内富士雄・大内邦夫・浜村邦夫 1985. 北海道の最近の水稻品種及び系統の食味特性の評価—低温年及び高温年産米における理化学的特性と官能試験結果の対応—. 北海道農試研報 144: 77-89.
- 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. 中国農試報 14 (別): 1-68.
- 折茂佐重樹・関上直幸・小淵保夫・渡辺一郎 1995. 1993年の冷害について. 群馬農試研報 1: 65-74.
- 柴田康志 1993. 「はえぬき」, 「どまんなか」の玄米粒厚と食味関連理化学特性. 東北農業研究 46: 47-48.
- 下山伸幸・前田英俊・小川義雄 1996. 異常気象が水稻の生育・収量に及ぼす影響. 長崎農林試研報 23: 13-29.
- 平俊雄 1998. 1993年の低温と1994年の高温が福島県的水稻品種の食味と理化学的特性に与えた影響. 日作紀 67: 26-29.
- 寺島一男・齋藤祐幸・酒井長雄・渡部富雄・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.
- 土屋隆生・上本哲 1988. 広島県内水稻主要品種の食味に関する研究. 第1報 中生新千本とアキツホの精白米のテクスチャーの地帯間差異. 広島農試報告 51: 19-25.
- 柳瀬肇・大坪研一・橋本勝彦・佐藤裕保・寺西敏子 1984. 米のタンパク質含量と米飯テクスチャーならびに炊飯特性. 食総研報 45: 118-122.
- 吉永悟志・長田健二・小林廣美・高梨純一 1994. 暖地水稻における米飯の成分・粘り評価に及ぼす登熟気温の影響. 日作紀 63 (別1): 108-109.

Effects of High Air Temperature and Insufficient Solar Radiation during Ripening Period on the Palatability and Physicochemical Properties of Rice in 1999 in Kyushu Regions: Takuya WADA^{*1)}, Kumi F. OOSATO²⁾ and Yuji HAMACHI¹⁾ (¹⁾Fukuoka Agr. Res. Cent., Chikushino 818-8549, Japan; ²⁾Fukuoka -Pref. Agr. Administration Dept.)

Abstract: This study was carried out to demonstrate the effect of high air temperature and the insufficient solar radiation during the ripening period on the palatability and physicochemical properties of rice produced in 1999. Using eight cultivars in Fukuoka Prefecture, we compared the grain ripening and physicochemical properties of rice produced in 1999 with those in 1996 and 1998, years that were characterized by normal air temperature and normal solar radiation, high air temperature and normal solar radiation, respectively. Since the 1000-grain weight and grain thickness of rice in 1999 were lower than in 1996 and 1998, the rice in 1999 ripened insufficiently. Milled rice in 1999 showed lower amylose content and breakdown values, and a higher protein content and Hardness/Adhesiveness ratio (H/A_3) than in 1996 and 1998. The 1000-grain weight of brown rice produced from 1994 to 2000 showed a negative correlation with the amylose content of milled rice in each year, and the 1000-grain weight of brown rice produced from 1995 to 2000 showed a positive correlation with the protein content of milled rice in each year. As a result, insufficient grain filling caused the increase of amylose content and the decrease of protein content. It was concluded that the shortage of solar radiation in 1999 was due to insufficient grain filling, which led to the abnormal physicochemical properties. Furthermore, it was estimated that not only were the physicochemical properties of rice in 1999 inferior to those of rice produced in 1996 and 1998, but also was the palatability of rice.

Key words: Abnormal weather, Amylose content, Palatability, Physicochemical properties, Protein content, Rice, Solar radiation, Temperature.