

品質・加工

寒地における水稲もち米品質の年次間と地域間の差異およびその発生要因

丹野久¹⁾・木下雅文²⁾・佐藤毅²⁾

¹⁾ 北海道立中央農業試験場岩見沢試験地, ²⁾ 北海道立上川農業試験場

要旨：2000～2003年に北海道の6地域で、各年に全域で236～295、計1044点の水稲品種「はくちょうもち」のもち米品質と同13～28、計86点の搗き餅の硬化性を調査した。さらに、各地域の生育を調査し、年次間と地域間の差異と変動要因を明らかにした。年次別平均値には、不稔歩合で5.7～42.3%、玄米収量で270～514 kg/10 a、品質では整粒歩合で74.2～88.4%、玄米白度で21.8～26.3、精米白度で44.6～52.7、蛋白質含有率で8.4～9.8%、硬化性で100～244 gの大きな差異があった。地域間差異は、整粒歩合と蛋白質含有率で年次間差異とほぼ同じであったが、玄米白度、精米白度、硬化性はそれぞれ22.7～24.4、46.0～50.3、124～173 gであり年次間差異よりも小さかった。ただし、気象が冷涼な地域では、冷害年の不稔発生が多く減収程度が大きいため、整粒歩合、玄米白度、白米白度、蛋白質含有率の地域内差異が大きかった。また、不稔歩合が低く整粒歩合が高いほど蛋白質含有率が低く、蛋白質含有率が低く出穂後40日間の日平均積算気温が高いほど玄米白度と精米白度が高かった。さらに、同積算気温が高いほど硬化性も高かった。このように、北海道産もち米の硬化性は年次間差異が大きく、2003～2004年の新潟県産「こがねもち」と佐賀県産「ヒヨクモチ」に比べいずれも低かった。以上より、良品もち米の安定生産には、不稔発生回避、低蛋白質米生産、生育促進が重要と考えられた。さらに、硬化性は北海道内の地域間差異も小さくなく、硬化性の高いもち米生産には作付け地域の限定が必要である。

キーワード：硬化性、出穂後40日間の日平均積算気温、精米白度、蛋白質含有率、地域間差異、年次間差異、不稔歩合、もち米。

北海道におけるもち米品種の作付けは2005年で8865 haであり、北海道の水稲面積の7.5%を占める。その生産量は、同年で日本全国の15.8%で1位を占めている。作付け地域は、うるち米品種の花粉の飛散により生じるキセニアやうるち米の機械的混入により品質を低下させないために、うるち米品種の作付け地域から離れた地域や稲作の北限地帯にあり、米生産団地を形成している。また、これらの地域は、北海道の稲作地帯でも気象条件が厳しく、主に早生品種の栽培地域であるが、良食味で販売しやすいうるち米の早生品種が無かったことも、もち米生産団地となる理由の一つであった。そのため、北海道のもち米の作柄は気象条件の影響を受けやすく、冷害が生じやすい。

もち米は加工原料として使用されるが、工場での菓子や餅の製造では成型時間を短くするために、搗き餅の硬化性(以下、搗き餅を略し、単に硬化性と記す)の高いもち米が望まれる。一方、団子製造などでは、製造後柔らかさが持続し賞味期間が長いことが必要であり、硬化性の低いもち米が必要である。また、硬化性は同一品種でも登熟気温が低いほど低くなる(松江ら2002, 木下ら2005)。北海道は日本の中でも気象が冷涼で登熟温度が低いため、生産されたもち米は主に硬化性が低い原料として利用されている(北の農業情報広場(hao)2001)。

もち米の品質については、製造品の外観が良くなるよう

に精米白度の高いことが要求されるが、精米蛋白質含有率(以下、蛋白質含有率と記す)が高いほど精米白度が低く(北の農業情報広場(hao)2001, 柳原2002)、さらに搗き餅の生地伸展性が劣る(北の農業情報広場(hao)2004)ことや生地の膨化伸長性が劣る(柳瀬ら1984)ことから、蛋白質含有率の低いことがとくに重要とされている。精米白度や膨化性について北海道のもち米は、東北以南のもち米よりも劣ることが認められている(柳原2002)。これらの理由から、北海道ではもち米品質を改善するための目標値が提案されている(北の農業情報広場(hao)2001)。

以上のことから、本試験では、北海道のもち米の作柄が大きく異なった2000～2003年に生産されたもち米を道内各地から広く収集し、品質を分析して、年次間差異と地域間差異および水稲の生育との関係を検討した。また、北海道品種の硬化性を、東北以南において硬化性の低い代表的もち米である佐賀県産の「ヒヨクモチ」(岡田ら1976)、および硬化性が日本で最も高いとされる新潟県産の「こがねもち」(五十嵐ら1959)と比較した(赤間・有坂1992, 江川・吉井1990, 齊藤1987)。それらの結果から、品質改善のための知見を得ようとした。

第1表 各調査地域におけるもち米品種の作付け面積、および生育特性ともち米品質の調査市町村数と調査点数。

地域	作付け 面積 (ha)	生育特性		もち米品質							
		調査 市町村数	調査 市町村数	調査点数 (硬化性)							
				2000年	2001年	2002年	2003年				
網走	1521	2	7	92 (8)	77 (10)	72 (7)	65 (7)				
上川北部	4300	2	6	106 (7)	104 (5)	93 (1)	87 (9)				
上川中南部	801	3	3	28 (3)	27 (3)	26 (2)	25 (3)				
留萌	864	2	2	36 (2)	30 (0)	15 (0)	29 (3)				
空知	860	2	4	27 (4)	29 (1)	26 (2)	24 (4)				
後志	119	2	2	6 (1)	7 (1)	7 (1)	6 (2)				
(合計)	(8865)	13	24	295 (25)	274 (20)	239 (13)	236 (28)				

作付け面積は2005年で、北海道農政部による。作付け面積の合計には、表中の地域以外に渡島294 haなども含む。網走の調査には、十勝(16 ha)も含む。生育特性の調査点数は調査市町村数と同じ。もち米品質の調査市町村数において、2000年の留萌地域は1、2003年の網走地域は6で、表中の数字と異なる。もち米品質における()内の数字は、硬化性に対する調査点数を示す。

材料と方法

1. 試験年次の気温、生育および玄米収量

供試品種は「はくちょうもち」である(本間ら1991)。同品種は1989年に育成され、1992年以降北海道のもち米品種作付けの大半を占めている(北海道の公式ホームページ2008)。2000~2003年に、もち米品種の作付けのある6地域の主要なもち米生産地である2~3市町村における出穂期、不稔歩合、千粒重および玄米収量を、北海道農業改良普及センターによる作況試験より調査した。なお、一部の市町村の玄米収量については、農林水産省による市町村別統計の水陸稲累年統計(農林水産統計情報総合データベース2008)による値を用いた。

調査した地域と市町村は、第1表に示すように、網走地域(以下、地域は略す)が北見市と女満別町、上川北部が名寄市と士別市、上川中南部が上川町、愛別町および南富良野町、留萌が遠別町と初山別村、空知が幌加内町と岩見沢市栗沢町、後志が倶知安町と黒松内町である。各地域の気象の特徴についてみると、網走は北海道東北部に位置し、オホーツク海に面する内陸部のため比較的低温で気温の変動が大きい。留萌は、西北部で北海道の稲作地帯でも最北に位置する地帯も含むが、日本海に面することから比較的温暖である。中央部に、北から上川北部、上川中南部があり、その西側に空知がある。それらは内陸部にあるため、気象が比較的安定している。また、後志は南西部にあり、日本海と太平洋の両岸にやや近く、年次により偏東風などによる冷気流の進入による影響を受ける(藤原1994)。

各地域は支庁に対応させたが、上川は、もち米品種の作付け面積が大きくもち米生産団地間の距離も長いため、上川北部と上川中南部に分けた。地域別のもち米品種の作付け面積は、2005年で後志の119 haから上川北部の4300 haの範囲にあった。また、渡島支庁の八雲町は、同年のもち米品種の作付けが294 haであるが、もち米生産団地の中でも気象条件が良く、中生品種「風の子もち」のみを作付け

しているため除いた。さらに、十勝では同年で「はくちょうもち」が16 haに作付けされているにすぎないため、調査データは気象条件が最も類似している網走に含めた。

なお、気温のデータはアメダスを使用した。分散分析は、統計計算ソフトJMP 5.1(JMPジャパン社)を使用し、市町村を反復にして行った。

2. もち米品質と搗き餅の硬化性における年次間および地域間の差異

供試品種は「はくちょうもち」である。試験年次は、2000年から2003年の4ヵ年である。供試材料は、北海道のもち米生産団地の農家より生産された玄米である。その調査市町村とその数は、第1表に示すように4ヵ年とも、網走が女満別町、美幌町、端野町、北見市、訓子府町および十勝の池田町と音更町(計7市町村、以下同じ)、上川北部が美深町、下川町、名寄市、風連町、士別市および剣淵町(6)、上川中南部が上川町、愛別町および南富良野町(3)、留萌が遠別町と初山別村(2)、空知が幌加内町、北竜町、芦別市および岩見沢市栗沢町(4)、後志が倶知安町と黒松内町(2)で、計24市町村である。ただし、2002年での留萌の遠別町と2003年での網走の音更町は調査しなかった。分析サンプルは、「はくちょうもち」の作付け面積約25 haあたりに1点とし、点数は1年当たり236~295、4ヵ年計1044である。ただし、搗き餅の硬化性での分析点数のみ同13~28の計86である。

調査は、まず玄米について、品質判定機(静岡精機社製、RS-2000 X型)により整粒歩合を、白度計(ケット科学研究所製、C-300-3型)により白度を測定した。その玄米を90.0%に搗精し、精米白度を測定した。さらに、その精米を粉にして、近赤外分析計(ブラン・ルーベ社製、インフラライザー2000型)により蛋白質含有率を計った。

また、精米を用いて搗き餅として、レオメーター(サン科学社製、CR-200 D型)により、硬化性を測定した。硬化性は、搗き餅を搗立直後に一定量を取り、そのまま硝子

第2表 各試験年次と地域における栽培期間の日平均積算気温および出穂期, 不稔歩合, 千粒重, 玄米収量.

年次 または 地域	データ 数	日平均積算気温			出穂期 (7月1日=1)	同左 標準 偏差	障害 危険期 の平均 気温	同左 標準 偏差	不稔 歩合	同左 標準 偏差	千粒 重	同左 標準 偏差	玄米 収量	同左 標準 偏差	
		5~7月	同左 標準 偏差	8~9月											同左 標準 偏差
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(%)	(g)	(g)	(kg/10a)	(kg/10a)		
2000	6	1495	193.0	1193	27.7	28.9	3.1	21.7	0.29	5.7	2.0	21.0	0.26	514	27
2001	6	1410	225.1	1032	29.8	31.8	3.0	19.7	0.43	14.0	6.4	20.5	0.38	479	76
2002	6	1377	237.7	1014	28.5	34.5	2.1	19.5	0.66	28.1	14.7	19.9	0.69	346	124
2003	6	1351	248.6	1054	21.4	34.8	3.7	17.9	0.53	42.3	26.0	19.2	0.74	270	148
分散分析		**		**		**		**		**		**		**	
網走	4	1384	77.8	1054	78.2	33.6	3.1	19.1	2.08	37.8	28.1	19.3	1.02	308	178
上川北部	4	1432	70.1	1062	88.3	29.9	2.5	19.5	1.77	16.4	10.7	20.2	0.70	399	129
上川中南部	4	1397	42.7	1036	81.3	31.3	1.3	19.7	1.53	14.8	7.7	20.4	0.62	489	76
留萌	4	1384	54.3	1098	85.7	36.5	2.4	19.7	1.59	22.1	17.7	20.4	0.68	407	118
空知	4	1441	62.0	1092	78.7	30.1	5.1	19.9	1.04	12.5	7.1	20.4	0.70	474	82
後志	4	1413	83.8	1097	80.4	33.5	3.7	20.1	1.49	31.6	33.3	19.9	1.24	338	206
分散分析		*		**		**		*		**		**		**	

各地域とも代表的な2~3市町村の平均で, 年次は6地域, 地域は4ヵ年の平均. 日平均気温は日最高気温と日最低気温の平均. 出穂期は7月1日=1とした数字で示し, 例えば8月1日=32. 障害危険期の平均気温, 障害危険期は出穂前24日以降30日間. *, **: それぞれ5, 1%水準で有意差あり.

製の成型器にはさみ, 生地が10mmとなるように成型し, 5°Cの低温庫で24時間冷蔵し硬化させた. 硬化させたもち生地に, レオメーターを用いて太さ1mmの針を0.6 mm s⁻¹のスピードで進入させたときの最大抵抗値 (g) を測定した (柳原2002).

これらの分析は北海道米改良協会分析センターで行った. また, 供試もち米の出穂期や不稔歩合は, 生産地に最も近い前述の市町村の作況試験データを用いた. 同様に, 出穂後40日間の日平均積算気温 (以下, 登熟気温と記す) は, 最も近い市町村における作況試験の出穂期とアメダスデータにより算出した.

3. 北海道および新潟県, 佐賀県のもち米における搗き餅の硬化性の比較

供試品種は, 北海道上川郡比布町にある北海道立上川農業試験場産の「はくちょうもち」, 佐賀県産「ヒヨクモチ」および新潟県産「こがねもち」である. 試験年次は2003年と2004年である. 2003年の試験に2002年産の「ヒヨクモチ」を供試した以外は, いずれも試験年次と同年産の材料を用いた. すなわち, 「ヒヨクモチ」は生産年次と試験年次が違っていたが, もち生地の硬化性における2ヵ年の経時変化は小さいことが認められている (柳瀬ら1982). 分析は, レオメーターによる前述の手法で, 北海道立上川農業試験場で行った.

結 果

1. 気温, 生育および玄米収量における年次間と地域間の差異

試験を行った4ヵ年には, 第2表に示すように, 5~7月の日平均積算気温で2003年の1351°Cから2000年の1495°Cまで144°C, 8~9月の同積算気温で2002年の1014°Cから2000年の1193°Cまで179°C, 5~9月の同積算気温で2002年の2391°Cから2000年の2688°Cまで297°Cのいずれも大きな差異があった. また, 地域別には5~7月の日平均積算気温で網走と留萌の1384°Cから空知の1441°Cまで57°C, 8~9月の同積算気温で上川中南部の1036°Cから留萌の1098°Cまで62°C, 5~9月で上川中南部の2433°Cから空知の2533°Cまで100°Cの差異があった. 以上のように, 同積算気温の年次間差異は地域間差異よりも大きかった.

生育を年次別にみると, 2000年は出穂期が最も早く, 障害型不稔発生の危険期間である幼穂形成期から開花期まで (出穂前24日以降30日間) の平均気温が最も高いため不稔歩合が低く, 千粒重が重く玄米収量が最も多かった. また, 年次が進むに伴い同危険期の平均気温が低く, 不稔歩合が高く千粒重が軽く低収であった. 不稔歩合には年次間で5.7~42.3%, 玄米収量には270~514 kg/10aと, 大きな差異があった. それらの標準偏差は, 同危険期の平均気温が低く不稔歩合が高く, 千粒重が軽く玄米収量も少ない2002年と2003年が他の年次に比べ大きかった.

地域別に見ると, 網走と後志は不稔歩合が高く千粒重が軽く, 玄米収量も低かった. また, 上川中南部と空知は,

第3表 各試験年次と地域における出穂後40日間の日平均積算気温およびもち米品質の玄米品質、蛋白質含有率、搗き餅の硬化性。

年次 または 地域	データ 数 (硬化性)	出穂後 40日間 の日平 均積算 気温 (℃)	同左 標準 偏差 (℃)	整粒 歩合 (%)	同左 標準 偏差 (%)	玄米 白度	同左 標準 偏差 (%)	精米 白度	同左 標準 偏差 (%)	精米 蛋白 質含 有率 (%)	同左 標準 偏差 (%)	硬化 性 (g)	同左 標準 偏差 (g)
2000	295 (25)	870	20.5	88.4	9.5	26.3	1.2	52.7	2.2	8.4	0.57	244	32.0
2001	274 (20)	739	20.0	81.8	6.5	23.7	0.9	49.2	2.0	8.4	0.78	111	32.1
2002	239 (13)	707	20.3	74.2	9.9	22.0	1.7	44.6	3.4	9.8	1.11	100	18.5
2003	236 (28)	746	55.1	76.6	13.8	21.8	2.9	45.5	6.1	9.8	1.42	103	27.4
網走	306 (32)	762	67.1	75.8	13.8	22.7	3.2	46.0	6.5	9.8	1.39	124	43.0
上川北部	390 (22)	775	65.1	82.7	9.3	23.8	1.8	48.7	3.4	8.8	0.99	168	43.0
上川中南部	106 (11)	765	61.9	81.4	7.8	24.3	1.8	49.9	2.4	8.4	0.74	136	47.0
留萌	110 (5)	776	63.0	83.0	7.8	24.3	1.4	50.1	2.2	8.5	0.44	159	37.1
空知	106 (11)	787	64.4	86.4	6.4	24.4	1.5	50.3	2.7	8.8	0.81	173	58.9
後志	26 (5)	773	60.8	74.5	20.0	22.8	3.5	46.5	7.7	9.8	1.31	126	55.7

出穂後40日間の日平均積算気温における日平均気温は第2表の脚注参照。()内の数字は硬化性に対するデータ数を示す。

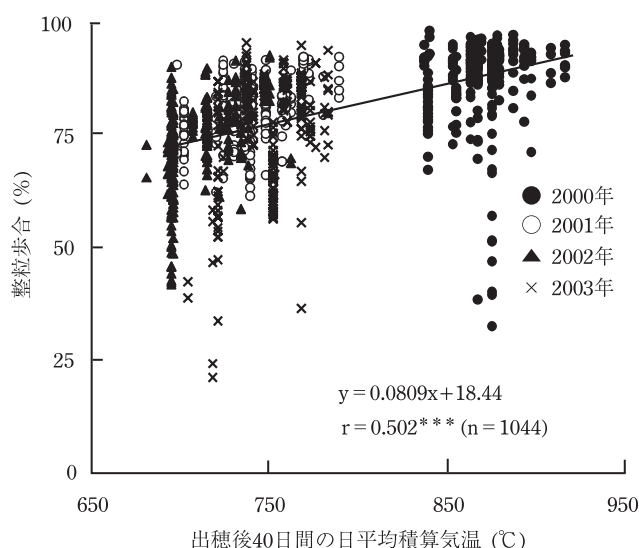
不稔歩合が低く最も多収であった。不稔歩合には地域間で空知の12.5%から網走の37.8%、玄米収量には網走の308 kg/10 aから上川中南部の489 kg/10 aと、年次間の差異よりはやや小さいが、やはり大きな差異がみられた。各地域の標準偏差は、障害型不稔発生の危険期の平均気温が低い地域ほど大きく ($r = -0.804^{ns}$, $n = 6$, 以下同じ)、不稔歩合は高い地域ほど大きく ($r = 0.939^{**}$)、千粒重は軽い地域ほど、また玄米収量は少ない地域ほど大きかった (それぞれ、 $r = -0.761^{ns}$, $r = -0.947^{**}$)。

年次と地域込みでみると、玄米収量は不稔歩合が低くなるほど、また千粒重が重くなるほど多収であった (それぞれ、 $r = -0.945^{**}$, $r = 0.895^{**}$, いずれも $n = 24$)。なお、年次と地域込みで、出穂期が早いほど登熟気温が高かった ($r = -0.647^{**}$, $n = 24$)。

2. もち米品質の年次間および地域間の差異

登熟気温は、第3表に示すように、最も高い2000年の870℃から最も低い2002年の707℃まで163℃の大きな年次間差異があった。各年次内の標準偏差は、2003年が他の年次に比べてとくに大きかった。これは同年では、第2表に示すように他の年次よりも出穂期が遅れ、その標準偏差が大きいことが一因と思われる。登熟気温を地域間で比べると、網走と上川中南部が最も低く、空知で最も高かった。しかし、地域間差異は25℃であり、年次間差異よりも小さかった。各地域内の標準偏差は、網走が最も大きく後志が最も小さく、各地域の平均値との間に一定の関係は認められなかった。

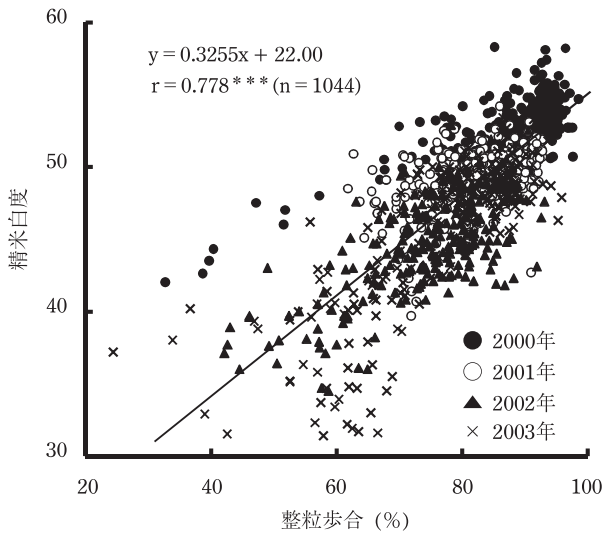
整粒歩合、玄米白度および精米白度は2000年が最も高く、2002年と2003年が他の年次より低かった。年次間でみると、それぞれ74.2~88.4%、21.8~26.3および44.6~52.7で大きな差異が見られた。各年次内の標準偏差は、



第1図 出穂後40日間の日平均積算気温と整粒歩合との関係。日平均気温は第2表の脚注参照。***: 0.1%水準で有意。

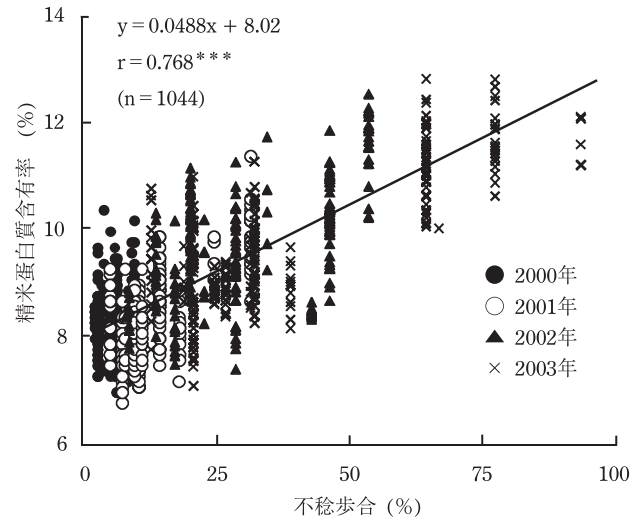
2003年が他の年次より大きかった。地域を比べると、整粒歩合、玄米白度および精米白度は空知で最も高く、網走と後志で最も低く、値の幅はそれぞれ、74.5~86.4%、22.7~24.4および46.0~50.3で地域間に差異があった。すなわち、地域間差異は年次間差異に比べ、整粒歩合ではほぼ同じであったが、玄米白度と精米白度では小さかった。それらの各地域内での標準偏差は、網走と後志が他の地域よりも大きく、整粒歩合、玄米白度、精米白度が低い地域ほどその標準偏差が大きい関係が認められた (それぞれ、 $r = -0.920^{**}$, $r = -0.964^{**}$, $r = -0.949^{**}$, いずれも $n = 6$)。

年次と地域を込みにしてみると、登熟気温が高くなるほど整粒歩合が高くなり (第1図, $r = 0.502^{***}$, $n = 1044$,



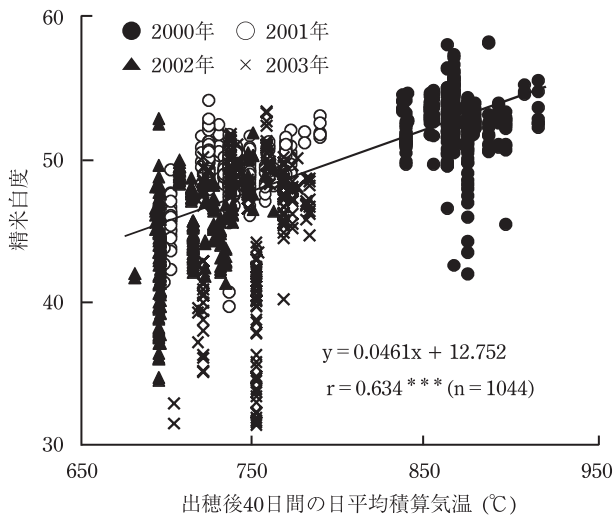
第2図 整粒歩合と精米白度との関係。

*** : 0.1%水準で有意。



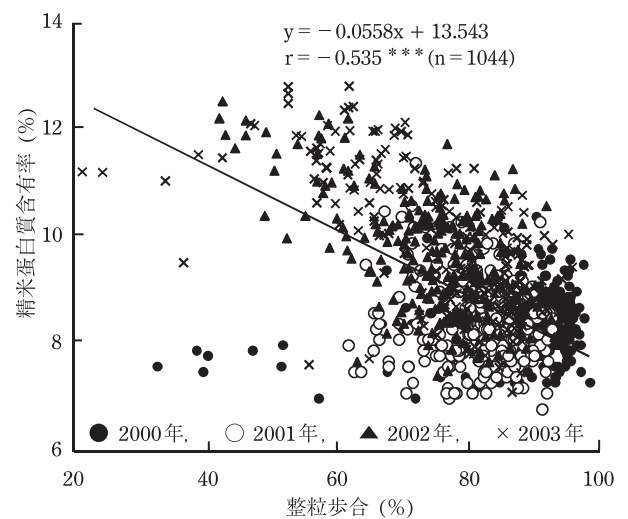
第4図 不稔歩合と精米蛋白質含有率との関係。

*** : 0.1%水準で有意。



第3図 出穂後40日間の日平均積算気温と精米白度との関係。

日平均気温は第2表の脚注参照。*** : 0.1%水準で有意。



第5図 整粒歩合と精米蛋白質含有率との関係。

*** : 0.1%水準で有意。

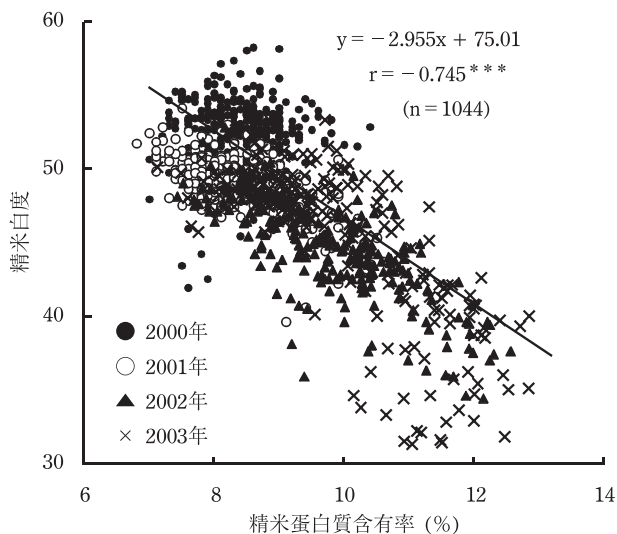
以下同じ), 整粒歩合が高くなるほど精米白度が高かった(第2図, $r = 0.778^{***}$)。このため, 登熟気温が高くなるほど精米白度が高くなった(第3図, $r = 0.634^{***}$)。また, 玄米白度は精米白度と強い正の相関関係があり ($r = 0.892^{***}$), 精米白度と同様に, 登熟気温が高くて整粒歩合が高いほど玄米白度も高くなった(それぞれ, $r = 0.723^{***}$, $r = 0.814^{***}$)。

蛋白質含有率は2002年と2003年が9.8%で, 他の2カ年の8.4%より1.4%も高く, 各年次内の標準偏差は, 蛋白質含有率が高い年次で大きかった(第3表)。また, 地域別に見ると, 網走と後志が9.8%と最も高く, 上川中南部と留萌が8.4~8.5%と最も低く, それらの差異は最大1.4%で年次間の差異と同じであった。各地域内の標準偏差と蛋白質含有率との間には密接な関係があり ($r =$

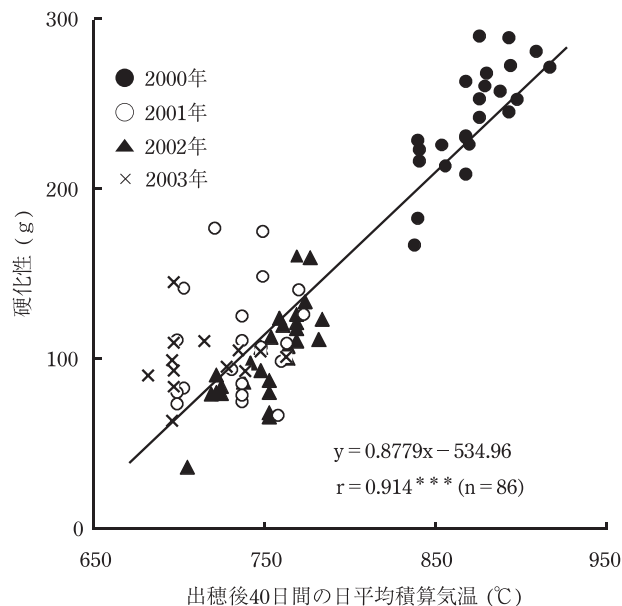
0.927^{**} , $n = 6$), 標準偏差の大きかった網走と後志で蛋白質含有率が高かった。さらに, 年次と地域を込みにすると, 不稔歩合が高く, また整粒歩合が低いほど蛋白質含有率が高くなり(それぞれ, 第4図, $r = 0.768^{***}$, および第5図, $r = -0.535^{***}$, いずれも $n = 1044$, 以下, 同じ), 蛋白質含有率が高いほど精米白度が低かった(第6図, $r = -0.745^{***}$)。同様に, 蛋白質含有率が高くなるほど玄米白度が低かった ($r = -0.704^{***}$)。

3. 搗き餅の硬化性の年次間と地域間の差異および東北以南のもち米との比較

硬化性は, 第3表に示すように2000年が244gで他の年次より高く, 最も低かった2002年と2003年の100~103gに比べ1.4倍の差がみられた。すなわち, 硬化性は年次



第6図 精米蛋白質含有率と精米白度との関係。
*** : 0.1%水準で有意。



第7図 出穂後40日間の日平均積算気温と搗き餅の硬化性との関係。*** : 0.1%水準で有意。

間差異が大きく、その差異は最大で 144 g であった。地域間差異については、最も低い網走と後志で 124~126 g、最も高い空知で 173 g とその差異は最大で 49 g であった。各地域における年次間の標準偏差は 37.1~58.9 g で各年次における地域間の 18.5~32.1 g より大きかった。なお、各年次の平均値と同じ年次の地域間の標準偏差との間および各地域の平均値と同じ地域における年次間の標準偏差との間に、一定の関係は見られなかった。また、年次と地域を込みにすると、硬化性は登熟気温が高いほど高くなった(第7図, $r = 0.914^{***}$, $n = 86$)。

さらに、2003年と2004年に分析を行った北海道上川中央部の比布町産「はくちょうもち」、新潟県産「こがねもち」および佐賀県産「ヒヨクモチ」の硬化性を、第4表に示した。「はくちょうもち」が両年とも3品種中最も低く 205~260 g で、次いで「ヒヨクモチ」の 290~315 g、「こがねもち」が最も高く 452~479 g であった。なお、比布町は、北海道のもち米生産団地には含まれず、一般にもち米生産団地の市町村よりも気象条件が良く気温も高い。しかし、出穂後40日間の日平均積算気温は、2003年は出穂期が7月29日で 801°C、2004年は出穂期が7月25日で 858°Cであり、第3表に示した2000~2003年の各年次平均の範囲にあった。そのため、これらの「はくちょうもち」の分析値ともち米生産団地産米の値との間には大きな差異がないと考えられた。

考 察

1. もち米品質の年次間と地域間の差異を生じる要因と品質目標との対比

精米白度と整粒歩合が低い年次と地域で、また蛋白質含有率が高い年次と地域で、各年次内と地域内の標準偏差すなわち変異が大きかった(第3表)。これは、高温年には

第4表 北海道産「はくちょうもち」および新潟県産「こがねもち」、佐賀県産「ヒヨクモチ」における搗き餅の硬化性。

品種名	産地	硬化性(g)	
		2003年	2004年
はくちょうもち	北海道	205	260
こがねもち	新潟県	479	452
ヒヨクモチ	佐賀県	290	315

表中の年次は試験年次で、2003年の「ヒヨクモチ」のみ2002年産米、他は試験年次と生産年次は同じ。「はくちょうもち」は上川中央部の比布町産。

不稔の発生が少ないためそれら特性に地域間の差異が余り生じないが、冷温年には、登熟気温が低い地域ほど整粒歩合が大きく低下することや、気象の厳しい地域で不稔が多発し、不稔が発生すると蛋白質含有率が高くなり(田中・古原 1994, 第4図)、蛋白質含有率が高くなると精米白度が低下する(寺西ら 1983, 北の農業情報広場(hao) 2001, 柳原 2002, 第6図)ことにより生じたと考えられる。

これらの特性の年次間と地域間の差異を比較すると、整粒歩合と蛋白質含有率では大きな差異はないが、玄米白度および精米白度では年次間差異の方が大きかった。これは、本試験では年次により気象条件が大きく異なっていたため、精米白度には蛋白質含有率に加えて登熟気温が影響し(第3図, 北の農業情報広場(hao) 2003)、登熟気温は地域間差異よりも年次間差異の方が大きかった(第3表)ことにより生じたと考えられる。

北海道もち米の品質目標については、整粒歩合 80%以上、精米白度 50 以上および蛋白質含有率 8%以下が提案されている(北の農業情報広場(hao) 2001)。本試験における全域平均でみると、目標値の整粒歩合 80%以上および精

米白度 50 以上については、2000 年と 2001 年はそれを越えるかそれに近い値となった(第 3 表)。このため、これら目標値は十分達成可能な数値と判断された。また、これらはいずれも登熟気温と正の相関があり(第 1 図、第 3 図)、出穂期を早めるなどで登熟気温を高めるとともに、不稔の発生を回避し蛋白質含有率を高めないようにすることで目標を達成できると考えられた。しかし、蛋白質含有率については、供試年次の中で低かった 2000 年と 2001 年でも全域の平均値が目標値より高かった(第 3 表)。また、不稔歩合と蛋白質含有率との関係をもみても、不稔歩合が 6% 程度で供試年次中最も低かった 2000 年でも蛋白質含有率は 8.3% となり(第 4 図)、8% 以下という目標を達成するのは難しいと思われた。

2. 精米蛋白質含有率を低下させる栽培技術

以上のように、品質の安定を図るには、蛋白質含有率を安定させることが必要である。そのためには、まず障害型耐冷性の強い品種を作付けし、冷涼な気象の年次における不稔の発生を回避することが重要である。

長年、北海道もち米生産の大半を占めてきた「はくちょうもち」は、障害型耐冷性に関わる穂ばらみ期耐冷性が「強」(本間ら 1991)、開花期耐冷性が「中」(丹野 2004)である。穂ばらみ期耐冷性については、近年、さらに強い「極強」の実用もち米品種(佐藤ら 2007)や中間母本(北の農業情報広場(hao) 2006)が育成されている。また、開花期耐冷性については、「はくちょうもち」を含めた従来のもち米品種はうるち米品種に比べ劣っているので、早急な改良が必要であるが、最近では「極強」のもち米育成系統も認められている(丹野 2004)。さらに、不稔発生を軽減させる技術として、幼穂形成期から冷害危険期までの深水灌漑や多肥栽培を避けることも指導されており、これらは栽培上の基本技術として励行する必要がある。

これまで良食味のうるち米生産のために提案されている蛋白質含有率を低下させる栽培技術の中では、初期生育を促進することがとくに重要とされているが(古原ら 2002)、初期生育を促進することで生育中後期の窒素吸収が低下すると、それに伴う玄米収量の低下が懸念される。「はくちょうもち」は育成当時、玄米品質には優れていたが収量性が不十分であり(本間ら 1991)、粒重も現在となつてはやや小さいと考えられている(丹野ら 1997)。そのため、登熟期の生育が低下すると、粒の肥大が不十分となり、屑米の発生による玄米収量のさらなる低下が心配される。また、生産者は「はくちょうもち」の栽培に当たり、玄米収量を高めるために多肥栽培となりがちである。以上のことから、低蛋白米生産を目指すには、「はくちょうもち」は栽培方法が難しい品種であると判断される。したがって、今後、品質目標の蛋白質含有率 8.0% 以下を達成するためには、低蛋白で収量性の高い新品種の育成が不可欠と思われる。

3. 搗き餅の硬化性における年次間と地域間の差異および生産適地

北海道品種のもち米は、現在、主に硬化性が低い原料として使用されている。硬化性は登熟温度が高いほど高くなる(松江ら 2002, 木下ら 2005, 第 7 図)。本試験でも年次間で 144 g の差異が見られ、これは地域間差異の 49 g に比べてかなり大きかった(第 3 表)。北海道もち米と東北以南のもち米における硬化性を比較してみると、北海道産の「はくちょうもち」の硬化性は、硬化性の高い代表的なもち米である新潟県産の「こがねもち」および硬化性の低い原料として使われる佐賀県産「ヒヨクモチ」に比べていずれの年次とも低く(第 3 表、第 4 表)、低硬化性原料としては問題ないと考えられた。しかし、東北以南の品種より硬化性が低いとはいえ、「はくちょうもち」の大きな年次変動がもち製造工程に与える影響については明らかではなく、今後、検討する必要がある。

一方、北海道では 2007 年に、従来の北海道もち米品種になかった硬化性の高いもち米品種が育成された(佐藤ら 2007)。本試験の結果では、硬化性の地域間差異は年次間差異よりも小さいとはいえ、地域間にも 49 g の差異が見られた。北海道は東北以南よりも気象が冷涼なため、硬化性の高いもち米を安定生産するには、冷温年においても硬化性が大きく低下しないことがとくに重要である。そのため、この硬化性の高いもち米品種は、登熟気温が高く、安定して高い硬化性が維持される地域に限定して栽培する必要がある。

謝辞：本試験におけるもち米生産団地産米の品質分析および作況調査は、それぞれ北海道米麦改良協会分析センターと北海道農業改良普及センターによって行われた。また、本報を取り纏めるに当たり両センターから貴重なデータを提供していただいた。ここに記して、深謝します。

引用文献

- 赤間芳洋・有坂将美 1992. もち米. 櫛淵欽也監修, 日本の稲育種. 農業技術協会, 東京. 197-208.
- 江川和徳・吉井洋一 1990. 産地・品種を異にした糯米による餅の硬化性. 新潟食品研報 25: 29-33.
- 藤原忠 1994. 北海道の稲作と気象. 石塚喜明監修, 星野達三編著, 北海道の稲作. 北農会, 札幌. 85-98.
- 北海道の公式ホームページ 2008. 米に関する資料 [生産・価格・需要] (平成 19 年 12 月版) (北海道の水田農業, 米の生産技術). http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/kome/top_kome.htm (2008/1/17 閲覧).
- 本間昭・楠谷彰人・前田博・佐々木一男・天野高久・前川利彦・新橋登・佐々木多喜雄・柳川忠男・沼尾吉則 1991. 水稲糯新品種「はくちょうもち」の育成について. 北海道立農試集報 62: 1-11.
- 木下雅文・沼尾吉則・尾崎洋人・荒木和哉・佐藤毅 2005. 府県水稲糯品種並に高い餅硬化性を持つ育成系統の解析. 育種・作物学会北海道談話会報 46: 61-62.
- 五十嵐松太郎・国武正彦・白倉治一 1959. 水稲新品種「こがねもち」. 新潟農試研報 9: 19-27.

- 北の農業情報広場 (hao) 2001. 北海道もち米の実需実態と理化学性 (北海道農業試験場 試験研究成果一覧). <http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h13gaiyo/2001602.htm> (2008/1/17閲覧).
- 北の農業情報広場 (hao) 2003. 主食用もち米の栽培管理指針 (北海道農業試験場 試験研究成果一覧). <http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h15gaiyo/2003316.htm> (2008/1/17閲覧).
- 北の農業情報広場 (hao) 2004. もち米品質がもち生地品質 (色・物性) に及ぼす影響とその評価法 (北海道農業試験場 試験研究成果一覧). <http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h16gaiyo/2004610.htm> (2008/1/17閲覧).
- 北の農業情報広場 (hao) 2006. 水稲穂ばらみ期における障害型耐冷性極強系統の育成 (北海道農業試験場 試験研究成果一覧). <http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h18gaiyo/f0/2006004.html> (2008/1/17閲覧).
- 古原洋・渡辺祐志・竹内晴信・田中英彦・丹野久・五十嵐俊成・後藤英次・長谷川進・沼尾吉則 2002. 北海道米の食味・白度の変動要因と高位安定化技術. 北農 69: 17-25.
- 松江勇次・内村要介・佐藤大和 2002. アミログラム特性の糊化開始温度による水稲もち品種の餅硬化速度の評価方法と餅硬化速度からみた糊化開始温度と登熟温度. 日作紀 71: 57-61.
- 農林水産統計情報総合データベース 2008. 農林水産関係市町村別データ (年産), 水陸稲累年統計, 水稲, 北海道. <http://www.tdb.maff.go.jp/toukei/a02smenu3?TokID=D003&TokKbn=C&TokID1=D003C-002&TokID2=D003C-002-001&TokKbnName=> (2008/2/18閲覧).
- 岡田正憲・西山寿・本村弘美・今井隆典・甲斐俊二郎・和佐野喜久生・志村英二・藤井啓史 1976. 水稲新品種 “ヒヨクモチ”・“アカネモチ”について. 九州農試報 18: 81-99.
- 齊藤昭三 1987. 米の加工. 農林水産省農業研究センター編, 稲と米生産から食卓まで. 農林水産技術情報協会, 東京. 74-129.
- 佐藤毅・沼尾吉則・木下雅文・吉村徹・佐々木忠雄・糟谷雅志・品田博史・尾崎洋人・木内均・相川宗嚴・前川利彦・平山裕治 2007. もち硬化性が高く耐冷性の強い水稲新品種「上育糯 451 号」. 平成 18 年度 新しい研究成果—北海道地域—. 北海道農業研究センター, 札幌. 17-20.
- 田中英彦・古原洋 1994. 苗の種類と移植時期の影響. 北海道立農業試験場資料 第 22 号, 竹川昌和編集代表, 平成 5 年北海道における農作物異常気象災害に関する緊急調査報告書 稲作編. 北海道立中央農業試験場, 北海道長沼町. 80-81.
- 丹野久・前田博・新橋登・佐々木一男・田縁勝洋・柳川忠男・相川宗嚴・吉田昌幸・菅原圭一・菊地治己・木内均・平山裕治 1997. 水稲糯新品種「風の子もち」の育成について. 北海道立農試集報 72: 55-68.
- 丹野久 2004. 水稲における開花期耐冷性の簡易検定法の確立と遺伝資源の評価. 北海道立農試報 104: 1-49.
- 寺西敏子・柳瀬肇・大坪研一 1983. 窒素施肥法と米, 米飯の白度並びに色調. 日作紀 52 (別 1): 77-78.
- 柳原哲司 2002. 北海道米の食味向上と用途別品質の高度化に関する研究. 北海道もち米の加工適性向上に関する技術開発. 北海道立農試報 101: 55-62.
- 柳瀬肇・遠藤勲・竹生新治郎 1982. もち米の品質, 加工適性に関する研究. (第 2 報) 国内産もち米の貯蔵と加工適性. 食総研報 39: 1-14.
- 柳瀬肇・大坪研一・橋本勝彦 1984. もち米の品質と加工適性に関する研究. (第 6 報) もち生地の湯溶けならびに膨化伸展性の銘柄間差異. 食総研報 45: 1-8.

Difference in the Quality of Glutinous Rice among Years and Areas, and the Factors Affecting the Quality in Hokkaido in Northern Japan : Hisashi Tanno¹⁾, Masafumi Kinoshita²⁾ and Takashi Satoh²⁾ (¹⁾Hokkaido Cent. Agr. Exp. Stn., Iwamizawa Branch, Iwamizawa 069-0365, Japan; ²⁾Hokkaido Kamikawa Agr. Exp. Stn.)

Abstract : In 2000~2003, the quality of glutinous rice, variety Hakuchou-mochi, was examined in six areas using 1044 samples, and hardenability of the rice cake was also examined using 86 samples. Furthermore, the growth characteristics were examined to clarify the factors causing yearly and regional differences. The yearly change on the average of all areas was 5.7~42.3% in sterility, 270~514 kg / 10 a in brown rice yield, 74.2~88.4% in whole-grain ratio (WGR), 21.8~26.3 in brown rice whiteness (BRW), 44.6~52.7 in polished rice whiteness (PRW), 8.4~9.8% in protein content (PC), and 100~244 g in hardenability. Regional variation was similar to yearly change in WGR and PC, but was smaller in BRW, PRW and hardenability. In the area with cool meteorology, however, sterility and yield loss were large in a cool weather year, and thus difference within area was large in WGR, BRW, PRW, and PC. The lower the sterility and the higher the WGR, the lower was the PC; and the lower the PC and the higher the air temperature during grain-filling (ATDG), the higher the BRW and PRW. Furthermore, the higher the ATDG, the higher the hardenability. Thus, hardenability in Hokkaido greatly varied with the year, but was lower than that in “Koganemochi” in Niigata Prefecture and “Hiyokumochi” in Saga Prefecture in 2003~2004. From the above, decrease in sterility, decrease in PC, and advancing heading date were important for stable production of high-quality rice. The cultivation area of high hardenability should be limited.

Key words : Air temperature during grain-filling, Difference among years and areas, Glutinous rice, Hardenability of glutinous rice cake, Protein content, Sterility, Whiteness in polished rice.