

ラピッド・ビスコ・アナライザーによる陸稲糯品種の餅硬化性の評価と高度の餅硬化性を持つ陸稲品種「関東糯 172 号」

岡本和之*・根本博
(茨城県農業総合センター)

要旨:主に米菓の原料として利用される陸稲の需要拡大を図るには、品質や加工適性の優れた品種を育成する必要がある。特に、餅生地硬化性は製造時間の短縮につながる品質要因として重視されている。そこで、陸稲糯品種における餅硬化性の簡易な検定法として、ラピッド・ビスコ・アナライザーを利用する方法を検討した。検定条件のうち、内在するアミラーゼの活性を抑えるため添加する硫酸銅溶液の濃度を検討したところ、400 ppm で安定して各糊化特性を測定できた。また、陸稲糯品種におけるラピッド・ビスコ・アナライザーの測定工程は、餅硬化性に差のある陸稲 2 品種の比較から、分析開始温度 40°C、温度勾配 10°C/min の設定が最適であった。これらの検定条件を用いて、陸稲主要 11 品種における餅硬化性とラピッド・ビスコ・アナライザーによって測定される糊化特性の関係を検討した。その結果、糊化開始温度とピーク温度は餅硬化性との相関係数が他の特性値に比べて高く、両温度を指標に餅硬化性を簡便に推定することができた。本法は精白粉 3.5 g と少量で分析できるため、育種において餅硬化性の一次選抜に役立つ可能性が高いと考えられた。また、日本在来の陸稲糯品種と育成品種を対象とした餅硬化性に関する品種の検索を実施したところ、供試した 136 品種の中から従来の陸稲糯品種にはなかった高度の餅硬化性を示す陸稲品種「関東糯 172 号」を見出した。

キーワード:糊化開始温度、ピーク温度、餅硬化性、ラピッド・ビスコ・アナライザー、陸稲。

陸稲は 1997 年に全国の 8600 ha で栽培されているが、粳品種では玄米蛋白質含量が水稻に比べて高く (平 1970)、米飯としての食味が水稻に劣ることから、栽培面積の 99% を糯品種が占めている。糯米の用途は主に切り餅用と米菓原料用であるが、陸稲糯米の場合は、価格が安価なこと、切餅としての食味が水稻糯米に劣るため、用途が米菓原料に限られている。糯米の米菓原料米としての適性は、餅硬化性や膨化伸展性などにより評価される。米菓を製造する工程では、練り上がった餅生地を切断・成型するため、冷蔵により硬化させる必要がある。このため、特に、餅生地の硬くなる速さを示す餅硬化性は、米菓を製造する工程の作業効率に影響する要因として重視されている (柳瀬ら 1982 a, 柳瀬ら 1984)。しかし、一般に陸稲の糯米は水稻の糯米にくらべて餅硬化性に劣り、餅搗き後の成型により長い時間を要するため、米菓原料米としての評価は低いとされる (柳瀬ら 1982 b)。今後、原料米として陸稲糯米の需要拡大を図るには、米菓製造の作業を効率化できる優れた餅硬化性を備えた陸稲品種を育成することが重要な課題である。

餅硬化性の検定法としては、冷蔵した餅生地での“ダレ”の比較、テクスチュロメーター硬度からの判定やビスコグラフによる糊化開始温度の測定 (柳瀬ら 1982 b, 江川・吉井 1990, 有坂 1994) などがある。しかし、いずれの方法でも簡易に餅硬化性を測定できるが、多くの試料と労力を要するため、一度に多数の品種・系統を扱う育種事業の特性検定としては不向きである。ラピッド・ビスコ・アナライザー (ニューポートサイエンティフィック社製、以下、RVA と略す) は粘度計の一種であり、水稻粳米の糊化特性を評価する機器として利用されている (朝岡ら 1994、

不破ら 1994, 水上ら 1996, 豊島ら 1997)。しかし、糯品種についての応用例は少なく知見も限られている (高橋 1993)。

本研究では優れた餅硬化性を備えた陸稲糯品種を育成するため、餅硬化性の簡易な検定法の確立を目的として RVA の利用を試みるとともに、RVA による餅硬化性に関する陸稲の品種検索を実施した。

材料と方法

1. 陸稲糯米における RVA の検定条件の検討

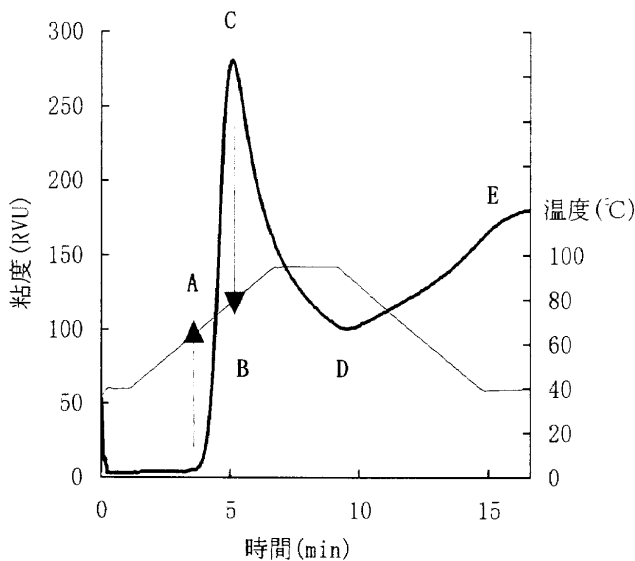
水稻とは品種特性や栽培様式が異なる陸稲糯品種に適切な RVA の検定条件を検討した。材料には茨城県農業総合センター農業研究所畑圃場で栽培した 1994 年産のトヨハタモチ、1995 年産のナエバハタモチとミズハタモチを用いた。畦間は 60 cm、播幅は 10 cm で、播種量は m² 当たり 5 g とし、1994 年は 4 月 20 日に、1995 年は 4 月 17 日に各品種を条播した。兩年とも基肥として、10 a 当たり窒素、リン酸、カリを成分量でそれぞれ 6, 12, 9 kg を施用した。追肥として、1994 年は 6 月 15 日と 7 月 20 日に、1995 年は 6 月 2 日と 7 月 18 日に、窒素を 10 a 当たり成分量で 4 kg を施用した。畑地灌漑栽培用品種であるミズハタモチはスプリンクラー灌水 (計 185 mm, 5 回) を行ったが、他の品種は無灌水で栽培した。収穫は 9 月中～下旬に行った。他の栽培方法は茨城県の耕種基準に従った (注: 普通作物耕種基準 1994)。RVA の測定には、搗精歩留り 88% の白米を佐竹社製オートクラシャー (AC-1 A 型) で粉碎し、200 メッシュを通過した精白粉を用いた。測定の温度工程として水稻粳米用に設定された豊島ら (1997) の工程を改変し、50°C で 1 分間保持後、10°C/min

で95°Cに昇温・2.5分間保持, 10°C/minで50°Cに降温・2分間保持を基本工程とした。

RVAの検定条件として硫酸銅の添加濃度と温度工程を検討した。糯米粉を用いた糊化特性の分析では, 内在性のアミラーゼによる加水分解を阻害するため硫酸銅を添加する必要がある(渋谷ら1983, 庄司・米倉1988)。トヨハタモチの精白粉3.5g(水分含量15%換算)に, 各0, 200, 400, 600, 1000 ppmの硫酸銅水溶液25 mLを加えて前述の基本工程で測定し, 各添加濃度における糊化開始温度(第1図, A:ベースライン+2で米粉が糊化により粘り始める温度), ピーク温度(B:最高粘度に達する温度), 最高粘度(C), 最低粘度(D), ブレークダウン(C-D), 最終粘度(E), コンシステンシー(E-D)を測定した。また, 陸稻糯品種の測定に適した温度工程を設定するために, RVAの分析開始温度と温度勾配(加熱・冷却時の温度変化)を検討した。ナエバハタモチとミズハタモチの精白粉を用い, 分析開始温度として50°C, 40°C, 30°C, 温度勾配として12.2°C/min, 10.0°C/min, 6.9°C/minの各条件において, 糊化開始温度とピーク温度を比較した。

2. RVAによる糊化特性と餅硬化性との関連

陸稻糯品種の餅硬化性とRVAによって測定される糊化特性との関連を検討した。供試材料には1995年と1996年に畑栽培した主要陸稻糯品種, 農林糯20号, ハタキヌモチ, ワラベハタモチ, ツクバハタモチ, ミサトハタモチ, トヨハタモチ, ナエバハタモチ, ナツハタモチ, サキハタモチ, ミズハタモチと陸稻関東糯168号の計11品種を用い



第1図 ラピッド・ビスコ・アナライザーによる陸稻精白粉における糊化特性の解析例。
陸稻の主要品種「トヨハタモチ」においてラピッド・ビスコ・アナライザー(RVA)によって精白粉の糊化特性を測定したときの糊化粘度曲線ならびに各糊化特性の呼称。
A:糊化開始温度, B:ピーク温度, C:最高粘度,
D:最低粘度, E:最終粘度。
——:糊化粘度曲線, - - - - :温度変化。

た。畦間は60 cm, 播幅は10 cmで, 播種量はm²当たり5 gとし, 1995年, 1996年とも4月17日に各品種を条播した。兩年とも基肥として, 10 a当たり窒素, リン酸, カリを成分量でそれぞれ6, 12, 9 kgを施用した。追肥として, 1995年は6月2日と7月18日に, 1996年は6月10日と7月15日に, 窒素を10 a当たり成分量で4 kgを施用した。他の栽培方法は茨城県耕種基準に従った。RVAの測定には試験1の方法で調整した精白粉3.5 gに400 ppmの硫酸銅水溶液25 mLを加え, 40°Cで1分間保持後, 10°C/minで5.5分間加熱, 後2.5分間保持, 10°C/minで5.5分間冷却, 後2分間保持の工程で実施した(第1図)。

餅生地は, 搗精歩留まり88%の精白米650 gを一晩水に浸し, 東芝製の餅搗き器「もちっこ(AFC-166型)」で練り上げ作成した。得られた餅生地を27.5 cm×18 cm×1.5 cmに成型したのち, 表面をポリフィルムで覆い, 4°Cで10時間冷蔵した。餅硬化性は, 藤原製作所製の果実硬度計(KM-5型)により測定した餅生地上の任意の5点の平均硬度で示した。

3. 陸稻在来糯品種と育成糯品種におけるRVAの糊化特性

RVAを用いて陸稻糯品種における餅硬化性の品種検索を行った。供試材料には生物工学研究所で保存している日本の在来陸稻糯品種102, 陸稻育成品種27, 1994年度奨励品種決定調査に配布した7品種, 計136品種を用いた。供試品種は1994年に農業研究所水田圃場で栽培した。育苗箱への播種は5月9日に行い, 6月2日に稚苗を水田に移植した。栽植密度は条間30 cm, 株間15 cm, 1株1本植えとした。肥料は, 10 a当たり窒素, リン酸, カリを成分量でそれぞれ6, 12, 9 kgを全量基肥として施用し, 追肥は行わなかった。収穫は9月上旬~10月中旬に適宜行った。その他の栽培方法は茨城県の耕種基準に従った。RVAの測定は試験2の条件に従って実施した。

また, RVAによる餅硬化性に関して特徴のある関東糯172号とトヨハタモチとツクバハタモチの間で餅硬化性を比較した。材料には試験1の施肥条件で畑栽培された1996年産の糯米を使用した。試験2の製餅法に従い作成した餅生地を4°Cで貯蔵し, 作成直後, 3時間後, 6時間後, 10時間後の餅硬化性を果実硬度計により測定した。

結 果

1. 陸稻糯米におけるRVAの検定条件の検討

糯米の糊化特性を測定する場合, 胚乳デンプンが内在するアミラーゼにより加水分解を受けるため, アミラーゼ活性阻害剤を添加する必要がある。今回, 供試した陸稻トヨハタモチの精白粉では, 阻害剤として添加した硫酸銅溶液の濃度が高くなるにつれて糊化特性は上昇し, 硫酸銅の濃度が200 ppm以上でピーク温度が, 400 ppm以上では最

第1表 硫酸銅添加がRVAによる糊化特性に与える影響。

硫酸銅の濃度 (ppm)	糊化開始温度 (°C)	ピーク温度 (°C)	最高粘度	最低粘度	ブレイクダウン	最終粘度	コンシステンシー (RVU)
0	62.7 a	74.6 b	136 c	75 c	61 c	97 d	22 c
200	62.5 a	77.3 a	227 b	112 b	114 b	168 c	57 b
400	62.2 a	77.4 a	280 a	133 a	147 a	194 a	61 a
600	62.5 a	77.3 a	287 a	135 a	152 a	194 a	59 a
1000	62.2 a	77.0 a	293 a	129 a	164 a	186 b	57 b

陸稲主要品種「トヨハタモチ」におけるRVAの糊化特性値, 2反復の平均値。
同一英文字間にはTukeyの多重検定法による5%水準の有意差がない。

第2表 陸稲糯品種において分析開始温度が糊化開始温度とピーク温度に及ぼす影響。

糊化開始温度(°C)			
分析開始温度(°C)	ミズハタモチ	ナエバハタモチ	差
50	61.6	65.6	4.0 a
40	62.2	65.6	3.5 ab
30	62.6	65.6	3.0 b
ピーク温度(°C)			
分析開始温度(°C)	ミズハタモチ	ナエバハタモチ	差
50	76.2	77.8	1.6 a
40	78.5	80.8	1.8 a
30	80.8	83.1	2.3 a

同一英文字間にはTukeyの多重検定法による5%水準の有意差がない。

高粘度, 最低粘度, ブレイクダウン, 最終粘度, コンシステンシーがほぼ一定となった。しかし, 糊化開始温度は添加濃度に関係なく62.2°Cから62.5°Cで安定し, 硫酸銅による影響を受けなかった(第1表)。

分析開始温度と温度勾配の検討は, 次の試験2で示すように餅硬化性に差のあるナエバハタモチとミズハタモチを用い, 両品種間の糊化特性で最も大きな差が得られる条件を求めた。分析開始温度を50°Cから40°C, 30°Cに下げると, 糊化開始温度では品種間差が有意に縮小するのに対し, ピーク温度では品種間差が拡大する傾向を示した(第2表)。次に, 分析開始温度を40°Cに固定して, 温度勾配の違いが糊化開始温度とピーク温度へ及ぼす影響を調べた。温度勾配は, 糊化開始温度とピーク温度とも, 勾配12.2°C/minでは品種間差が小さくなったが, 勾配10°C/minと6.9°C/minの間で差はなかった(第3表)。

2. 餅硬化性とRVAによる糊化特性との関連

日本の主要陸稲品種の餅硬化性を果実硬度計によって比較した(第4表)。1995年産米の餅硬化性は2.26 kg cm⁻²から3.33 kg cm⁻²までの範囲に, 1996年産米の餅硬化性は前年よりやや低く, 1.54 kg cm⁻²から2.70 kg cm⁻²までの範囲に分布した。しかし, 両年の品種間差の傾向はほぼ一致し, 年度間で有意な正の相関(r=0.717*)を示した。ナエバハタモチは1995年産で3.33 kg cm⁻², 1996年産で2.70 kg cm⁻²を示し, 供試した11品種中で最も餅硬化性に優れ, ミズハタモチの1.47~1.75倍の値を示した。これらの品種の餅硬化性とRVAによる糊化特性との関連

第3表 陸稲糯品種において温度勾配が糊化開始温度とピーク温度に及ぼす影響。

糊化開始温度(°C)				
温度勾配 (°C/min)	分析所要時間 (min)	ミズハタモチ	ナエバハタモチ	差
12.2	14.0	62.2	65.6	3.4 a
10.0	16.5	61.3	65.0	3.7 a
6.9	21.0	60.8	64.5	3.7 a
ピーク温度(°C)				
温度勾配 (°C/min)	分析所要時間 (min)	ミズハタモチ	ナエバハタモチ	差
12.2	14.0	78.5	80.3	1.8 b
10.0	16.5	75.9	78.3	2.4 a
6.9	21.0	72.7	75.0	2.3 a

同一英文字間にはTukeyの多重検定法による5%水準の有意差がない。

第4表 果実硬度計による餅硬化性の検定

品種名	餅硬化性 (kgcm ⁻²)	
	1995年産	1996年産
ミズハタモチ	2.26 f	1.54 g
陸稲関東糯 168号	2.53 e	1.64 f
ワラベハタモチ	2.55 e	1.85 d
トヨハタモチ	2.66 d	1.85 d
陸稲農林糯 20号	2.71 d	1.93 d
サキハタモチ	2.81 c	1.70 ef
ナツハタモチ	2.82 c	1.73 e
ミサトハタモチ	2.95 b	1.89 d
ハタキヌモチ	2.99 b	2.02 c
ツクバハタモチ	2.97 b	2.22 b
ナエバハタモチ	3.33 a	2.70 a

餅硬化性は, 果実硬度計により測定した餅生地上の任意の5点の平均硬度で示した。同一英文字間にはTukeyの多重検定法による5%水準の有意差がない。

を検討すると, 両年とも糊化特性のうち糊化開始温度は餅硬化性と有意な正の相関(r=0.663*, 0.662*)を示した(第5表)。

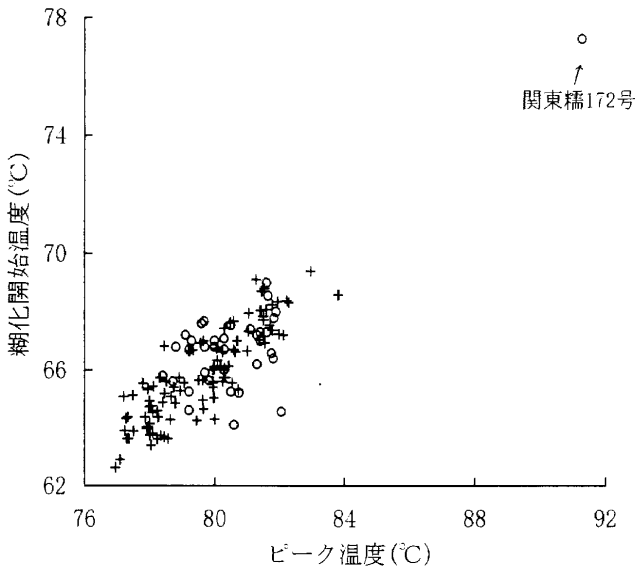
3. 陸稲在来糯品種と育成糯品種におけるRVAの糊化特性

陸稲在来糯品種, 育成糯品種をRVAに供し, 糊化開始温度とピーク温度を指標に餅硬化性についての検索を行った。関東糯172号を除いた育成品種の糊化開始温度は64.1°Cから69.0°C, ピーク温度は78.4°Cから82.1°Cで

第5表 果実硬度計による餅硬化性とRVAによる糊化特性の相関係数。

栽培年	供試数	糊化開始温度	ピーク温度	最高粘度	最低粘度	ブレイクダウン	最終粘度	コンシステンシー
1995	11	0.663*	0.534	0.100	0.235	-0.013	0.130	-0.044
1996	11	0.662*	0.532	-0.192	0.045	-0.303	0.015	-0.013

*: 5% 水準で有意性あり。



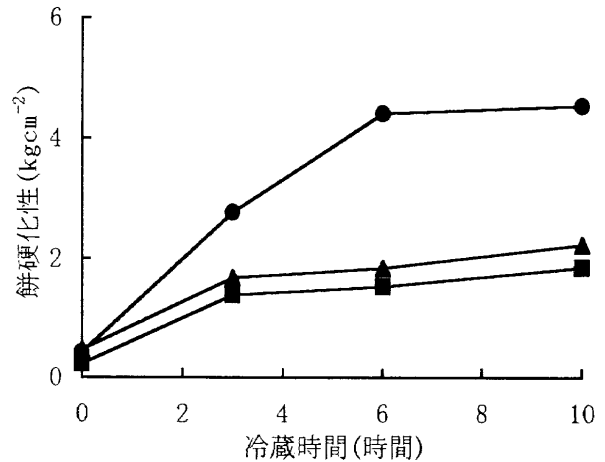
第2図 陸稻在来糯品種と育成糯品種におけるRVAピーク温度と糊化開始温度の関係。
餅硬化性と関連をもつことが示されたRVAの糊化開始温度とピーク温度を指標として、日本在来の陸稻糯品種、育成品種を対象とした餅硬化性に関する品種の検索を実施した。陸稻「関東糯172号」を含む、136品種を供試した。
+ : 在来糯品種, O : 育成糯品種。

あり、在来品種の糊化開始温度は62.6°Cから69.4°C、ピーク温度が77.6°Cから83.8°Cで、在来品種の範囲を越える育成品種はなかった。しかし、関東糯172号の糊化開始温度は77.3°C、ピーク温度は91.3°Cで、従来の日本の陸稻品種にはない極めて高い値を示した(第2図)。また、糊化開始温度とピーク温度には高い関連があることが示され、関東糯172号を除いた供試135品種において両温度間に有意な正の相関($r=0.792^{***}$)が認められた。

RVAにおいて極めて高い糊化開始温度とピーク温度を示し、優れた餅硬化性が期待される関東糯172号の餅硬化性をトヨハタモチ、ツクバハタモチと比較した。トヨハタモチとツクバハタモチの間では、餅作成直後から10時間冷蔵後まで餅硬度の差は認められなかった。しかし、関東糯172号は作成直後ではトヨハタモチとツクバハタモチ並みであったが、冷蔵3時間後にはトヨハタモチとツクバハタモチの10時間冷蔵後よりも高い餅硬化性を示した(第3図)。

考 察

餅硬化性の優劣を評価するには前述したように、冷蔵餅生地“ダレ”やビスコグラフ、テンシプレッサーを使っ



第3図 果実硬度計による餅硬化性検定。
RVAにおいて極めて高い糊化開始温度とピーク温度を示し、高度の餅硬化性が期待される関東糯172号の餅硬化性をトヨハタモチ、ツクバハタモチと比較した。餅硬化性は、果実硬度計により測定した餅生地上の任意の5点の平均硬度で示した。
■ : トヨハタモチ, ▲ : ツクバハタモチ, ● : 関東糯172号。

た検定法がある(柳瀬ら1982a, 江川・吉井1990, 有坂1994)。しかし、これらの方法は分析試料や餅生地に必要とされる糯米の量が多いこと、測定に長時間を要することから、育成材料の選抜に用いるには不向きである。また、餅生地1枚当たり3.3gと少量の糯粉で測定できる簡易検定法も報告されているが、餅生地の練り出し、熱湯浸漬、冷蔵など餅生地の調整に細かい作業を要する(石崎1994)。本報告で用いた果実硬度計による餅硬化性の評価は、冷蔵餅生地“ダレ”の比較にくらべると簡便な検定方法であり、石崎らの報告(1995)と同じく、餅硬化性の品種間差が検出できることを確認できた(第4表)。しかし、餅生地の作成には家庭用餅搗き器を利用しても最低400gの精白米が必要であり、多数の系統や個体を対象とした育種事業の検定としては適当ではない。本報告では、小麦粉や水稻粳米などの粘弾性評価(高橋1993, 不破ら1994, 水上ら1996, 豊島ら1997)に利用されているRVAによって陸稻の餅硬化性の評価を試みた。その結果、餅生地を作ることなく、精白粉3.5gと少量で餅硬化性を評価できることから、RVAは餅硬化性の一次選抜に役立つ可能性が高く、RVAの利用により陸稻の餅硬化性の選抜を極めて効率的に進めることができると考えられる。

水稻糯米を対象としたRVAの測定条件としては、試験1で用いた豊島ら(1997)の方法以外にも、北海道立中央

農業試験場により、分析開始温度が25°C、温度勾配が10°C/min、累計22分間の測定条件が報告されている(注:穀物の品質と利用に関する試験成績書1992)。著者らによる陸稲糯品種を対象とした測定条件の検討では、糊化開始温度とピーク温度の両方を対象とするため、分析開始温度を40°Cに設定した(第2表)。また、温度勾配が緩いほど品種間差は大きくなったが、12.2°C/minから6.9°C/minのいずれの条件においてもナエバハタモチとミズハタモチとの間には有意な差が認められること、温度勾配を10.0°C/minとすると所要時間は16.5分で、6.9°C/minの21.5分にくらべて5分短いことから、作業効率を考慮して陸稲糯品種の分析では温度勾配を水稻糯品種と同じ10°C/minとした(第3表)。これらの結果、RVAによる陸稲糯品種の最適な検定条件は、硫酸銅濃度が400 ppm、分析開始温度40°C、温度勾配10°C/min、所要時間は16.5分が適当であることが示された。

本研究では第5表に示したように、RVAによって測定される糊化開始温度とピーク温度は、餅硬化性との相関係数が他の糊化特性にくらべて高く、両温度を指標に餅硬化性を簡便に推定できると考えられた。また、糊化開始温度とピーク温度の間に高い正の相関を認めたと、関東糯172号の雑種後代ではピーク温度のみ高い個体も認められ、両温度は独立した現象である可能性がある。一方、糊化開始温度およびピーク温度の餅硬化性への寄与率は、1995年で44%と36%、1996年で49%と30%を示すことから、餅硬化性の評価には糊化開始温度とピーク温度の両方を指標とすべきであると考えられる。

餅硬化性の評価では同一品種でも1996年産米は1995年産米より低い餅硬化性を示した。餅硬化性は登熟期の平均気温に影響され、平均気温が高いほど餅生地が早く固まるとされる(斎藤1987)。供試した陸稲品種の到穂後30日間の積算気温は、1995年が781°Cから828°Cであったのに対して、1996年は639°Cから727°Cの範囲であり、1996年産米は1995年産に比べ積算気温が低かった。このため、餅生地の固まりが遅くなったと推察される。

糊化開始温度とピーク温度を指標として日本の陸稲在来品種や育成品種から餅硬化性の品種検索を行ったところ、従来の日本陸稲には存在しない高い糊化開始温度とピーク温度を示す関東糯172号を見いだし、この品種が高度の餅硬化性を持つことを確認した(第3図)。関東糯172号はツクバハタモチとアフリカ粳品種IRAT109の交配から育成された品種である。ツクバハタモチの餅硬化性は従来の日本陸稲品種並みのため、関東糯172号の餅硬化性はIRAT109に由来すると推察される(第2図、第4表)。また、関東糯172号の餅硬化性の機構については明かではないが、水稻糯品種では餅硬化性に優れる品種は、ビスコグラフによる糊化開始温度が高く、尿素糊化によるデンプン溶出量の少ないことが報告されている(江川・吉井1990)。関東糯172号は糊化開始温度とピーク温度が極め

て高いことから、尿素により糊化しにくく従来の陸稲糯品種とは異なったアミロペクチンの構造を持つ可能性がある。今後、さらに関東糯172号の餅硬化性の遺伝様式とその餅硬化性の機構を解明する必要がある。

登熟期の気温の低い北海道や各地の山間部では、水稻糯品種の餅硬化性が低く餅質は固まりにくくなるとされる(斎藤1987)。したがって、関東糯172号の高度の餅硬化性は、陸稲に限らず、低温地域における水稻糯品種の餅硬化性向上にも有効な育種母材であると考えられる。しかし、関東糯172号の餅食味は、基準品種に比べて、粘り、滑らかさ、総合評価がかなり劣り、ざらつく食感、餅生地への伸びが悪いため、生食用の切り餅には不向きである(岡本未発表)。一方、育成途中の中生品種では、餅食味と糊化開始温度およびピーク温度の間に有意な相関が認められず、餅食味と餅硬化性の関連は低いと考えられる(岡本未発表)。また、関東糯172号をブレンド米として利用することにより、米菓別の用途に適した餅硬化性を調整できると考えられる。今後は、RVAの糊化開始温度とピーク温度を指標に餅硬化性に優れる陸稲系統を選抜するとともに、関東糯172号を母材として用途に応じた多様な餅硬化性を備えた陸稲品種を育成することで、陸稲糯米の需要を拡大する可能性が高まると考えられる。

謝辞:茨城県農業総合センター生物工学研究所普通育種研究室の平山正賢氏、宮本勝氏には本試験を進めるうえで多大な協力を頂いた。また、同研究室の須賀立夫室長と平澤秀雄主任には適切な助言を頂いた。さらに、同研究所の西村繁夫所長からは、適宜貴重な助言を頂いた。ここに合わせて深く感謝致します。

引用文献

- 朝岡正子・中山朝雄・遠藤楯・井ノ内長良・不破英次 1994. 形質米胚乳澱粉の糊化特性—1990, 91年産うるち米について—. 応用糖質科学. 41: 25—33.
- 有坂将美 1994. 米菓製造における澱粉の性質評価に関する研究. 新潟県食品研究所・研究報告 特別号: 22—34.
- 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. 新潟県食品研究所・研究報告. 25: 29—33.
- 不破英次・朝岡正子・新谷宏高・重松利典・大柴正之・井ノ内長良 1994. 新形質米胚乳澱粉の性質—巨大胚米, 香り米, 高アミロース米, 低アミロース米, 大粒米について—. 日本食品工業学会誌 41: 413—418.
- 石崎和彦 1994. もち品種の加工特性に関する研究 第1報 もち硬化性の簡易検定法. 北陸作物学会報 29: 26—28.
- 石崎和彦・中村恭子・東聡志・小林和幸・阿部聖一・星豊一 1995. もち品種の加工特性に関する研究 第2報 もち硬化性の品種間差. 北陸作物学会報 30: 7—8.
- 水上浩之・檜作進・竹田靖史 1996. 新形質米の澱粉の構造と糊化特性. 応用糖質科学. 43: 15—23.
- 斎藤昭三 1987. 「稲と米」生産から食卓まで. 農業研究センター・生研機構編集. 農林水産技術情報協会, 東京. 69—73.
- 渋谷直人・鈴木信隆・岩崎哲也 1983. 精白米粉末のアミログラフィーに対する内在性 α -アミラーゼの影響. 澱粉科学 30: 284—287.

- 庄司一郎・米倉文夫 1988. 米ならびに米デンプンの調理科学的研究 第14報 もちおよびうるち米粉のアミログラム粘度におよぼす水洗, 硫酸銅添加の影響. 家政誌 39:237-241.
- 平宏和 1970. 陸稲玄米の蛋白質含量. 栄養と食糧. 23:94-97.
- 高橋節子 1993. 新形質米の性状と調理特性. 澱粉科学 40:245-254.
- 豊島英親・岡留博司・大坪研一・須藤充・堀末登・稲津脩・成塚彰久・相崎万裕美・大川俊彦・井ノ内直良・不破英次 1997. ラピッド・ビスコ・アナライザーによる米粉粘度特性の微量迅速測定方法による共同試験. 日本食品科学工学会誌 44:579-584.
- 柳瀬肇・遠藤勲・竹生新次郎 1982a. 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・遠藤勲・竹生新次郎 1982b. もち米の品質, 加工適性に関する研究. 第4報 国内産もち米と輸入もち米の品質指標ならびに品質評価. 食総研報 40:8-16.
- 柳瀬肇・遠藤勲・竹生新次郎 1984. もち米の品質, 加工適性に関する研究. 第6報 もち生地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.

Estimate of Rice Cake Hardness by Rapid Visco Analyzer and the Hyper Hardness Variety "Kantomochi 172": Kazuyuki OKAMOTO* and Hiroshi NEMOTO (Ibaraki Agr. Cent., Plant-Biotech. Inst., Mito 311-4203, Japan)

Abstract: Glutinous upland rice is used as a material for rice crackers in Japan. The elite varieties with higher processing suitability are called on to satisfy the increase of demand. The hardness of glutinous rice is important to improve the working efficiency in the manufacture of rice cakes and crackers. We tried to establish method to estimate of rice cake hardness of upland rice by using a Rapid Visco Analyzer (RVA). At first we established a test condition of RVA. We added 400 ppm solution of copper sulfate and measured each value of the RVA characteristics. Used difference in rice cake hardness between two varieties, idling temperature 40°C and temperature slope 10°C/min were most suitable for glutinous upland rice. Under these conditions, the pasting and peak temperature of RVA showed a significant correlation coefficient with rice cake hardness among the 11 major varieties. The rice cake hardness of glutinous upland rice was estimated by pasting and peak temperature. We carried out indirect varietal screening on rice cake hardness by both temperatures. We thought this estimation method showed a higher possibility for the primary selection of hardness because it can measure 3.5 g of milled rice flour. 136 of total Japanese glutinous upland rice, consisted of local and improved varieties, and breeding materials were evaluated. The upland rice variety "Kantomochi 172" was identified as having a remarkably superior hardness in tested them.

Key words: Hardness, Pasting temperature, Peak temperature, Rapid Visco Analyzer, Rice cake, Upland Rice.