

平成30年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 7101-722181（受託（民間）研究）

1. 研究課題名と成果の要点

- 1) 研究成果名：菓子加工適性評価のためのスポンジケーキのテクスチャー測定法（研究課題名：気象変動に対応した高品質で安定生産可能な道産小麦の開発促進）
- 2) キーワード：菓子用小麦、スポンジケーキ、Texture Profile Analysis (TPA)、口どけ食感解析
- 3) 成果の要約：小麦の菓子加工適性評価ではスポンジケーキの「かたさ」「弾力性」「崩壊性」、食塊の「流動性」が重視される。物性測定機器による TPA・口どけ食感解析のテクスチャー特性値は「かたさ」「弾力性」、食塊の「流動性」の官能評価と有意な相関があり、これらの測定によってスポンジケーキのテクスチャー評価ができる。

2. 研究機関名

- 1) 担当機関・部・グループ・担当者名：中央農試・加工利用部・農産品質G・研究職員 竹内薫
北見農試・研究部・麦類G

- 2) 共同研究機関（協力機関）：なし

3. 研究期間：平成29～30年度（2017～2018年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

道総研では菓子用小麦品種の開発が進められている。加工適性評価としてスポンジケーキの官能評価が行われているが、調製方法による結果のばらつきが大きい、官能評価に用いられる用語が一義的でない等の問題がある。また、客観的な加工適性評価のために有効な機器測定法が確立されていない。

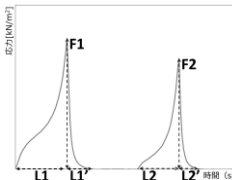
2) 研究の目的

菓子用小麦品種開発の効率化および菓子用小麦粉の品質評価に資するため、スポンジケーキのテクスチャーについての機器測定による評価法を構築する。

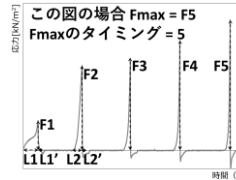
5. 研究内容

1) スポンジケーキのテクスチャー測定法の開発

- ・ねらい：菓子加工適性評価に適したスポンジケーキのテクスチャー測定法を開発する。
- (1) スポンジケーキの調製方法の検討：共立て法 vs All in Mix (AIM) 法
- (2) 菓子加工適性評価上重要な評価項目の抽出：製粉業者3社と小麦育成場職員からの評価用語収集。
- (3) 官能評価と対応するテクスチャー測定法の検討：官能評価、物性測定機器によるテクスチャー解析
 - ・試料：市販小麦粉5点（薄力粉3種類、中力粉、強力粉）
 - ・官能評価：訓練された6人がクラムの「かたさ」「弾力性」、食塊の「流動性」の順位を評価。
 - ・Texture Profile Analysis (TPA)：3.5x3.5x2cmのクラムをφ35mm円柱で2回圧縮（歪率66.7%、速度1mm/s）。
 - ・口どけ食感解析：2cm角のクラムに3mL加水後、φ25mm円柱で5回圧縮（歪率66.7%、速度2mm/s）。



補足図1. TPAの応力-時間曲線
圧縮1回目の歪率66.7%（最大歪）時の応力F1をTPA最大応力[kN/m²]、L1'/L1をTPA回復性[-]と定義。



補足図2. ロどけ食感解析の応力-時間曲線
5回の応力ピークの最大値をFmax[kN/m²]、Fmaxを示した圧縮回をFmaxのタイミング[回]と定義。

2) テクスチャー測定法の適用性の検討

- ・ねらい：開発した測定法の小麦育成系統への適用性を検討する。
- (1) 育成場職員による官能評価とテクスチャー特性値の対応の検討：官能評価、TPA、口どけ食感解析
 - ・試料：上記市販小麦粉と薄力粉D（北見92号）
 - ・官能評価：4名が「口溶け」を9段階尺度で評価。
- (2) 菓子用有望系統の評価：バター密度、製品比容積、テクスチャー特性値
 - ・試料：2015-2017年農試産「北見92号」「きたほなみ」各15点のビューラーテストミル60%粉

6. 成果概要

- 1) AIM法は共立て法に比べて、同じ作業者が繰り返し調製した際のバター密度と製品比容積の変動係数が小さく、作業員間の変動係数も小さかった（表1）。このことから、複数の作業員が調製を行う場合や、特性の近い育成系統を比較する場合には、変動係数が小さく試料間差を検出しやすいAIM法が適している。
- 2) 「口どけ」が異なるスポンジケーキを製粉業者と育成場職員が評価した際の評価用語を整理すると、クラム（ケーキの内相部）の「かたさ」「弾力性」「崩壊性」、食塊の「流動性」の4項目に分類された（表2）。
- 3) 訓練されたパネルの官能評価と物性測定機器によるテクスチャー特性値との間に有意な順位相関が認められた（表3）。クラムの「かたさ」の指標には圧縮時の力の大きさを示すTPA最大応力、クラムの「弾力性」の指標には復元しやすさを示すTPA回復性、食塊の「流動性」の指標には吸水・膨潤の速さを示すFmaxのタイミングが適すると判断された。
- 4) 菓子用育成系統の官能評価を担当する育成場職員による「口溶け」評点とTPA最大応力、TPA回復性およびFmaxのタイミングとの間に有意な相関が認められたことから（表3）、道総研の小麦育成場の官能評価と前述のテクスチャー特性値との整合性が確認された。
- 5) 菓子用有望系統「北見92号」は「きたほなみ」よりTPA最大応力が小さい傾向があり、TPA回復性が大きく、Fmaxのタイミングが遅いという結果が得られたことから、前述のテクスチャー特性値によって有望系統の菓子加工適性を数値化できると判断された（表4）。
- 6) 以上の結果から、スポンジケーキのテクスチャーはTPA最大応力、TPA回復性、口どけ食感解析のFmaxのタイミングを測定することで評価できる。

< 具体的なデータ >

表 1 調製方法の違いがスポンジケーキのバター密度と製品比容積のばらつきに与える影響

	バター密度				製品比容積			
	平均値[g/mL]		CV[%]		平均値[mL/g]		CV[%]	
	共立て	AIM	共立て	AIM	共立て	AIM	共立て	AIM
作業員A	0.38	0.49	9.5	> 0.8	4.0	4.4	11.2	> 2.9
作業員B	0.41	0.49	4.3	> 1.0	4.5	4.5	2.6	> 0.9
作業員C	0.43	0.49	2.3	< 2.6	4.4	4.4	5.6	> 3.4
作業員D	0.41	0.53	2.7	> 1.8	4.4	4.3	4.3	> 2.2
作業員間CV[%]	5.2	3.6	-	-	5.0	1.8	-	-

各作業員の平均値は 4 回調製を繰り返した平均値。CV は変動係数。試料は市販薄力粉 A（北米産薄力粉銘柄 Western White：以下 WW、菓子用）。共立て法は鶏卵、砂糖、水をミキサーで起泡させて小麦粉試料を手で混ぜる方法。AIM 法は鶏卵、砂糖、水、小麦粉試料、起泡性乳化剤をミキサーで起泡させる方法。

表 2 製粉業者と育成場職員から得られたスポンジケーキの評価用語とそれをまとめた評価用語

「口どけ」が良いとされる WW で出現した用語	「口どけ」が悪いとされる 「きたほなみ」で出現した用語	官能評価実験で用いた 評価用語（物理的特性）	評価用語の定義・評価方法
・ソフトな ・ふんわりとした		→ クラムの「かたさ」	クラムを指で押して破断しない程度に変形させるために必要な力の大きさ。力が大きいほど「かたい」。
・弾力性がある ・戻りがある	・弾力性がない ・戻らない	→ クラムの「弾力性」	クラムを指で押して破断する程度に変形させて、離したときにどの程度戻るか。破断せず戻るほど「弾力性」がある。
・歯切れがよい ・ほぐれがよい		→ クラムの「崩壊性」	咀嚼によってクラムが食塊になるまでの速さ。速いほど「崩壊性」がある。
・軽い ・きめ細かい ・舌触りがよい	・重い ・粗い ・くちゃっとした ・べちゃっとした ・もたっとした ・団子（ダマ）ができる	→ 食塊の「流動性」	食塊を舌で動かしたときの動きやすさ。動きやすいほど「流動性」がある。

表 3 官能評価と物性測定機器によるテクスチャー特性値との順位相関

		TPA		口どけ食感解析
		最大応力 (F1)	回復性 (L1'/L1)	F _{max} の タイミング[回]
訓練されたパネルの官能評価と テクスチャー特性値の順位相関係数 ρ	クラムの「かたさ」	0.93 *	-0.60	-0.60
	クラムの「弾力性」	-0.01	0.82 *	0.82 *
	食塊の「流動性」	-0.68	0.96 *	0.96 *
小麦育成場の官能評価と テクスチャー特性値の相関係数 r	「口溶け」	-0.86 *	0.96 *	0.85 *

上段の試料は菓子加工適性の高い順に薄力粉 A（WW、菓子用）、薄力粉 B（WW、家庭用）、薄力粉 C（きたほなみ、菓子用）、中力粉（きたほなみ、日本麺用）、強力粉（ゆめちから）の 5 点、*は有意な順位相関係数（ $p<0.05$ ）。

下段の試料は薄力粉 A、薄力粉 B、薄力粉 C、薄力粉 D（北見 92 号 1 等粉）、中力粉、強力粉の 6 点、*は有意な相関係数（ $p<0.05$ ）。

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- (1) 菓子用小麦有望系統の加工適性評価に活用できる。
- (2) 菓子用小麦粉の特性評価に活用できる。

2) 残された問題とその対応 なし

8. 研究成果の発表等 なし

表 4 スポンジケーキの一般的特性とテクスチャー特性値の試料間差

分析項目	試料名	平均値	(最小値	～ 最大値)
バター密度	北見92号	0.51	(0.47	～ 0.54)
[g/mL]	きたほなみ	0.54	(0.52	～ 0.58)
製品比容積	北見92号	4.1	(3.9	～ 4.5)
[mL/g]	きたほなみ	3.9	(3.6	～ 4.2)
TPA最大応力	北見92号	10.2	(8.0	～ 11.9)
[kN/m ²]	きたほなみ	11.3	(8.4	～ 13.4)
TPA回復性	北見92号	0.48	(0.45	～ 0.54)
[-]	きたほなみ	0.43	(0.38	～ 0.47)
F _{max} のタイミング	北見92号	4.0	(2.4	～ 4.6)
[回]	きたほなみ	2.3	(1.4	～ 4.3)

「北見 92 号」「きたほなみ」は各 n=15