技術報告

加水量の異なるメンおよびパン生地に対する 添加物の効果と連続式微小変形多重バイト 試験法によるドウの物性の測定

中谷文子*・辻昭二郎*

Effect of Additives on Noodle or Bread Doughs of Various Moisture Levels and Measurement of Physical Properties of Doughs by Using a Successive Minute Deformation Method of the Multi-Biting Test

Fumiko NAKATANI* and Shojiro TSUJI*

* Osaka Shoin Women's College, 2-26 Hishiyanishi
4-chome, Higashiosaka-shi, Osaka 577

Physical properties of doughs were measured and analysed by using a successive minute deformation method of the multi-biting test. Differences in the physical properties of doughs of various moisture contents caused by the additives were detected by using this newly developed measuring method. Underlying principles of this measuring method are very small and very short time successive minute deformation of the samples by small amplitude of duplicate deformation (modified two bite system) which assure the stable physical deformation. Differences in the physical properties of doughs were clearly indicated by the viscoelastic parameters of this measuring method. Effects of K-bromate or L-cysteine to the doughs were different due to the moisture contents of doughs. As universally known, L-cysteine were weaken the network of doughs for normal bread. On the contrary, L-cysteine improved the physical properties of doughs for an automatic home bakery which contains relatively high water contents. Volume of bread produced by the automatic home bakery were increased by adding 5 ppm L-cysteine.

(Received Nov. 6, 1992)

ドウやケーキバターのレオロジーについては多くの報告があるが、その一部は FARIDI 等によってまとめられている¹⁾。また、パン用のドウに関しては松本の総説もある²⁾。一方めんの場合ゆでめんの物性についての報告は多いが、めん生地の物性についての研究^{3,4)}は比較的少ない。また、普通の製パン用のドウに比し加水量のかなり多い⁵⁾家庭用の自動製パン機用のドウなどもあり、これらのいくつかのドウの物性を新しい試験法と比較検

討することは意義があるものと考えられる。

従来小麦粉ドウの実用的な物性測定は、主としてファリノグラフやミキソグラフなどが使用されてきた。たとえば、ファリノグラフの場合は小麦粉の生地が一定の硬さになるまで吸水量を調節してドウの物性の測定をしている。しかしながら、小麦粉ドウの物性は吸水量や添加物によって大きく変化し、また実際の製パンでは塩が添加されるのが普通であるから、製パンと関連した小麦粉

* 大阪樟蔭女子大学 (〒577 大阪府東大阪市菱屋西 4-2-26)

ドウの物性はたとえば塩を添加した状態で比較することも必要であろう。とくに、最近では家庭用自動製パン機も普及してきたが、この場合その食パン用のドウは一般の製パンの場合とは加水量なども異なる場合が多く、この点からも加水量を異にするドウの物性の検討が必要であると考えられる。

ドウの物性の測定にはフェリノグラフのほかに動的粘弾性の測定⁶⁾⁷⁾などもあるが、後述のように吸水量の異なるドウの複雑な物性の特徴を考えると、主として微小変形領域での測定を行う動的粘弾性の測定のみでその物性を比較することは困難であると考えられる。ドウの物性は加水量によって極めて特徴的な変化を示し、そのみかけの粘弾性の測定と解析は一様でなく複雑であると考えられる。たとえば普通の製パン用のドウのグルテンのネットワークと家庭用自動製パン機用の食パンのドウ(比較的やわらかい状態)のネットワークではその物性はかなり異なる。したがって、添加物の影響なども異なってくるものと考えられる。

そこで、われわれの研究室が開発した固体にも液体にも適用できる多重バイト試験法^{8)~12)}と多点測定法¹³⁾¹⁴⁾を組合せた多点測定多重バイト試験法¹⁵⁾の原理を生かして、新たに連続式微小変形多重バイト試験法⁵⁾¹⁶⁾を開発したので、この方法で各種のドウの物性を比較し、あわせて家庭用自動製パン機による製パン性との関連も検討してみた。

なお、連続式微小変形多重バイト試験法は弾性や粘性では律しきれない試料の可塑性、ドウの組織の復元性の時間依存性と変形率の違いによる物性変化の特異性などに対応できるよう配慮した試験法である。

実験方法

連続式微小変形多重バイト試験法の基本原理⁵⁾は、多重バイト試験法と同様に振巾(2nd distance と称する)1 mm 以下の微小変形による修正2バイト(従来の2バイト法と異なり変形が微小であるので1バイトと2バイトの間の時間が極めて小さい)によるプランジャーの仕事量(従来の荷重の kg に対して、時間が加味され g.s.)の測定にあるが、これを特定のバイト率(変形率)の範囲で連続的にバイトを行い(added value で変形の程度や変形の加速を加減する、普通 0.10 mm~0.50 mm で行う)バイト率の変化にともなう試料の物性変化を解析するものである。測定条件は試料の物性や解析の目的に応じて種々デザインして設定できる。連続式微小変形多重バイト試験法はフェリノグラフなどと異なり、

ドウのみかけの粘弾性や粘性、みかけのかたさや付着性、みかけの粘弾性と粘性との比などドウの多くの物性変化を測定解析できる。したがって、ドウの加水量や添加物などによる物性変化もこれらのパラメーターで比較的多面的に考察¹⁷⁾できる。また、連続式微小変形多重バイト試験法は動的粘弾性の測定とは異なり、比較的大きな一定の変形を行いそれに対するドウの挙動なども含めた物性の測定を行っている。また、一定の変形後は大変形による種々の欠点を補うため比較的微小な変形による試料の物性変化を測定している。また、前述の修正2バイト法により試料の可塑性、組織の復元性の時間依存性などの影響をできるだけ少なくするよう配慮した。さらに変形率による試料の物性の変化の特異性にも対応できるように、従来の一点測定とは異なる連続的に変形率を変えて測定を行う方式を考案したものである¹⁸⁾。本報のドウの測定条件は、2nd thickness(最初のバイト率を規定する)1.8 mm, 2nd distance 0.40 mm, added value 0.20 mm, マルチバイト数 2, 連続変形数 5, バイト速度 60 mm/min で行った。

めんおよび一般の製パン用のドウは厚さ 2.00 mm のめん帯とし、家庭用自動製パン機用のドウは深さ 2.0 mm の試料台上にセットして測定した。測定は5回行いその平均値を測定値とした。解析法はバイトプロファイル曲線の解析や組織のみかけの回復力や修正2バイトの微小変形による弾性エネルギーの測定⁵⁾などもあるが、本報では簡便のため主として $\sum_{i=1}^{10} (\pm An)^{11)12)}$ (それぞれのバイトにおける±の仕事量の総計 g·s., +An は試料の粘弾性と関連し -An は主として粘性と関連する), adhesiveness¹¹⁾¹²⁾ (付着性、一種の粘着性、最後のバイト終了後プランジャーを引き上げる際のマイナスの仕事量、以下 Adh. と略す)を測定した。Adh. は一般に試料のみかけの粘度と関連するが、ゲル構造や網状構造をもった液体の場合はみかけの弾力性とも関連する¹⁰⁾。ドウやバターの場合はみかけの粘弾性と関連するものと考えられる。また、バイト率の変化にともなう各バイト率におけるプランジャーの±の仕事量 A_3, A_5, A_7, A_9 (添字の 3~9 はバイト数を示す)とバイト率との関係を示す回帰直線の勾配 (α とする、これは測定した一定の変形率の範囲におけるドウのみかけのかたさと関連する)⁵⁾¹⁸⁾などを測定し解析した。

測定は既報のテンシプレッサー TTP 50 BX¹¹⁾¹²⁾と付属の第5次改良型多重バイト装置⁵⁾¹⁰⁾¹⁶⁾を使用した。なお自動製パン機用のやわらかいドウは直径 30 mm の丸型プランジャーを用いて測定したが、めん用および一般

の製パン用のかたいドウは値が大きいため直径 18 mm の丸型プランジャーを用いて測定した。両者の仕事量の値を相対的に比較する場合は 18 mm プランジャーの測定値に 2.78 のファクターをかけると 30 mm プランジャーの測定値にほぼ相当し、必要な比較を行うことができる。

測定用のドウはナショナル自動ホームベーカリーSD-BT 7 (2 斤用、一斤パンが 2 個製造できる) を用いて製造した。この製パン機のミキシング時間は 30 分である。小麦粉は既報の QP 強力粉を使用した。この小麦粉のグルテン量は 12.5%, 灰分 0.35% で、小麦粉そのものの品質と加工性についても 33.3% 濃度の小麦粉バターを用いて行う本報とは別の新しい試験法により検討を行い^{8)~10)}, また、これらのパラメーターとフェリノグラフの特性値との比較相関についても検討を行った¹⁹⁾。この粉を用いると家庭用自動製パン機付属の食パン用ミックスより大きくふくらむので粉の量は標準の 8 割とした。食パン用の標準配合の組成は自動製パン機に記載された配合 (小麦粉 280 g, 砂糖 17 g, 食塩 5 g, バター (有塩) 11 g, 全脂粉乳 10 g, 水 210 mL, イーストは除く) を使用した。製パンテストは同様な条件で家庭用自動製パン機で行い、パンの容積は千代田製作所製の容積測定

器を用いてナタネ法で測定した。製パンテストは 2 回行い 4 つのパンの容積の平均値を求めた。

実験結果および考察

Table 1 に手打めん用のドウに相当する比較的加水量の少ないかたいドウ (加水量 44.6% 対粉) の物性を連続式微小変形多重バイト試験法で測定比較した例を示した。加水量の少ないめん用のドウでは調製直後のものはドウの物性が安定しないので、20 分および 60 分放置 (20℃) 後のドウについて測定した。これらのドウの物性を通常的小麦粉と水のみのもので比較すると、たとえば塩の添加によりドウの物性は大きく変化した。とくに、塩の添加により $\Sigma_1^{10} (-An)$ の値は大きく低下したが、これは主としてドウのみかけの粘性が低下したことを示す。ドウのみかけの粘弾性と関連する Adh. の値も同様に大きく低下することが示された。たとえばドウ調製後 20 分放置した塩添加のドウの Adh. は無添加のもの約 83% 減少したのが特徴的であった。一方、ドウのみかけの弾性と関連する $\Sigma_1^{10} (+An)$ の低下は比較的少なかった。そのため、 $\Sigma_1^{10} (-An)/\Sigma_1^{10} (+An)$ の値は塩の添加により大巾に小となった。めん用のドウにおける塩の添加はグルテンをひきしめる効果があるとされ

Table 1 Comparisons of the physical properties of various doughs (added water 44.6%) measured by using a continuous minute deformation method of the multi-biting test

Composition Patameter	Standing time (minute)	Wheat flour only	Wheat flour plus salt	Standard composition for bread	Standard composition for bread plus 5 ppm K-bromate	Standard composition for bread plus 5 ppm L-cysteine
$\Sigma_1^{10} (+An)^*$	20	9 255	8 972	5 840	7 882	5 049
	60	9 754	9 485	5 715	5 817	4 908
$\Sigma_1^{10} (-An)^*$	20	3 709	1 482	2 060	2 514	2 215
	60	3 164	1 413	2 436	2 577	2 413
$\Sigma_1^{10} (-An)/$ $\Sigma_1^{10} (+An)$	20	0.40	0.17	0.35	0.32	0.44
	60	0.32	0.15	0.43	0.44	0.49
Adh.*	20	2 438	420	1 007	1 432	1 210
	60	1 874	584	1 403	1 489	1 294
α	20	2 684	2 756	1 662	1 927	1 590
	60	2 893	2 995	1 481	1 415	1 489

Plunger : 18 mm round 2nd thickness : 1.80 mm 2nd distance : 0.40 mm Added value : 0.20 mm Mixing : 20 min

* Unit : g.s.

Amount of additional salt : 1.97% against wheat flour

ているが、 $\Sigma_1^{10} (+An)$ の変化からも明らかなようにドウのみかけのかたさにはあまり影響がなく、みかけの粘度に大きく影響することが示された。ドウの総体的なみかけのかたさと関連する α の値も塩の添加によりやや上昇することが示されたが、無添加のものとあまり大きな差はなかった。

塩のほかに砂糖などの副材料を添加した食パンの標準配合のドウも小麦粉のみのドウや小麦粉に塩を加えたドウなどに比し、その物性がかなり異なることが $\Sigma_1^{10} (\pm An)$ 、 α 、 $Adh.$ などの値でよく示された。ドウのみかけのかたさと関係する α の値も前2者に比しかなり小となった。

この食パンの標準配合の副材料を添加したドウに対して臭素酸カリウム²⁰⁾やL-システイン²¹⁾を添加した際のドウの物性変化も同様に連続式微小変形多重バイト試験法のパラメーターでよく示された。調製後20分放置したドウで比較すると、臭素酸カリウム5ppmを添加した食パンの標準配合のドウではドウのみかけの弾性と関係する $\Sigma_1^{10} (+An)$ およびドウのみかけのかたさと関係する α の値が増加した。しかしながら、60分放置すると無添加のものと殆んど差がなくなった。一方、L-システインを5ppm添加した食パンの標準配合のドウでは $\Sigma_1^{10} (+An)$ および α の値は減少した。つまり、これらの添加物のドウに対する一般的な効果とはほぼ併行した結果が示された。ドウの粘弾性に対する酸化剤と還元剤の作用に関する基礎的問題については松本²⁾が総説しているが、臭素酸カリウムはドウのネットワークを強める効果があり、L-システインは逆にドウのネットワーク

をゆるめる効果があるものと考えられる。また、ドウの放置時間によっても差があることが示された。5ppm臭素酸カリウムを添加した食パンの標準配合のドウでは $\Sigma_1^{10} (+An)$ や α の値は60分放置すると大きく低下した。しかしながら、 $\Sigma_1^{10} (-An)$ や $Adh.$ の値はあまり変化がなかった。5ppm L-システイン添加の場合はドウの放置にともなうパラメーターの変化は少なかった。一方、添加物を加えない食パンの標準配合のドウでは放置にともない $\Sigma_1^{10} (-An)$ や $Adh.$ の値が上昇した。

Table 2 に普通の製パン用のドウに標準的な加水量55.8% (対粉、QP 強力粉に最適の水準) のドウについて、小麦粉と水のみのドウに対して添加物を加えた際のドウの物性変化を比較した例を示した。

小麦粉と水のみのドウに対して、塩を添加したドウでは $\Sigma_1^{10} (+A)$ が大となり逆に $\Sigma_1^{10} (-An)$ は大きく減少した。これは前述のめん用のドウの場合とほぼ同様であったが、 $\Sigma_1^{10} (+An)$ が大きく上昇した点が異なった。 α は僅か上昇したがあまり大きな変化はなかった。また、 $Adh.$ の値も塩の添加により無添加の場合の約71%減少した。一方、砂糖のみを添加したドウでは小麦粉のみのドウに比し $\Sigma_1^{10} (+An)$ は大となったが、 $\Sigma_1^{10} (-An)$ の変化はあまりなかった。砂糖の添加は塩の場合のようにドウをひきしめる効果はないが、この水準の添加量はドウのみかけの粘弾性を増加させる効果があるものと考えられる。砂糖と共に塩を加えたドウでは砂糖のみ添加したドウに比し、 $\Sigma_1^{10} (\pm An)$ 、 α の値は減少した。とくに、 $\Sigma_1^{10} (-An)$ および $Adh.$ の減少が大きかった。これは塩添加の影響が比較的大きいことを示

Table 2 Comparison of the physical properties of various doughs (added water 55.8%) measured by using a continuous minute deformation method of the multi-biting test

Composition Parameter	Wheat flour only	Wheat flour plus salt	Wheat flour plus salt and L-cystine	Wheat flour plus sugar	Wheat flour plus sugar and salt	Standard composition for bread	Standard composition for bread plus 5 ppm K-bromate	Standard composition for bread plus 5 ppm L-cysteine
$\Sigma_1^{10} (+An)^*$	3 934	4 840	3 023	4 832	3 862	4 596	4 407	2 989
$\Sigma_1^{10} (-An)^*$	3 359	1 627	2 193	3 494	1 770	1 586	1 904	1 799
$\Sigma_1^{10} (-An)/\Sigma_1^{10} (+An)$	0.91	0.34	0.72	0.72	0.46	0.35	0.43	0.60
$Adh.^*$	3 080	897	1 672	3 117	1 195	884	1 256	1 267
α	1 559	1 573	1 156	1 665	1 245	1 239	1 316	1 018

Plunger : 18 mm round 2nd thickness : 1.80 mm 2nd distance : 0.40 mm Added value : 0.20 mm

* Unit : g.s.

すものである。食パン用の全材料を添加した標準配合のドウでは、小麦粉のみのドウに比し $\Sigma_1^{10} (+An)$ は上昇し $\Sigma_1^{10} (-An)$ や Adh. は減少した。

この食パンの標準配合のドウに 5 ppm 臭素酸カリウムを添加すると、無添加のドウに比し $\Sigma_1^{10} (+An)$ の値はあまり変化がなく $\Sigma_1^{10} (-An)$ および Adh. の値が大となった。また、 α の値はやや大となった。一方、食パンの標準配合のドウに 5 ppm L-システインを添加すると、無添加のドウに比し $\Sigma_1^{10} (+An)$ は大きく減少し α の値も小となった。しかしながら $\Sigma_1^{10} (-An)$ および Adh. の値は大となった。また、塩のみを添加したドウに対し 5 ppm L-システインを添加すると $\Sigma_1^{10} (+An)$ および α は減少し、逆に $\Sigma_1^{10} (-An)$ の値は増加し Adh. の値も約 46% 大きくなった。これらは L-システイン添加の効果をよく示す結果であると考えられる。つまり、L-システインはドウのネットワークをゆるめる働きがあるとされているが、物性の面ではみかけの

弾性は小となるがみかけの粘性は逆に大となることを示しているものと考えられる。

次に家庭用自動製パン機による食パンの製造の際のドウに相当する加水量 75.0% (対粉) およびこれより更に水添加量の多い加水量 82.1% および 89.3% のドウの物性について測定した例を Table 3 に示した。加水量 75.0% のドウの場合、砂糖のみを添加したドウの $\Sigma_1^{10} (+An)$, α および Adh. の値が最も大きく、加水量の多いドウでは砂糖の添加がドウの物性に大きな影響があることが示された。砂糖は加水量の多いドウのみかけのかたさおよびねばりに大きく影響するものと考えられる。砂糖と共に塩を加えたドウでは $\Sigma_1^{10} (\pm An)$, α および Adh. は砂糖のみのドウに比し大きく低下した。これは塩はグルテンをひきしめる効果があるとされているが、加水量の多い水準では、グルテンのネットワークの強化には役立たずドウの全体としてのみかけの粘弾性は低下するものと考えられる。

Table 3 Comparison of the physical properties of various doughs (added water 75.0%, 82.1% and

Composition Parameter	Added water 75.0%				
	Wheat flour plus sugar	Wheat flour plus salt and sugar	Standard composition for bread	Standard composition for bread plus 5 ppm k-bromate	Standard composition for bread plus 5 ppm L-cysteine
$\Sigma_1^{10} (+An)^*$	8 085	4 629	5 246	3 649	4 929
$\Sigma_1^{10} (-An)^*$	4 083	2 528	2 551	2 011	2 402
$\Sigma_1^{10} (-An)/\Sigma_1^{10} (+An)$	0.51	0.55	0.49	0.55	0.49
Adh.*	3 825	2 099	1 894	1 546	1 973
α	1 916	1 030	1 070	786	1 018

Plunger : 30 mm round * Unit : g.s.

89.3%) measured by using a continuous minute deformation method of the multi-biting test

Added water 82.1%		Added water 89.3%	
Standard composition for bread	Standard composition for bread plus 5 ppm L-cysteine	Standard composition for bread	Standard composition for bread plus 5 ppm L-cysteine
2 490	2 693	1 112	1 560
1 227	1 221	650	704
0.49	0.45	0.58	0.45
936	973	434	526
529	578	250	329

食パンの標準配合のドウに比し、これに 5 ppm の臭素酸カリウムを添加したドウでは Σ_1^{10} ($\pm An$)、 α および Adh . の値は何れも低下した。つまり、水分量の多いやわらかいドウの物性は前述の製パン用のドウの物性とは大きく異なることが示された。これは加水量が多いと臭素酸カリウムによるグルテンのネットワークの強化が水分量が多いためドウ全体の組織と十分になじまずそのためドウ全体のみかけのかたさの増加と直接結びつかずむしろドウのみかけの粘弾性は低下するためと考えられる。食パンの標準配合のドウに 5 ppm の L-システインを添加した場合は無添加のドウに比し Σ_1^{10} ($\pm An$) や α はやや低下したが、 Adh . の値は僅かに上昇し、臭素酸カリウム添加の場合とは異なった物性を示した。これは水分量の多いドウではグルテンのネットワークをゆるめる効果はドウ中の水との親和の面ではプラスになってドウ全体のみかけのかたさの減少とは必ずしも結びつかず、ドウ全体の組織のみかけのかたさは臭素酸カリウムの添加の場合のように低下しないものと考えられる。

さらに加水量を増加した加水量 82.1% のドウでは Σ_1^{10} ($\pm An$)、 α および Adh . の値は加水量 75.0% のドウの約 1/2 に低下した。このドウに 5 ppm の L-システインを添加すると Σ_1^{10} ($\pm An$)、 α および Adh . の値は僅かに上昇した。これは前述のように、L-システインのグルテンのネットワークをゆるめる効果がドウ全体のみかけのかたさに僅かにプラスに影響したためと考えられる。

加水量の最も多い加水量 89.3% のドウも Σ_1^{10} ($\pm An$)、 α および Adh . の値は加水量 75.0% のドウの約 1/4 と大きく低下した。また、このドウに 5 ppm L-システインを添加すると Σ_1^{10} ($\pm An$)、 α および Adh . の値は無添加のものに比し上昇した。つまり水分量の多い水準のドウでは L-システインの添加は逆にドウのみかけの粘弾性を高める効果があるものと考えられる。これはめん用や一般の製パン用のドウとは大きく異なる結果である。つまり、ドウの水分含量によって添加物等によるドウのみかけの物性も大きく変化することを示すものである。

以上の結果からみて、加水量の多い家庭用自動製パン機用の食パンのドウは一般の製パンにおけるドウの粘弾性特性とは異なった考え方が必要であると考えられる。家庭用自動製パン機による食パンの製造の場合、製パン機付属のミキサーの力があまり強くないので、水の添加量を多くしてドウメイキングをし易くしている。また、発酵は 1 回のみで第二発酵やガス抜き成型等の操作は行

わないので、その点でも異なったドウの特性が要求されると共に、普通の製パンとは異なった色々な応用ができる利点もある⁵⁾。したがって臭素酸カリウムや L-システインのような添加物の効果も従来の製パンの場合とは異なるものと考えられる。たとえば、イースト量を標準の 1.5 倍にして加水量 75.0%、82.1% および 89.3% で自動製パン機で実際の製パンテストを行ってみると、5 ppm の L-システインを添加した場合の方が無添加の場合に比し明らかにパンの容積が大となることが認められた。逆に 5 ppm の臭素酸カリウムを添加すると無添加の場合に比しパンの容積は減少することが認められた。これは前述のように、L-システインの添加により Σ_1^{10} ($\pm An$)、 α および Adh . などが増加しドウの粘弾性が改善されたためと考えられる。

QP 強力粉を用い標準配合でイースト量のみを 1.5 倍とした配合で自動製パン機で製パンを行った場合、加水量 75.0% のものより加水量 82.1% の方がパンの容積が大きくなった。しかしながら、加水量 89.3% では製パンした時のパンの容積は大きく減少した。これはドウの粘弾性が 82.1% の場合に比し極端に低くなったためと考えられる。これらのドウに 5 ppm の L-システインを添加して製パンすると、何れの加水量の場合もパンの容積は無添加の場合より大となった。これは前述のように、L-システインの添加によりドウの粘弾性が改善されたためと考えられる。また、加水量 89.3% の場合も無添加の場合に比しパンの容積の減少が小さかった。また、加水量 89.3% で L-システイン 5 ppm 添加の場合イースト量を普通の 1.5 倍から 2.0 倍に増量すると自動製パン機で製パンしたパンの容積が大きく増加した(後述)。つまり、これらの加水量の多いドウは製菓の際のバターに近い物性であり、みかけの粘弾性もかなり低く、ドウというよりバターに近い物性を示す。したがって、普通の製パンの際とは異なった薄力粉のバターなどの膨剤による膨張と類似したメカニズムが作用しているものと考えられる。

一般に L-システインはドウを軟化させる効果があることが知られており、普通の製パンの際は単独で使用されることはなかった。最近では、たとえば臭素酸カリウムなどとの併用によってドウメイキングをコントロールすることに使用されることがある。しかしながら一般の製パン用ドウでは還元剤としてドウを軟化する働きがあるものと考えられる。ところが、自動製パン用のドウでは加水量が多くドウとバターの中間のようなドウであるため、その物性に及ぼす L-システインの影響は一般

Fig. 1 Comparison of the volume of bread prepared by an automatic home bakery with different amounts of water, yeast and additional L-cysteine

- : Bread of standard composition (only yeast 1.5 times)
- △: Bread of standard composition plus 5 ppm L-cysteine (yeast 1.5 times)
- ▲: Bread of standard composition plus 5 ppm L-cysteine (yeast 2 times)

の製パン用のドウとはかなり異なることがその物性試験および製パンテストの結果認められた。逆に 5 ppm の臭素酸カリウム (30 ppm に増加させても同様) を添加した場合は加水量の多いドウではドウの物性を改善する効果は認められず、自動製パン機で製パン試験を行った結果も 3 水準の加水量の何れも食パンの容積は無添加のものより小となった。

Fig. 1 に、加水量、L-システインの添加、イースト量の違いによる自動製パン機で製造した食パンの容積の差の比較を分り易く示した。図から明らかなように、自動製パン機による製パンでは標準の 75.0% の加水量のパンよりも加水量 82.1% のパンの方が容積が大となった。しかしながら加水量を 89.3% に増加するとパンの容積は大きく減少した。この場合、ドウの物性をたとえば $\Sigma_{10}^{10} (+An)$ の値で比較すると加水量 89.3% の場合は 82.1% の約 1/2 以下と低くドウというよりもバターに近く普通のイースト量の 1.5 倍のイースト量では十分膨張させることができないためと考えられる。これに

対し、5 ppm の L-システインを添加したものは、何れの加水量の水準でも無添加のものに比しパンの容積が大きくなることが示された。ドウの粘弾性の変化は $\Sigma_{10}^{10} (+An)$ の値でみると L-システインの添加により無添加のものに比し加水量 82.1% のドウでは 1.08 倍、加水量 89.3% のドウでは 1.40 倍となり、とくに後者の場合 L-システイン添加のものと無添加のもののパンの容積の差が大きかった。また、加水量 89.3% で L-システイン 5 ppm 添加したものではイーストの添加量を標準量の 1.5 倍から 2 倍に増加すると加水量 89.3% でもパンの容積は大きく増加することが示された。加水量の多いドウではその物性はバターに近くなりバターと類似した膨張のメカニズムが働くことが示唆された。

要 約

加水量が異なるドウの物性を新たに開発した連続式微小変形多重バイト試験法で測定し検討した。

(1) 加水量の異なるめん用のドウ、一般の製パン用のドウ、家庭用自動製パン機用のドウなどについて、加水量や添加物によるドウの物性の差を連続式微小変形多重バイト試験法で測定し比較検討した。

(2) その結果、これらのドウの物性の差はドウの粘弾性やみかけのかたさや粘弾性などに関連するパラメーターで比較解析できることが示された。

(3) 従来の試験に用いられている小麦粉と水のみのもドウとこれに食塩などを添加したドウの物性の差もドウの粘弾性の差として明瞭に示された。

(4) ドウに対する臭素酸カリウムや L-システイン添加の効果もドウの加水量によって大きく異なることが示された。一般の製パン用のドウではドウの物性の改良効果のある臭素酸カリウムも加水量の多いドウでは効果がなく、逆に一般の製パン用のドウではドウを軟化する L-システインは加水量の多いドウではドウの粘弾性を改善する効果があることが認められた。

(5) 家庭用の自動製パン機で製パンした食パンの容積を比較すると、加水量 75.0~89.3% の何れの加水量でも 5 ppm の L-システインを添加したものは無添加のものよりパンの容積が大となることが認められた。一方 5 ppm の臭素酸カリウムを添加すると無添加のものよりパンの容積は小となった。

文 献

- 1) FARIDI, H. and FAUBION, J.M.: Fundamentals of Dough Rheology, AACC, Inc.

- (1986)
- 2) 松本 博：栄養と食糧, **27**, 303 (1974).
 - 3) 辻昭二郎：家政誌, **27**, 245 (1976).
 - 4) 辻昭二郎：大阪樟蔭女子大学論集, **14**, 135 (1977).
 - 5) 辻昭二郎・遠藤克己：日食工誌, **39**, 25 (1992).
 - 6) 中浜信子：家政誌, **23**, 18 (1972).
 - 7) 西成勝好・堀内久弥・石田勝己・池田勝利・伊達宗宏・深田栄一：日食工誌, **27**, 227 (1980).
 - 8) 辻昭二郎：家政誌, **36**, 102 (1985).
 - 9) 辻昭二郎：家政誌, **37**, 33 (1986).
 - 10) 辻昭二郎：家政誌, **37**, 157 (1986).
 - 11) 辻昭二郎：食品の物性第12集, 松本・山野編 (食品資材研究会, 東京), p. 151 (1986).
 - 12) 辻昭二郎：食品の物性第14集, 松本・山野編 (食品資材研究会, 東京), p. 119 (1988).
 - 13) 辻昭二郎：食品の物性第3集, 松本・山野編 (食品資材研究会, 東京), p. 41 (1977).
 - 14) TSUJI, S.: *J. Texture Stud.* **13**, 135 (1982).
 - 15) 中谷文子・小池千晶・一色かおり・与本裕子・辻昭二郎：大阪樟蔭女子大学論集, **26**, 57 (1989).
 - 16) 中谷文子・辻昭二郎：食品加工技術, **11**, 3 (1991).
 - 17) 中谷文子・小池千晶・与本裕子・辻昭二郎：大阪樟蔭女子大学論集, **30**, 61 (1993).
 - 18) 白井祐子・田中聡美・辻昭二郎：大阪樟蔭女子大学論集, **30**, 71 (1993).
 - 19) 田中聡美・友井亨了・辻昭二郎：大阪樟蔭女子大学論集, **24**, 135 (1987).
 - 20) MATSUMOTO, H. and HLYNKA, I.: *Cereal Chem.*, **36** (1959).
 - 21) HENIKA, R.G. and ZENNER, S.F.: *Baker's Dig.*, **34**, (3), 36 (1960).
- (平成4年11月6日受理)