

## 卵白ペプチドの製パンへの影響

筒井知己 金井節子

## Effect of Egg White Peptide Substitution on Breadmaking

TOMOMI TSUTSUI and SETSUKO KANAI

Physical properties of wheat flour replaced with 0.5 to 1.5% of egg white peptide (WFRE) and baking properties of it were estimated. Water absorption capacity of WFRE increased slightly as egg white peptide level increased.

Emulsifying properties and foaming properties of water soluble fraction prepared from WFRE decreased gradually as egg white peptide level increased.

Among the bread made from WFRE, the bread made from wheat flour replaced with 0.5% of egg white peptide showed better inner structure.

食品たんぱく質を酵素で分解すると種々のペプチドが生じる。これらのペプチドの中には種々の機能性をもつものがあり、その代表的な作用として血圧低下<sup>1)</sup>、血清コレステロール低減化<sup>2)</sup>、カルシウム吸収促進<sup>3)</sup>などが知られている。これらの作用の中で、血圧低下は、ペプチドのアンジオテンシン I 変換酵素 (ACE) 阻害活性等によるものである。そこで ACE 阻害活性を有するペプチドを含む食品を摂取すれば、医薬を用いずに高血圧を予防することも可能である。実際に乳たんぱく質原料の酸乳やかつおぶしの酵素 (サーモリシン) 分解物が、ACE 阻害活性を有するペプチド<sup>4,5)</sup>を含む食品として商品化されている。またこれらは特定保健用食品にもなっている。一方卵白中に含まれるたんぱく質のオボアルブミンを酵素で分解するとやはり種々のペプチドが生じる。オボアルブミンのトリプシン分解物に含まれるオボキニン<sup>6)</sup>は、Phe-Arg-

Ala-His-Pro-Phe-Leu からなるペプチドで、やはり ACE 阻害活性を有する。一方、オボアルブミンのトリプシン分解物に含まれるオボキニン III<sup>6)</sup>は Arg-Val-Tyl-Ile-His-Pro-Phe からなるペプチドで、アンジオテンシン AT-2 レセプターを介して降圧作用を示す。

今回我々は、卵白ペプチド粉末 (Lot960723、太陽化学株式会社) を入手した。この粉末は加熱凝固性がなく、苦味もなく、消化吸収性もすぐれていて、食品へ副材料として添加することでその機能性を高めることが期待できる。一般に製パンの際、卵白の添加は、パンのボリュームや内層へあまり良い影響を与えないが、卵白ペプチドでは製パン性もことなるものと思われる。そこで我々は、卵白ペプチド粉末を用い卵白ペプチド添加小麦粉を調製し、その物理的特性と製パン性との間にどのような関連があるか検討を加えたのでここにその結果を報告する。

Key Words: egg white peptide, baking property

## 実験方法

### 1. 試料の調製法

市販強力小麦粉（日清製粉㈱、カメリヤ、粗たんぱく質12.6%、粗灰分0.4%）と卵白ペプチド粉末（水分0.6%、粗たんぱく質78.1%、糖質9.2%、粗灰分9.7%、平均アミノ酸鎖長3.7）を用い、強力小麦粉の0.5%、1.0%、1.5%を卵白ペプチドでおきかえた粉を調製し、それぞれの粉を3回ふるいにかけて。そしてこれらの粉をそれぞれ卵白ペプチド0.5%添加小麦粉、1.0%添加小麦粉、1.5%添加小麦粉とした。

### 2. 示差走査熱分析

各小麦粉5mgに水10mgを加え、よく混合した後、示差走査熱分析計(DSC-50、島津製作所㈱)で5℃/minの昇温で25℃から100℃まで吸熱パターンを測定した。

### 3. 小麦粉の水分吸着量の測定法

各小麦粉1.5gを遠心チューブにとり、蒸留水15mlを添加してから、ガラス棒で1分間攪拌した。さらに10分後同様に攪拌し、この操作を3回繰り返した。次に遠心チューブを、久保田 KR-20000S 遠心分離機で、1600G、25分間遠心分離した。遠心チューブ中の上澄液は別の容器に移し小麦粉抽出液とし、その吸光度を日立100-60型分光光度計で280nmで測定した。次に遠心チューブ中の各小麦粉の重量を測定し、各小麦粉に吸着された水の重量を算出し、小麦粉100gあたりの水の吸着量に換算して水分吸着量とした。

### 4. 機能特性の測定法

各小麦粉抽出液の乳化活性と乳化安定性は、市販コーン油（味の素㈱）を用いて、PearceとKincella<sup>7)</sup>の方法にしたがって測定した。また起泡容量と起泡安定性は、各小麦粉抽出液25mlを用いてTasneemとSubramanian<sup>8)</sup>の方法にしたがって測定した。

### 5. 製パン試験

製パン試験は表1のような原料配合でおこなった。市販強力小麦粉、または卵白ペプチ

Table 1 Typical bread formula

Ingredient	Quantity
Wheat flour	200 g
Sugar	12 g
Salt	4 g
Skim milk	4 g
Dry yeast	2 g
Water	144ml
Butter	8 g

ド添加小麦粉に、砂糖、食塩、スキムミルク（雪印乳業㈱）、ドライイースト（オリエンタル酵母㈱）を加えて三回ふるいにかけて。次にこれらをフナイオートベーカリー FAB-72に加え、水144mlを加えて5分間ミキシングした。さらにバター8gを加え製パンの標準コースにセットして、3時間50分かけて混捏、発酵、焼成をおこなった。焼成したパンは、重量を測定後、ローフボリュームを業種置換法で測定した。次にパンの物性を測定するため、厚さ2cm幅に切断後、耳の部分除去して5.5cmの正方形に整形した。この硬さをタケトモ電気製テンシプレッサー TTP-50Xの圧縮システムで、36mm（直径）のプランジャーを用い、サイクルスピード2mm/sec、クリアランス5mm、ロードレンジ10kgで測定した。またパンの色調は日本電色色差計 ND-300Aを用いて測定した。

### 6. 水分活性の測定法

焼成後16時間経過したパンの水分活性を、ロトロニック水分活性測定計（Rotoronics tygroskop D.T.）を用いて20℃で測定した。

## 実験結果および考察

### 1. 示差走査分析パターン

各小麦粉を示差走査熱分析して、でんぷんの糊化特性を比較検討したところ図1のような結果を得た。強力小麦粉と卵白ペプチド添加小麦粉（WFRE）それぞれの糊化におけるピーク温度と熱量は、両者の間でほとんど差がみられず、卵白ペプチドの添加は、でんぷ

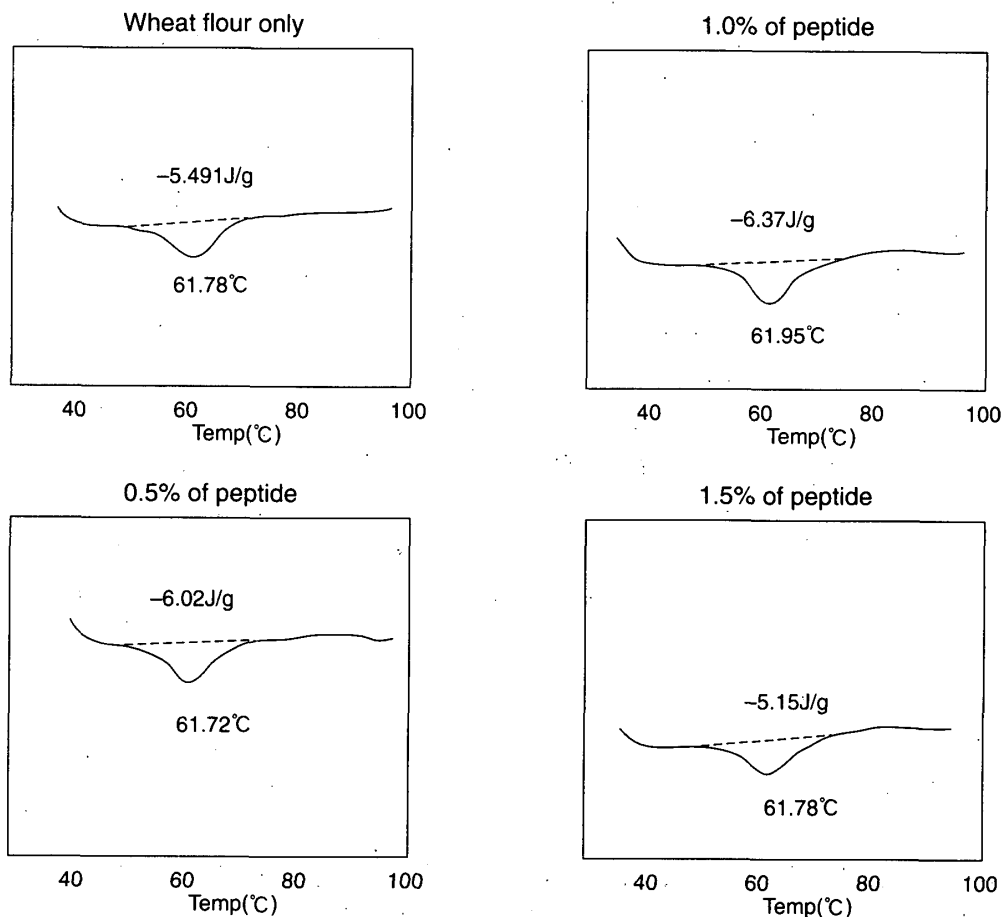


Fig. 1 DSC patterns of wheat flour

んの糊化にほとんど影響を与えないものと思われた。

## 2. 各小麦粉の水分吸着量

強力小麦粉と卵白ペプチド添加小麦粉の水分吸着量は、表2のようになった。卵白ペプチド添加小麦粉では、卵白ペプチドの添加量

が上がるにつれ、多少水分吸着量も増加した。一方小麦粉抽出液の280nmの吸光度は表3のようになり、卵白ペプチドの添加量が多くなるにつれ吸光度が増加していて、卵白ペプチドが水層に溶解していることを示していた。

Table 2 Centrifuge absorption of wheat flour

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of peptide	1.0% of peptide	1.5% of peptide
Centrifuge absorption (%)	78.5	78.5	80.2	80.6

Table 3 Absorbance of water soluble fractions (WSF) from wheat flour

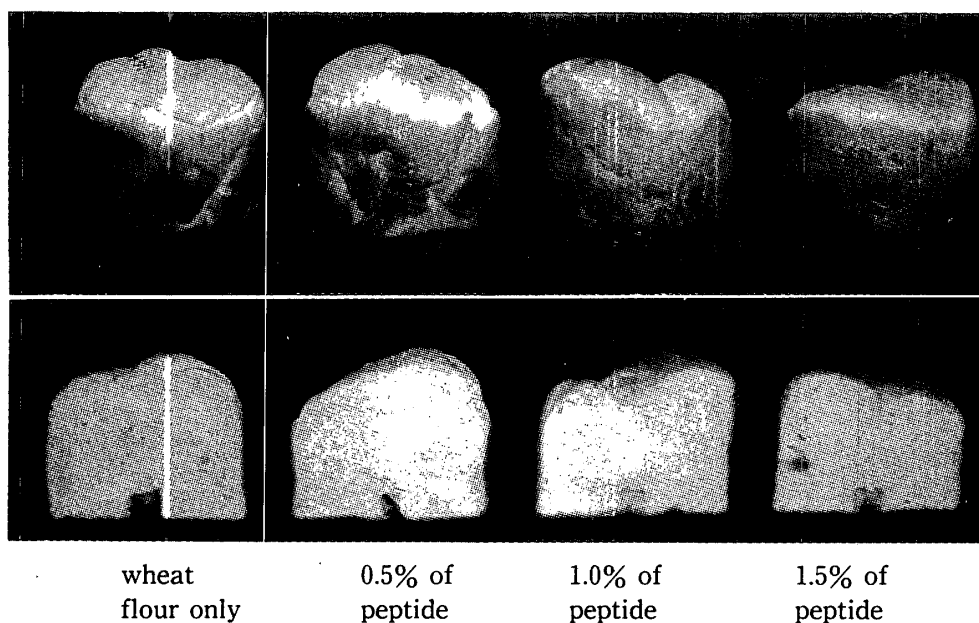
	WSF from wheat flour	WSF from wheat flour replaced with		
		0.5% of peptide	1.0% of peptide	1.5% of peptide
Absorbance at 280 nm	2.24	2.24	2.28	2.37

**Table 4 Emulsifying properties of WSF from wheat flour**

	WSF from wheat flour	WSF from wheat flour replaced with		
		0.5% of peptide	1.0% of peptide	1.5% of peptide
Emulsifying activity index(m <sup>2</sup> /g)	4.50	2.28	1.92	1.70
Emulsion stability (min)	0.70	0.50	0.32	0.30

**Table 5 Foaming properties of WSF from wheat flour**

	WSF from wheat flour	WSF from wheat flour replaced with		
		0.5% of peptide	1.0% of peptide	1.5% of peptide
Foam capacity (% volume increase)	342	288	280	267
Foam stability (% foam volume)	76.6	63.9	55.7	61.4



**Fig. 2 Bread baked from wheat flour replaced with 0.5 to 1.5% of peptide**

**Table 6 Loaf volume of baked bread**

	Wheat flour only	Wheat flour replaced with		
		0.5% of peptide	1.0% of peptide	1.5% of peptide
Weight of baked bread(g)	287.5	286.8	288.1	287.6
Loaf volume(ml)	1271	1308	1254	1137

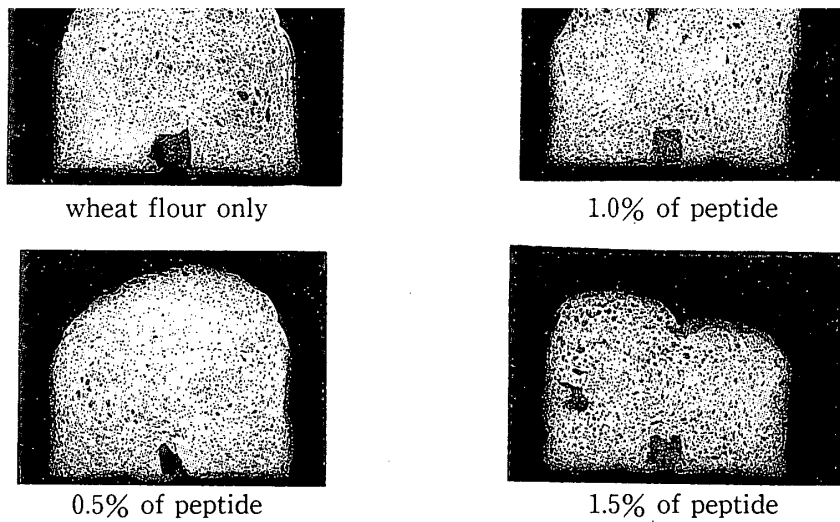


Fig. 3 Vertical cross-sections of bread

### 3. 小麦粉抽出液の機能特性

各抽出液の乳化特性は表4のように、起泡特性は表5のようになった。起泡容量、起泡安定性、乳化活性、乳化安定性とも卵白ペプチドの添加量が多くなるにつれて減少する傾向を示した。卵白ペプチドは親水性であるので、各抽出液を攪拌した時、たんぱく質の疎水領域が凝集するのを阻害し、これが起泡特性の低下に結びついているものと思われる。

### 4. 製パン試験結果

各小麦粉を用いて焼き上げたパンの外観は図2のようになり、各パンの重量とローフボリュームは表6のようになった。卵白ペプチド0.5%添加小麦粉を用いたパンは、強力粉を用いたパンに比べ、ローフボリュームが多少増加していた。しかし卵白ペプチド1.0%以上の添加では、パンのローフボリュームは徐々に低下していった。次に各パンの内層の様子が図3に示されている。卵白ペプチド0.5%添

Table 7 Hardness of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of peptide	1.0% of peptide	1.5% of peptide
Hardness (dyne/cm <sup>2</sup> )	1.84±0.24 ×10 <sup>5</sup>	1.72±0.15 ×10 <sup>5</sup>	2.18±0.14 ×10 <sup>5</sup>	3.24±0.47 ×10 <sup>5</sup>

Table 8 Crumb color of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of peptide	1.0% of peptide	1.5% of peptide
L	80.28	80.77	82.31	82.45
a	-1.76	-2.01	-2.07	-1.82
b	16.81	15.20	17.19	17.49
Color difference value vs. control	—	1.7	2.09	2.27

Table 9 Water activity of baked bread

Aw	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of peptide	1.0% of peptide	1.5% of peptide
	0.951	0.940	0.945	0.946

加小麦粉の内層は比較的すだちがよかったが、卵白ペプチド1.0%添加小麦粉、卵白ペプチド1.5%添加小麦粉となるにつれ、内層があらくなっていった。各パンの硬さをテンシプレッサー（圧縮システム）で測定した結果は表7のようになった。卵白ペプチド0.5%添加小麦粉のパンの硬さは、強力小麦粉のパンの硬さに比べ多少やわらかかった。しかし卵白ペプチドの添加量が1.0%、1.5%とふえるにつれ、パンの硬さはかなり増加していた。これら各パンの内層の色は表8のようになり、卵白ペプチドの添加量が多くなるにつれ明度が増加していた。次に各パンの水分活性は表9のようになり、卵白ペプチドの添加量が多くなってもパンの水分活性はあまり変化しなかった。このような各パンのローフボリュームと各小麦粉抽出液の機能特性との間には特に相関がみられなかった。以上の結果から、強力小麦粉の0.5%を卵白ペプチド粉末でおきかえると比較的すだちもよく、やわらかく風味のよいパンを製造できることがわかり、これを食べることで卵白ペプチドの機能特性を取り入れることになるであろう。

## 要 約

強力小麦粉の0.5~1.5%を卵白ペプチドでおきかえた卵白ペプチド添加小麦粉を調整し、その物理的特性を測定するとともに、各小麦粉を用いて製パン試験を行い以下のような結果を得た。

(1)卵白ペプチド添加小麦粉の示差相熱分

析パターンは、元の強力粉のパターンとほとんど変化がなかった。

(2)卵白ペプチド添加小麦粉の水分吸着量は、卵白ペプチドの添加量が増加するにつれ多少増加した。

(3)各小麦粉抽出液の機能特性では、乳化活性、乳化安定性、起泡容量、起泡安定性とも卵白ペプチドの添加量が増加するにつれ減少していた。

(4)各小麦粉を用いた製パン試験では、卵白ペプチド0.5%添加小麦粉を用いたパンが比較的すだちがよかった。

## 文 献

- 1) 吉川正明：化学と工業，**71**，310(1997).
- 2) 吉川正明：学術の動向，**27** (1998).
- 3) HEANEY, R.P., SAITO, Y., and ORIMO, H.: J.B one M iner. M etab., **12**, 77 (1994).
- 4) MARUYAMA, M., and SUZUKI, H. : Agric.Biol. Chem., **46**, 1393 (1982).
- 5) 藤田裕之，安本良一，吉川正明：日本農芸化学 1996年度大会講演要旨集，P13 (1996).
- 6) FUJITA, H., USUI, H., KURAHASHI, K. et al:Peptides, **16**, 785 (1995).
- 7) PEARCE, K.N. and KINSELLA, J.E. :J.Agric. Food Chem., **26**, 716 (1978).
- 8) TASNEEM, R. and SUBRAMANIAN, N.:J. Agric. Food Chem., **34**, 850 (1986).