

海藻の製パンへの影響 (I) ふのり

筒井知己 金井節子

Effects of Seaweed Substitution on Breadmaking.(I)Gloiopeltis

TOMOMI TSUTSUI and SETSUKO KANAI

Physical properties of wheat flour replaced with 0.5 to 1.5% of seaweed *Gloiopeltis* (WFRS) and baking properties of it were estimated. Water absorption capacity of WFRS increased gradually and adhesive properties of WFRS increased gradually as seaweed level increased. Emulsifying properties and foaming properties of water soluble fraction (WSF) prepared from WFRS decreased gradually as seaweed level increased.

Among the bread made from WFRS, the bread made from wheat flour replaced with 0.5% of seaweed showed better inner structure. The multiple regression analysis showed that the emulsifying activity index (X_1) and emulsion stability (X_2) were totally correlated to the loaf volume of the bread made from WFRS (Y). And the following multiple regression equation was obtained: $Y=1286.44-29.22X_1+223.72X_2$.

日本人は古代からアラメ、ヒジキ、ワカメ、コンブ、ノリなどの海藻を食生活に取り入れてきた。そして現在でも約50種類の海藻が食用に利用され、その消費量も年々増加している。特に沖縄ではこのような海藻を食事の献立に積極的に加えていて、長寿者が多いことが報告されている。実際に沖縄の高齢者は週に1~3回アオサ、コンブ、モズクなどの海藻を食べている¹⁾。海藻の栄養成分としては炭水化物、たんぱく質が多く、脂質は1%前後と少ない。またビタミン(脂溶性ビタミンとして、プロビタミンAのカロチンや、プロビタミンDのエルゴステロール、ビタミンE、ビタミンK等、水溶性ビタミンとしてビタミンB₁、B₂、B₆、ナイアシン、パントテン酸等)やミネラル(カルシウム、マグネシウム、ヨウ素、鉄、亜鉛等)も多く含まれている。海藻の炭水化物は主に粘質多糖類であるが、難

消化性でエネルギー供給源とはならない。しかし食物繊維として、コレステロール低下作用²⁾、血糖調節作用、抗有害物質作用、整腸作用、抗血圧作用³⁾を示すといわれている。またアルギン酸(D-マンヌロン酸からなる多糖類、アラメ、ワカメ、コンブなどに含まれる)やフコイダン(L-フコースの硫酸エステル体重合体、アラメ、ワカメ、コンブ、ヒジキなどに含まれる)は抗腫瘍活性があることも報告されている^{4),5)}。一方食品工業ではアルギン酸は糊料、乳化剤、安定剤として、めんこの強化、パンの組織改質、アイスクリームのオーバーラン保持等に用いられている⁶⁾。またカラギーナン(ガラクトース、アンヒドロガラクトース、硫酸等よりなる、ツノマタ、スギノリより作る)や寒天(アガロース、アガロペクチンの混合物、テングサより作る)も同様に用いられている。

Key Words: seaweed, baking property

この他に糊料としての特性をもつ海藻にふのりがある。ふのりは、そのままの形で吸い物や酢の物、サラダに用いられるが、湯で煮出した粘出物(フノラン⁷⁾、ガラクトースなどからなる)は糊として用いられる。そこで小麦粉にふのりを加えれば、小麦粉の物性を改善するとともに小麦粉の栄養特性も改良することができるはずである。今回我々はふのりと市販強力粉を用いてふのり添加小麦粉を調製し、その物理的特性を測定するとともに、製パン試験を行い、各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。

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、粗タンパク質12.6%、粗灰分0.4%)とふのり粉末(市販ふのりをサンヨフードドリンクミキサーSMG-411で5分間粉碎後、28メッシュのふるいを通したもの、水分13.4%、粗タンパク質16.1%、粗繊維1.6%、粗脂肪0.7%、粗灰分16.0%)を用い強力小麦粉の0.5%、1.0%、1.5%をふのり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ふのり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. 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。遠心チューブ内の上澄液は別の容器に移し小麦粉抽出液とし、その透過度を日立100-60型分光光度計で500nm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。

3. 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の方法にしたがって測定した⁸⁾。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Subramanian⁹⁾の方法に従って測定した。

4. 小麦粉生地多重バイト試験法

多重バイト試験には、タケトモ電気製テンシプレッサーTTP-50Xを用いた。各小麦粉0.5gをテンシプレッサーのプレートにのせ、水1mlを加え、スパーテルで1.5分間攪拌後、直径36mmのプランジャーを用い、クリアランス0.1mm、9mm/secのバイトスピード、ロードレンジ10kg、0.5mmの振幅で、200バイトまで圧縮、戻りを測定した。

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、またはふのり添加小麦粉に、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㈱)を加え三回ふるいにかけて。次にこれらを

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

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、焼成を行った。製パンは、同じ配合の物を三回繰り返して焼成した。焼成したパンは、重量を測定後、ローフボリュームを菜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 (Rotoronis ty-groskop D.T.) を用いて20℃で測定した。

実験結果および考察

1. 各小麦粉の水分吸着量

強力小麦粉とふのり添加小麦粉(WFRS)の水分吸着量は、表2のようになった。ふのり添加小麦粉では、ふのりの添加量が上がるにつれ水分吸着量も増加した。一方小麦粉抽

Table 2 Centrifuge absorption of wheat flour

	Wheat flour only	Wheat flour replaced with		
		0.5% of funori	1.0% of funori	1.5% of funori
Centrifuge absorption (%)	86.8	91.5	95.6	96.5

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

	WSF from wheat flour	WSF from wheat flour replaced with		
		0.5% of funori	1.0% of funori	1.5% of funori
Transmittance at 500nm	79.4	80.6	81.0	81.6

Table 4 Emulsifying properties of WSF from wheat flour

	WSF from wheat flour	WSF from wheat flour replaced with		
		0.5% of funori	1.0% of funori	1.5% of funori
Emulsifying activity index (m ² /g)	4.61	3.66	3.09	2.84
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 funori	1.0% of funori	1.5% of funori
Foam capacity (% volume increase)	342	220	205	181
Foam stability (% foam volume)	76.6	67.3	64.3	62.9

出液の500nmの透過度は、表3のようになり、ふのりの添加量が多くなるにつれ透過度が多少増加した。水を加えて短時間の処理では、小麦粉中のふのりは吸水し、混濁に影響を与えるような成分はふのりからあまり可溶化していないように思われた。

2. 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、乳化安定性ともふのりの添加量が多くなるにつれて減少していった。

3. 小麦粉の多重バイト試験

各小麦粉の多重バイト試験結果は、図1、表6のようになった。圧縮に対する応力は、ふのりの添加量が多くなるにつれ減少し、ふのり1.5%添加小麦粉の応力は、強力小麦粉の応力の28.3%の値であった。一方附着力はふのりの添加量が多くなるにつれ増加し、ふのり1.5%添加小麦粉の附着力は、強力小麦粉の附着力の197.0%の値であった。このような附着力の増大は、ふのりが吸水膨潤して、小麦粉の粘性に影響を与えたものと思われる。

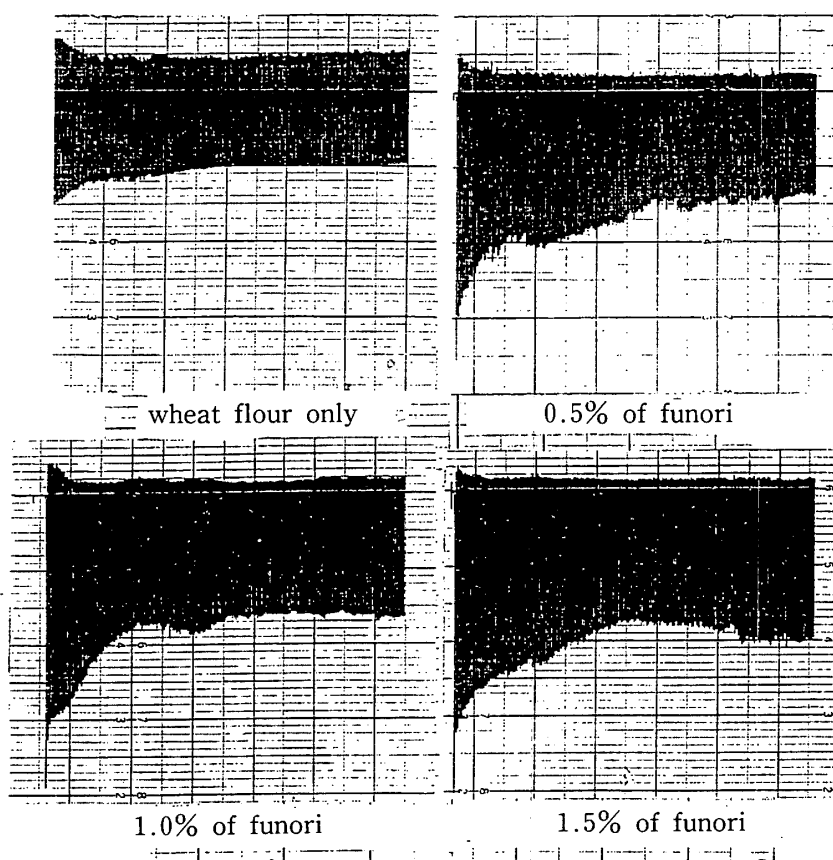


Fig. 1 Multi-biting test of wheat flour

Table 6 Physical properties of wheat flour

	Wheat flour only	Wheat flour replaced with		
		0.5% of funori	1.0% of funori	1.5% of funori
Hardness (g)	55.0 (100%)	24.0 (43.6%)	19.0 (34.5%)	13.0 (23.6%)
Adhesiveness (g)	97.0 (100%)	138.0 (142.3%)	165.0 (170.1%)	197.0 (203.1%)

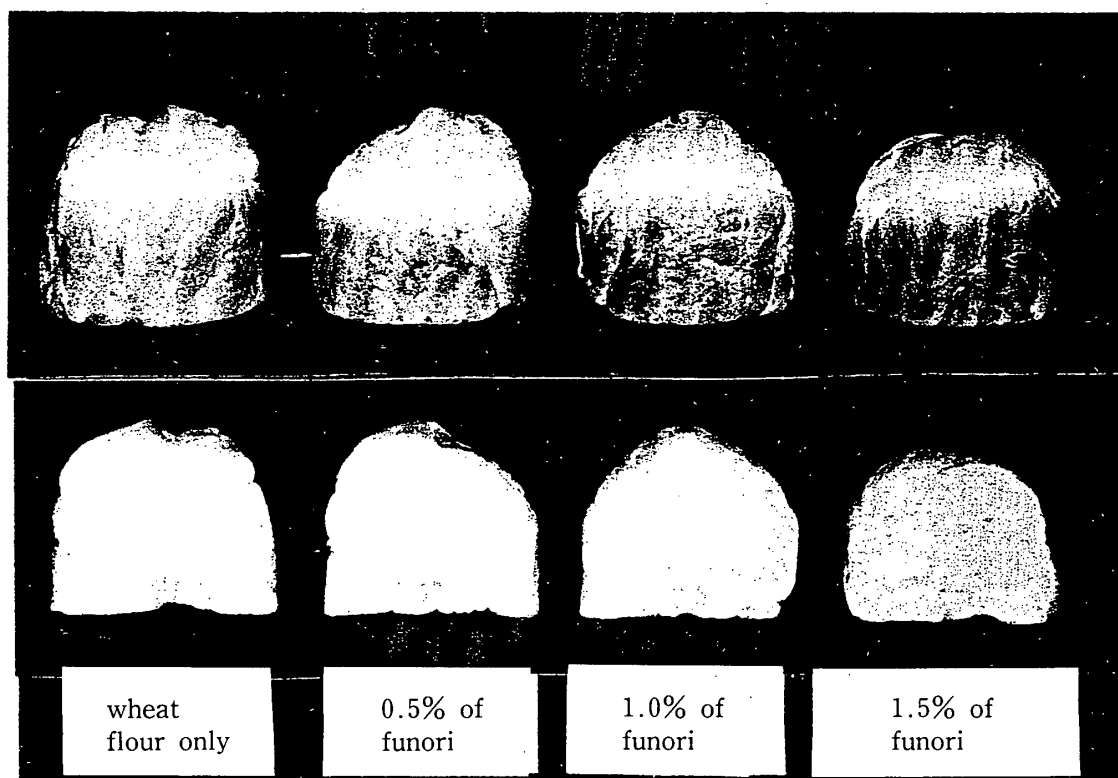


Fig. 2 Bread baked from wheat flour replaced with 0.5 to 1.5 % of funori

Table 7 Loaf volume of baked bread

	Wheat flour only	Wheat flour replaced with		
		0.5% of funori	1.0% of funori	1.5% of funori
Weight of baked bread (g)	293.4	295.6	298.8	295.7
Loaf volume (ml)	1308	1292	1268	1270

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7のようになった。ふのり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減少していた。次に各パンの内層の様子が図3に示されているが、ふのり0.5%添加小麦粉の内層は比較的すだちがよかったが、ふのり1.0%添加小麦粉、ふのり1.5%添加小麦粉となるにつれ内層があらくなっていた。次に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8のようになった。ふのり0.5%添加小麦粉のパンの硬さは、強力小麦粉のパンの硬

さとあまりかわらなかった。しかしふのりの添加量が1.0%、1.5%と徐々にふえるにつれパンの硬さは多少増加していた。これら各パンの内層の色は、表9のようになり、ふのりの添加量が多くなるにつれパンの色調も多少変化していた。次に各パンの水分活性は表10のようになり、ふのり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が各小麦粉抽出液の機能特性とどのような関連があるか検討したところ、ふのりを添加した各パンのローフボリューム(Y)と、小麦粉抽出液の乳化活性(X₁)、乳化安定性(X₂)との間には相関があり、 $Y = 1286.44 - 29.22X_1 + 223.72X_2$

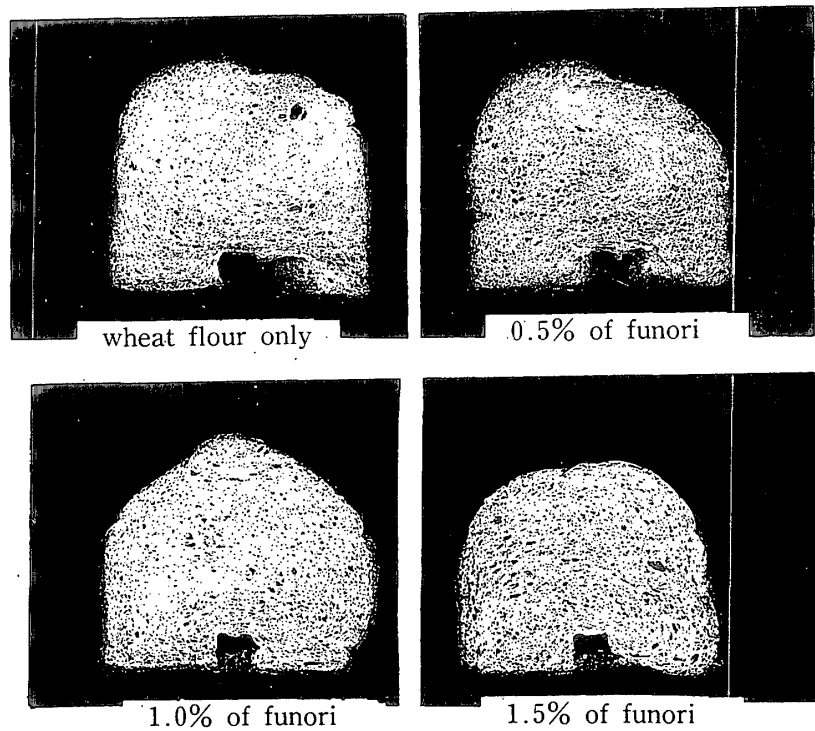


Fig. 3 Vertical cross-sections of bread

Table 8 Hardness of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of funori	1.0% of funori	1.5% of funori
Hardness (dyne/cm ²)	1.61±0.21 ×10 ⁵	1.62±0.30 ×10 ⁵	1.80±0.22 ×10 ⁵	1.83±0.08 ×10 ⁵

Table 9 Crumb color of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of funori	1.0% of funori	1.5% of funori
L	84.27	80.45±0.66	77.65±0.84	75.39±0.61
a	- 2.01	-1.94±0.08	-1.24±0.29	-1.42±0.13
b	16.11	14.45±0.35	13.90±0.40	13.64±0.42
Color difference value vs. control	-	4.17	7.20	9.24

Table 10 Water activity of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of funori	1.0% of funori	1.5% of funori
Aw	0.939	0.947	0.941	0.941

の重回帰式が得られた。 $(F_0 = 587.76 > F_0^*(0.05) = 199.5$ 、回帰は有意である)以上の結果から、強力小麦粉の0.5%をふのりでおきかえると比較的すだちもよいやわらかいパンを製造できることがわかり、これを食べることで自然に水溶性の食物繊維を供給できることになるであろう。また小麦粉に海藻を添加した場合小麦粉抽出液の乳化活性や乳化安定性が、パンのローフボリュームと関連があることが併せて明らかになった。

要 約

強力小麦粉の0.5~1.5%をふのりでおきかえたふのり添加小麦粉を調製し、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) ふのり添加小麦粉の水分吸着量は、ふのり添加量が増加するにつれ多少増加した。多重バイト試験では、ふのりの添加量が増加するにつれ、生地の変圧に対する応力は減少したが附着性は著しく増加した。

(2) 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、起泡安定性ともふのりの添加量が増加するにつれ減少していた。

(3) 各小麦粉を用いた製パン試験では、ふ

のり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。

(4) ふのりを添加した各パンのローフボリューム(Y)と、各小麦粉抽出液の乳化活性(X_1)、乳化安定性(X_2)との間には、 $Y = 1286.44 - 29.22X_1 + 223.72X_2$ の重回帰式が得られた。

文 献

- 1) 尚 弘子：南の島の栄養学，沖縄出版(沖縄) (1988)
- 2) 辻 啓介，他，：栄養誌，**26**，113(1968)
- 3) 辻 啓介，他，：家政誌，**39**，187(1988)
- 4) YAMAMOTO, I. and MARUYAMA, H.: Cancer Letters, **26**, 241 (1985)
- 5) 中沢正三，他，：Chemotherapy, **24**, 443 (1976)
- 6) 大石圭一，他，：海藻の科学，p189，朝倉書店(東京) (1998)
- 7) TAKANO, R., HAYASHI, K., HARA, S. and HIRASE, S.: Carbohydr. Polym., **27**, 305 (1995)
- 8) PEARCE, K.N. and KINSELLA, J.E.: J. Agric. Food Chem., **26**, 716 (1978)
- 9) TASNEEM, R. and SUBRAMANIAN, N.: J. Agric. Food Chem., **34**, 850 (1986)