

海藻の製パンへの影響(Ⅲ)ひじき

筒井 知己 金井 節子*

Effects of Seaweed Substitution on Breadmaking.
(Ⅲ) Hizikia fusiformis (Hiziki)

TOMOMI TSUTSUI and SETSUKO KANAI

Physical properties of wheat flour replaced with 0.5 to 1.5 % of seaweed *Hizikia fusiformis* (WFRS) and baking properties of them were estimated. Water absorption capacity of WFRS increased gradually and adhesive properties of WFRS increased 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 loaf volume and also showed better sensory evaluation score. Linear regression analysis showed that the amount of seaweed (X) was negatively correlated to the loaf volume of the bread made from WFRS (Y). And the following regression equation was obtained :
$$Y = -136.6X + 1160$$

我々は先に海藻粉末の新しい利用法として、小麦粉にふのり粉末や根こんぶ粉末を加え、小麦粉の物性や栄養特性を改善するところを報告した。^{1,2)}そしてふのりではふのり0.5%添加小麦粉を用いて焼成したパンが比較的すだちがよくやわらかく、各パンのローフボリュームと各小麦粉抽出液の乳化活性、乳化安定性との間に相関がみられることを報告した。一方根こんぶ粉末を添加したパンでは、根こんぶ粉末の添加量が増加するにつれ、パンのローフボリュームも低下したが、官能検査の結果では、根こんぶ粉末0.5%添加小麦粉を用いたパンが食感、味でそれなりの評価を得ていた。そこで今回は海藻としてひじきを利用することを検討した。ひじきは褐藻

類ホンダワラ科の海藻である。ひじきの栄養成分としては、炭水化物の含量が多く(56.2%、干しひじき)、たんぱく質の含量は10.6% (干しひじき)程で、含硫アミノ酸の量がおおい。ビタミンとしては、 β -カロテン、ビタミンB₁、B₂、ナイアシン等が含まれ、無機質としては、カルシウム、鉄、カリウム、リン、ヨウ素などの含量が多い。ひじきの炭水化物は主としてアルギン酸(D-マンヌロン酸からなる多糖類)、フコイダン(L-フコースの硫酸エステル体重合体)などの粘質多糖類である。これらは難消化性であり、エネルギー供給源とはならない。しかしアルギン酸は、コレステロール低下作用³⁾、有害物質除去作用^{4,5)}、整腸作用、高血圧低

Key words : seaweed, baking property

下作用⁶⁾を示すといわれている。またアルギン酸、フコイダンは抗腫瘍活性があることも報告されている。^{7,8,9)} 食品工業では、アルギン酸は粘稠剤、ゲル化剤、安定剤、乳化剤として用いられている。^{10,11)} そこで小麦粉にひじき粉末を加えれば、小麦粉の物性を改善するとともに、小麦粉の機能特性も改良することができるはずである。今回我々は、市販強力小麦粉とひじき粉末を用いてひじき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. 試料の調整法

市販強力小麦粉（日清製粉㈱、カメリア、水分 14.2 %、粗タンパク質 12.9 %、粗灰分 0.4 %）と長ひじき粉末（水分 9.4 %、粗タンパク質 10.2 %、粗灰分 16.6 %）を用い強力小麦粉の 0.5 %、1.0 %、1.5 % をひじき粉末でおきかえた粉を調製し、それぞれの粉を 3 回ふるいにかけた。そしてこれらをひじき粉末 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

各小麦粉 1.5g を遠心チューブにとり、蒸留水 15ml を加えてから、ガラス棒で 1 分攪拌した。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. 小麦粉生地の多重バイト試験

多重バイト試験法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 2.5g を遠心チューブにとり、蒸留水 5ml を加えてから日本精機製エースホモジナイザー

AM 型で 1000rpm で 10 秒間攪拌した。このペースト状の生地をテンシプレッサーのプレートにのせ、直径 36 mm のプランジャーを用い、クリアランス 0.1 mm、9 mm/sec のバイトスピード、ロードレンジ 10 kg、0.5 mm の振幅で 200 バイトまで圧縮、戻りを測定した。

4. 製パン試験

製パン試験は表 1 のような原料配合で行なった。市販強力粉小麦粉、または、ひじき粉末添加小麦粉に、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 3 回ふるいにかけた。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、焼成を行った。製パンは同じ配合の物を 3 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（密閉容器に入れ 1 日室温で放置した物）の物性を測定するため、厚さ 2 cm 幅に切断後、耳の部分除去して 5.5 cm 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 の圧縮システムを用い、サイクルスピード 2 mm/sec、クリアランス 5 mm、ロードレンジ 10 kg で測定した。またパンの色調はミノルタカラーセンサー MCR-A で測定した。

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

5. 官能検査

焼成直後のパンの色、味、香り、食感（硬さ、弾力性、歯もろさなど）、味、これらの

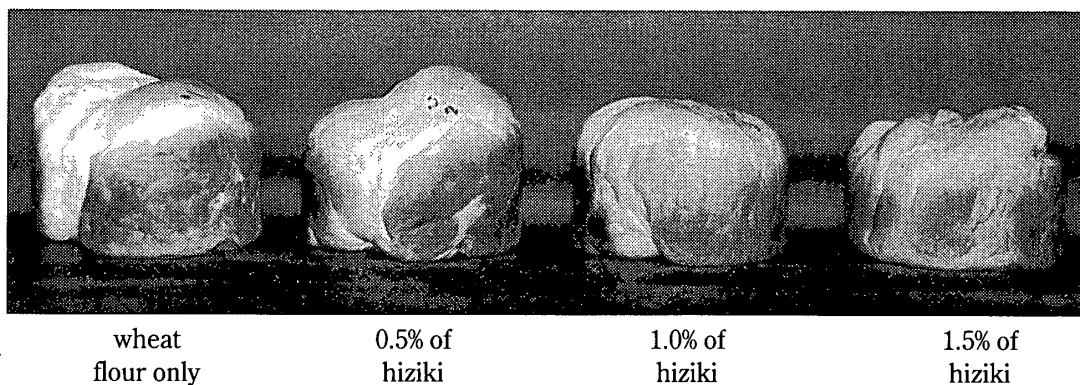


Fig. 1 Bread baked from wheat flour replaced with 0.5 to 1.5% of hiziki

総合評価について、7点評価法（非常に悪い（-3）、かなり悪い（-2）、やや悪い（-1）、ふつう（0）、ややよい（+1）、かなりよい（+2）、非常によい（+3））で嗜好評価を行った。パネルは本学女子学生（19～20歳）18名とした。データの解析は、二元配置による分散分析によった。

実験結果および考察

1. 各小麦粉の水分吸着量

強力小麦粉とひじき粉末添加小麦粉（WFRS）の水分吸着量は、表2のようになった。

ひじき粉末添加小麦粉では、ひじき粉末の添加量が増えるにつれて水分吸着量も増加し

た。またひじき粉末添加量（ X_1 ）と水分吸着量（ Y_1 ）との間には $Y_1 = 13.28X_1 + 100.59$ ($r = 0.982$, 5%の危険率で有意) の回帰式が得られた。

ひじき粉末添加小麦粉の抽出液は多少混濁していて、ひじき粉末から、糖質、ミネラルなど種々の成分が溶出しているように推測された。

2. 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表3のようになった。圧縮に対する応力は、ひじき粉末を添加すると多少増加したが、ひじき粉末の添加量と応力との間には相関はみられなかった。一方附着力は、ひじき粉末の添加量が多くなるにつれ大きく増加し、ひじき粉末

Table 2 Centrifuge absorption of wheat flour

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of hiziki	1.0% of hizik	1.5% of hiziki
Centrifuge absorption (%)	102.1	104.9	114.0	121.2

Table 3 Physical properties of wheat flour

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of hiziki	1.0% of hizik	1.5% of hiziki
Hardness (g)	93.6 (100%)	107.2 (114.5%)	98.4 (105.1%)	97.6 (104.2%)
Adhesiveness (g)	120.8 (100%)	162.4 (134.4%)	183.2 (151.7%)	200 (165.6%)

1.5%添加小麦粉の附着力は、強力小麦粉の附着力の200.0%の値であった。またひじき粉末添加量 (X_1) と、小麦粉生地の附着力 (Y_2) との間には、 $Y_2 = 51.68X_1 + 127.84$ ($\gamma = 0.97G$ 、5%の危険率で有意) の回帰式が得られた。

3. 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1のようになり、各パンの重量とローフボリュームは表4のようになった。ひじき粉末添加パンのローフボリュームはひじき粉末の添加量がふえるにつれ、徐々に低下していった。また、ひじき粉末添加量 (X_1) とローフボリューム (Y_3) との間には、 $Y_3 = -136.6X_1 + 1162.2$ ($\gamma = -0.978$ 、5%の危険率で有意) の回帰式が得られた。

次に各パンの内層の様子が図2に示されているが、ひじき粉末0.5%添加小麦粉を用いたパンの内層は比較的良好であったが、ひじき粉末の添加量がさらに多くなると、パン内層の気泡の体積も小さく、パンのローフボリュームも徐々に低下していった。この理由として①ひじき粉末が生地内の水分を吸収して生地を硬くしたことや、②ひじき粉末中に含まれる食塩がイーストの発酵に影響を与えたこと、③ひじき粉末からとけてたアルギン酸などの粘出物が生地に影響を与えたことなどが考えられる。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5のようになった。

ひじき粉末添加パンの硬さは、ひじき粉末の添加量が多くなるにつれ増加し、ひじき添加

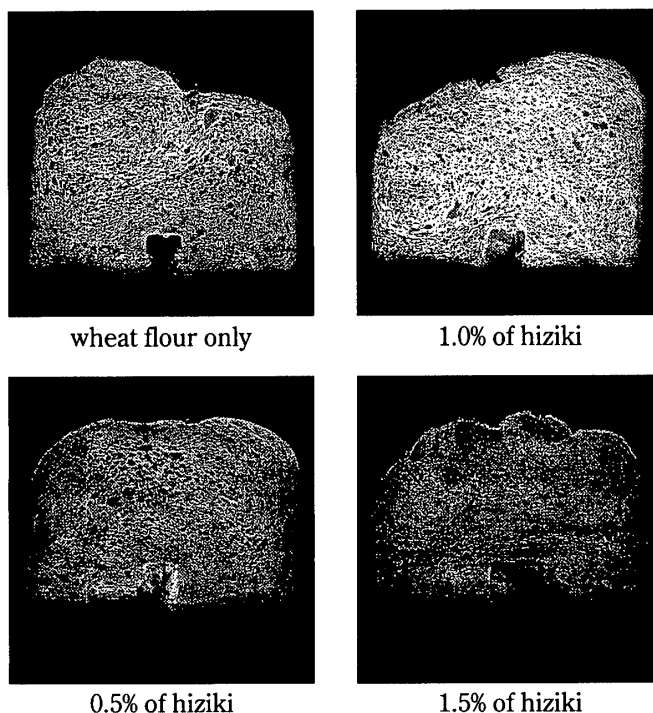


Fig. 2 Vertical cross-sections of bread

Table 4 Loaf volume of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of hiziki	1.0% of hiziki	1.5% of hiziki
Weight of baked bread (g)	292.8 ± 1.0	292.7 ± 0.9	292.3 ± 0.8	294.8 ± 1.0
Loaf volume (ml)	1180 ± 20	1069 ± 17	1022 ± 4	968 ± 3

Table 5 Hardness of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of hiziki	1.0% of hizik	1.5% of hiziki
Hardness (dyne/cm ²)	2.44 ± 0.35	2.92 ± 0.27	3.66 ± 0.45	4.55 ± 0.83
	× 10 ⁵	× 10 ⁵	× 10 ⁵	× 10 ⁵

Table 6 Crumb color of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of hiziki	1.0% of hizik	1.5% of hiziki
L	73.1	66.2 ± 1.1	60.9 ± 2.3	56.1 ± 1.9
a	- 0.6	1.6 ± 0.4	2.9 ± 0.3	4.0 ± 0.3
b	12.7	12.8 ± 1.2	13.6 ± 0.4	14.3 ± 0.5
Color difference value vs. control	-	7.2	12.7	17.7

Table 7 Sensory evaluation of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of hiziki	1.0% of hiziki	1.5% of hiziki
Color	0.9	- 0.2	- 0.1	- 0.4
Flavor	0.5	0.3	0.3	- 0.2
Hardness				
Elasticity	1.2	0.6	0.6	0.6
Brittleness				
Taste	0.6	0.4	0.2	- 0.6
Total evaluation	1.2	0.2	0.4	- 0.6

n = 18

量 (X_1) とパンの硬さ (Y_4) との間には、 $Y_4 = 141.400X_1 + 233200$ ($\gamma = 0.992$, 1%の危険率で有意) の回帰式が得られた。これら各パンの内層の色は表6のようになり、ひじき粉末の添加量が多くなるにつれ、パンの色の明るさ (L値) が減少し、赤色の度合が増加し (a値の+の増加)、黄色の度合も増加 (b値の+の増加) していることを示していた。このような各パンの官能検査結果 (総合評価値) を分散分析したところ、試料間の分散比 F_0 が 10.41 となり、 $F_0 = 10.41 > F(3.50, 0.01) = 4.20$ であるので、総合評価値で4種の

試料間に1%の有意水準で有意差があることがわかった。また各パンの官能検査結果 (色香り、食感、味、総合評価) の各評点の平均値は、表7のようになった。この結果、ひじき粉末0.5%添加小麦粉を用いたパンは、食感、味を含めた総合評価でそれなりの評点を得ており、これを食することで、食物繊維を含めたひじきの各種機能性成分を供給できることになるであろう。

要 約

強力小麦粉の0.5～1.5%をひじき粉末で

おきかえた、ひじき粉末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) ひじき粉末添加小麦粉の水分吸着量は、ひじき粉末添加量が増加するにつれ、増加した。多重バイト試験では、ひじき粉末の添加量が増加しても生地の変形に対する応力はほとんど変化しなかったが、附着力は徐々に増加し、ひじき粉末添加量との間には正の相関がみられた。
- (2) 各小麦粉を用いた製パン試験では、ひじき粉末の添加量が増加するにつれパンのローフボリュームが低下し、内層の気泡も小さく、かたいパンになった。各小麦粉のひじき添加量と各パンのローフボリュームとの間には負の相関がみられた。
- (3) 各パンの官能検査の結果、各パンの総合評価値には、4種の試料間で有意差があるが、ひじき粉末0.5%添加小麦粉を用いたパンは、食感、味でそれなりの評価を得ていた。

文 献

- 1) 筒井知己, 金井節子: 聖徳栄養短大紀要 **28**, 1 (1997)
- 2) 筒井知己, 金井節子: 聖徳栄養短大紀要 **31**, 1 (2000)
- 3) 辻 啓介, 他: 栄養誌, **26**, 113 (1968)
- 4) HESP, R. and RAMSBOTTOM, B.: Nature, **208**, 1341 (1965)
- 5) SUTTON, A.: Nature, **216**, 1005 (1967)
- 6) 辻 啓介: 家政誌, **39**, 187 (1988)
- 7) YAMAMOTO, I. and MARUYAMA, H.: Cancer Letters **26**, 241 (1985)
- 8) YAMAMOTO, I. and MARUYAMA, H.: Cancer Letters **26**, 241 (1985)
- 9) 中沢正三: Chemotherapy **24**, 443 (1978)
- 10) 加藤郁之進, 酒井 武, 佐川裕章: ジャパンフードサイエンス, **39**, 43 (2000)
- 11) 西沢一俊, 村井幸子: 海藻の本, p215, 研成社 (東京), (1988)