

## ニンジン, ゴボウ, シメジ, ワカメの 調理加工による食物繊維の変化<sup>1)</sup>

小林 祐子

藤女子短期大学 家政科 調理学研究室

知地 英征

藤女子短期大学 家政科 食品機能学研究室

近藤 敬治

北海道大学 農学部 皮革製造学研究室

### ABSTRACT

Studies on dietary fiber of vegetables. Part II. Effects of processing on dietary fiber in some vegetables. YŪKO KOBAYASHI (Laboratory of Cookery, Department of Home Economics, Fuji Women's College, Sapporo, Hokkaidō 001), HIDEYUKI CHIJI (Laboratory of Applied Food Chemistry, Department of Home Economics, Fuji Women's College, Sapporo, Hokkaidō 001) and KEIJI KONDO (Laboratory of Leather Science and Technology, Faculty of Agriculture, Hokkaidō University, Sapporo, Hokkaidō 001).

An investigation was undertaken to determine the total dietary fiber (TDF) and the setting volume in water (SV) of vegetables. The following vegetables were used: carrot, edible burdock root or "gobō" (*Arctium lappa*), Japanese edible mushroom or "shimeji" (*Lyophyllum aggregatum*), and seaweed or "wakame" (*Undaria pinnatifida*) after frying and boiling. Both the SV and the TDF changed in all samples by cooking. However, there was no apparent correlation between the TDF and the SV.

Scanning electron microscopy was used to examine the microstructure of the dietary fiber in cooked and uncooked carrot. Many wrinkles were observed on the exterior surface of the dietary fiber in the uncooked sample, and the surface of the fiber of the cooked sample was smooth.

Specific volume (the ratio of volume to weight) of bread loaves was investigated on the 1% blends of each vegetable lyophilized. Loaves produced from raw shimeji blends were lower in specific volume. The blends of vegetables except for raw shimeji were acceptable for baking of bread.

Note: Part I of this series was published in 1990 by GOTŌ (now KOBAYASHI) and CHIJI: Bull. Fuji Women's College, (28), II: 1-5.

---

1) 植物性食品の食物繊維に関する研究 第2報

## 緒 言

野菜、きのこ類、海藻などの植物性食品は食物繊維の良い供給源である。これらの植物性食品は、調理加工してから摂取することが多い。前報<sup>1)</sup>で、著者らは、アスパラガスを加熱調理した時の食物繊維含有量と物理的性質の変化について報告した。今回は日本人が比較的多く摂取している野菜類、きのこ類、海藻類の中から、ニンジン、ゴボウ、シメジ、ワカメについて、調理による総食物繊維含有量 (TDF) 及び水中沈定体積 (SV) の変化を調べた。さらに、ニンジンの生及び調理加工後の試料を用い、調理加工による食物繊維の物理構造の変化を走査型電子顕微鏡で観察した。

最近、いろいろな野菜を加工食品に加えた食物繊維強化食品が市販されている。本研究では、食物繊維強化を目的とした時の、食パンに対する上記の植物性食品の適性を調べるために、材料の小麦粉に各植物性食品を添加して食パンを製造し、膨化性と風味から、それぞれの植物性食品の利用性を検討した。

## 実験方法

### 1. 試料の調製

試料には、野菜類からニンジン、ゴボウ、きのこ類からシメジ、海藻類からワカメを用い、次のような前処理の後、炒めとゆでの調理加工を行った。

ニンジン：皮をむき、5 mm 厚さの半月切りにした。

ゴボウ：土を洗い、5 mm 厚さの輪切りにした。

シメジ：一口大にほぐした。

ワカメ：重量の 10 倍の水で 15 分間戻した。

加熱時間は Table 1 に示した通りとし、炒めは 10 % のサラダ油を、ゆでは重量の 10 倍の沸騰水を用いた。

Table 1 Cooking time of vegetables.

Foods	Time (min.)	
	Fried	Boiled
Carrot	2.5	5
Edible burdock	3	4
Shimeji	2	3
Wakame	1.5	2

なお、前報<sup>1)</sup>では、アスパラガスの調理方法として炒めとゆで以外に蒸しと電子レンジ加熱を行ったが、総食物繊維量も水中沈定体積も共に、調理方法の間にほとんど差がなかった。そこで、今回は、これらの調理方法の中から家庭で最も良く行われるゆでについてだけ試験を行った。

### 2. 総食物繊維量と水中沈定体積の測定

前報<sup>1)</sup>と同様に、総食物繊維量は AOAC 公定法<sup>2)</sup> (酵素重量法) で乾燥物中の含有量を定量し、新鮮重量あたりの含有量に換算した。水中沈定体積は Takeda ら<sup>3)</sup> の方法に従って測定した。

### 3. 走査型電子顕微鏡による観察

SV 測定に用いたニンジンの生及び炒めた試料をイオン蒸着法によって金でコーティングした。これを、走査型電子顕微鏡 (JSM-T20) を用い、2000 倍で形態を観察した。

### 4. 食パンの製造

食パン製造の材料は Table 2 に示した。強力粉に植物性食品の凍結乾燥粉末試料 (0.5 mm のふるいを通したもの) を 1% 添加して、膨化性を比較した。

食パン製造において、製品を均一にするために、混ねつ (捏) から一次発酵までの操作には L-ニーダー (大正電機製 KN-1000) を使用した。

Table 2. Composition of bread.

Wheat flour	500 g
Lyophilized vegetables*	5 g
Dry yeast	5 g
Salt	10 g
Sugar	20 g
Butter	20 g
Water (27~30°C)	340 ml

\* See Table 1.

製造方法は Fig. 1 に示した。L-ニーダー容器中に強力粉と植物性食品試料をふるい入れ、塩、砂糖、水を加えて混ねつした。最後に細かく切ったバターを加え、20 分間混ねつを続けた。そのままふたをし、L-ニーダー容器中で 60 分間一次発酵を行った。発酵終了後生地を取り出し、ガス抜きをし、4 分割し、丸くした後、15 分間ベンチタイムをとった。それぞれをめん棒でのぼして成形後、ステンレス製の型に並べ、ラップで覆い、37°C の恒温槽の中で 90 分間二次発酵を行った。発酵終了後ラップをとり、180°C のオーブンで 30 分間焼いた。

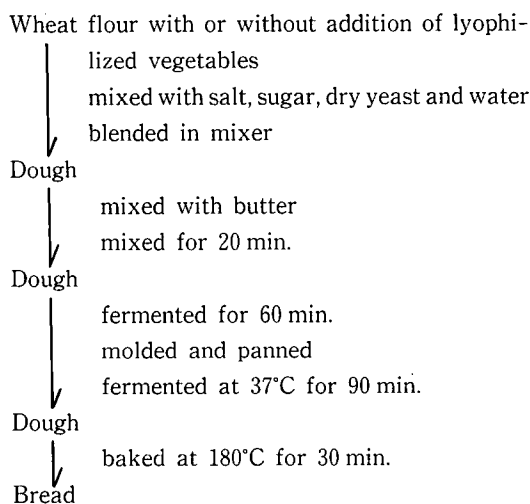


Fig. 1. Baking method of bread.

できあがった食パンを1時間室温で放冷した後、比容積を測定し、品質（膨化性）を評価した。

### 5. 食パンの比容積の測定

アクリル容器に食パンを入れ、空隙部にケシの実を入れて容器を充した。食パンを取り出し、ケシの実の容積を測定し、ケシの実を充して測定したアクリル容器の容積から、先に測定したケシの実の容積を差し引いて食パンの容積を求めた。この値を次の式に代入して比容積を算出した。

$$\text{比容積 (ml/g)} = \frac{\text{食パンの容積 (ml)}}{\text{食パンの重量 (g)}}$$

### 結果と考察

ニンジン、ゴボウ、シメジ、ワカメの生及び調理後の総食物繊維量は Table 3 に示した。ニンジンでは生の2.4%に対して炒めで2.5%、ゆでで2.2%と、ゆでた場合にわずかに減少した。ゴボウは、生6.8%

に対し、炒め9.2%、ゆで6.6%となり、炒めた時に生の1.4倍に増加した。シメジもゴボウと同様の傾向を示し、生3.3%に対して炒めでは約2倍の6.8%に増加した。ゆでは3.3%と、生と同じ値を示した。ワカメは生5.3%に対し、炒め4.4%、ゆで4.1%となり、調理によって減少した。

ニンジン、ゴボウ、シメジ、ワカメの生の総食物繊維量は、前報<sup>1)</sup>で報告した値とはわずかな差があるが、酵素重量法を用いて測定した高橋ら<sup>4)</sup>のニンジン、ゴボウの測定値、Nymanら<sup>5)</sup>のニンジンの測定値とは大きな差はなかった。調理加工後の変化をみると、総食物繊維量に及ぼす調理加工の影響は食品によって違い、一定ではない。野菜類の中のニンジンとゴボウの間でも、調理による影響は異なっていた。吉田ら<sup>6)</sup>、高橋ら<sup>4)</sup>、Nymanら<sup>5)</sup>も、食物繊維量の増減に及ぼす調理の影響は、野菜の種類によって異なることを指摘している。これは、それぞれの食品に含まれている食物繊維の種類や含有比率が異なるためと考えられる。

今回の実験結果では、ゴボウ、シメジを炒めた時に総食物繊維量が増加しているが、これは食物繊維の中の特定成分が増加したためではなく、炒めることによって、食品中でアミノカルボニル反応、自動酸化、重合などの化学変化が起こり、非消化物が新たに生成されたためではないかと考えられる。また、ニンジン、ゴボウ、ワカメの総食物繊維量は、ゆでた時にわずかに減少しているが、加熱による減少と水溶性食物繊維のゆで汁中への溶出によるものではないかと考えられる。高橋ら<sup>4)</sup>もニンジン、ゴボウについて、ゆでた場合の総食物繊維量を酵素重量法を用いて測定しており、同様の結果を得ている。

このような調理加工による総食物繊維の増減は、食物繊維の物理構造の変化にも関連があると考え、食物繊維の物理的性質を示す水中沈定体積について調べた。水中沈定体積 (ml/g) の測定値は、Table

Table 3. Effects of cooking on TDF\* of vegetables.

Foods	Contents (%)			Ratio (B/A)	Ratio (C/A)
	Raw (A)	Fried (B)	Boiled (C)		
Carrot	2.4	2.5	2.2	1.0	0.9
Edible burdock	6.8	9.2	6.6	1.4	1.0
Shimeji	3.3	6.8	3.3	2.1	1.0
Wakame	5.3	4.4	4.1	0.8	0.8

\*TDF: total dietary fiber contents.

Table 4. Effects of cooking on SV\* of vegetables

Foods	SV (ml/g)			Ratio (B/A)	Ratio (C/A)
	Raw (A)	Fried (B)	Boiled (C)		
Carrot	65.0	51.0	53.0	0.78	0.82
Edible burdock	20.0	18.0	27.3	0.90	1.37
Shimeji	10.5	11.5	10.0	1.10	0.95
Wakame	95.0	70.0	100.0	0.74	1.05

\*SV: setting volume in water.

4 に示したように、総食物繊維量と同様、調理加工の影響は、食品によって一定ではなかった。ニンジン  
は生 65.0 (ml/g)、炒め 51.0、ゆで 53.0 を示し、炒めた場合には生の 0.78 倍、ゆでた場合には 0.82 倍と、調理加工によってわずかに低くなったが、調理法による差はほとんどみられなかった。

ゴボウは生 20.0 (ml/g)、炒め 18.0、ゆで 27.3 となり、ゆでた場合に生の 1.37 倍になった。

シメジは生 10.5 (ml/g)、炒め 11.5、ゆで 10.0 となり、調理加工による変化はほとんどみられなかった。

ワカメは生 95.0 (ml/g)、炒め 70.0、ゆで 100.0

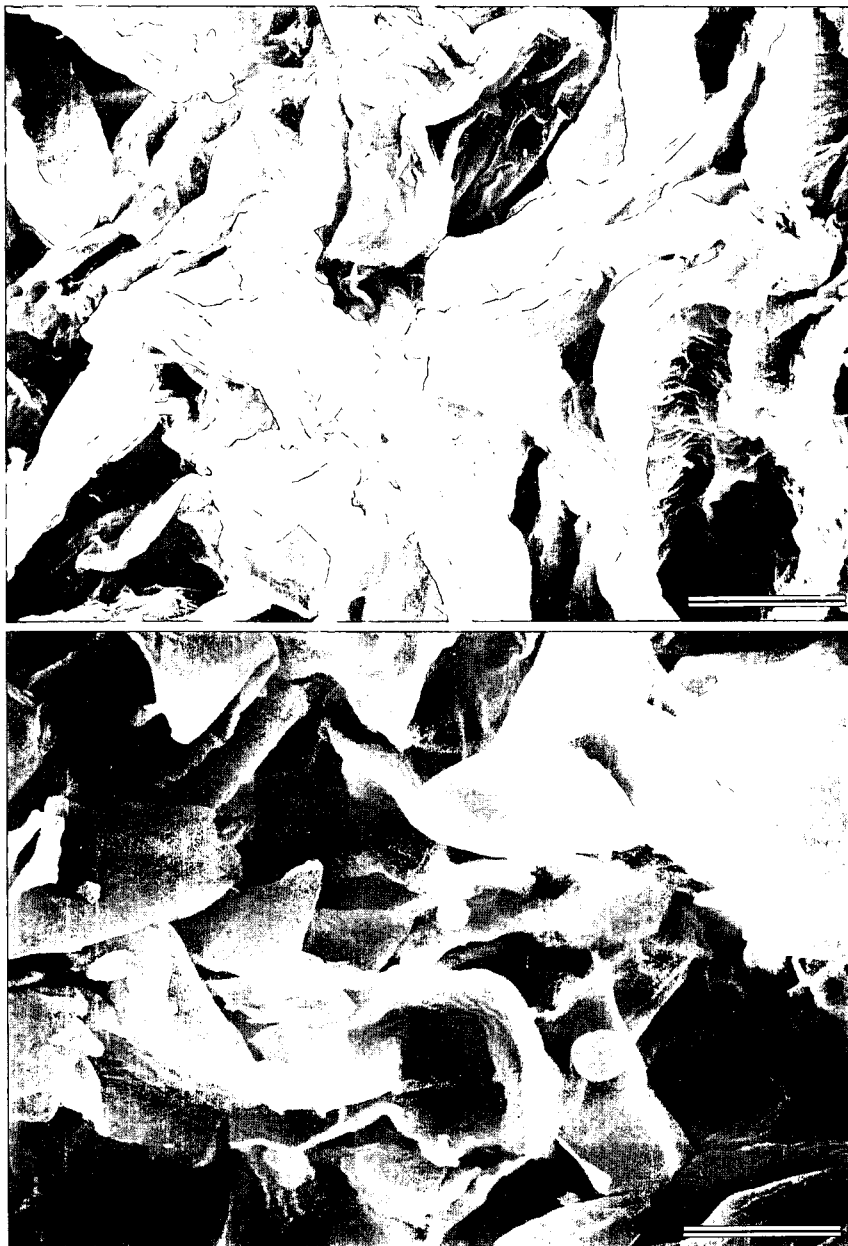
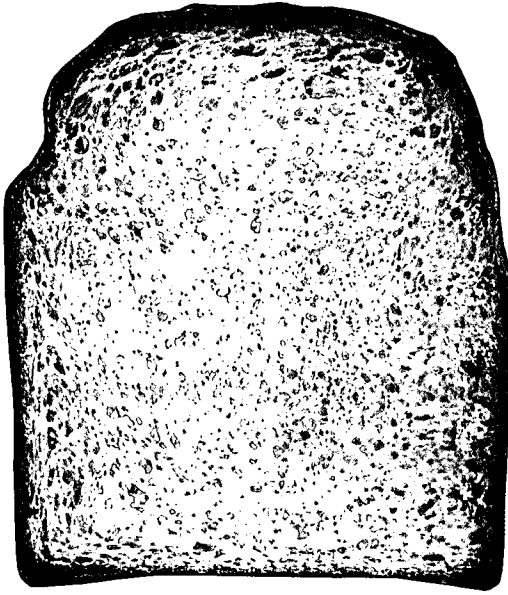
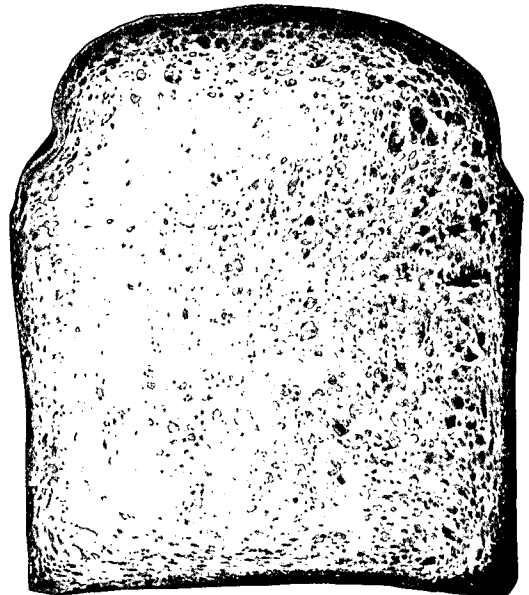


Fig. 2 (top). Scanning electron photomicrograph of dietary fiber in raw carrot (bar=1 $\mu$ m).

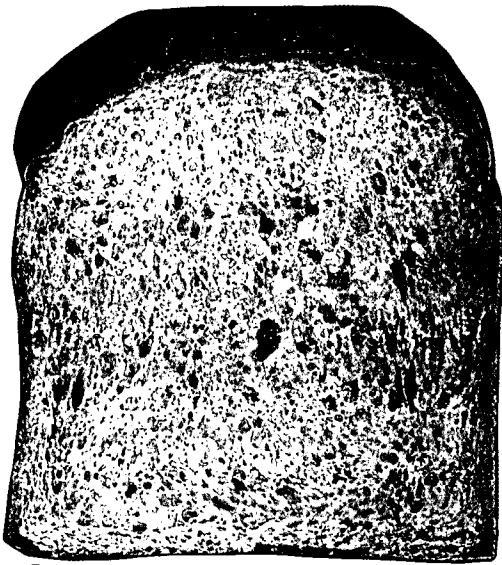
Fig. 3 (bottom). Scanning electron photomicrograph of dietary fiber in fried carrot (bar=1 $\mu$ m).



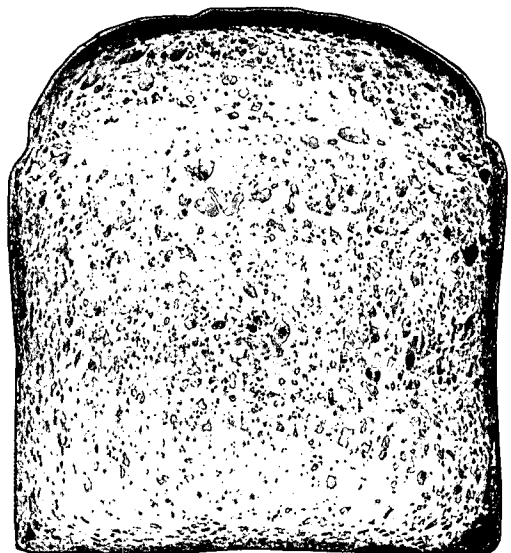
1



2



3

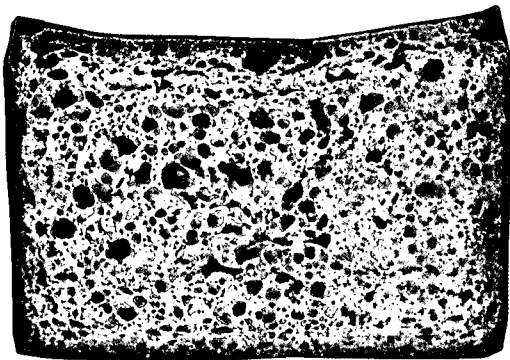


4

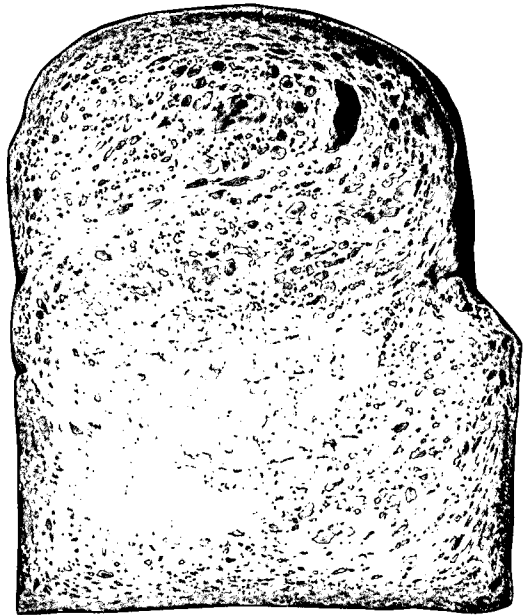
Fig. 4 (on pp. 9-10). Photographs showing cross sections of the breads with four kinds of vegetables: 1) with raw carrot; 2) with boiled carrot; 3) with raw shimeji; 4) with boiled shimeji; 5) with raw edible burdock root; 6) with boiled edible burdock root; 7) with raw wakame; 8) with boiled wakame.

となり、他の食品に比べて高い値を示した。調理加工による変化は、炒めた時には生の0.74倍と低くなったが、ゆでた時にはわずかに高い値になっている。このような調理加工による水中沈定体積の変化も、

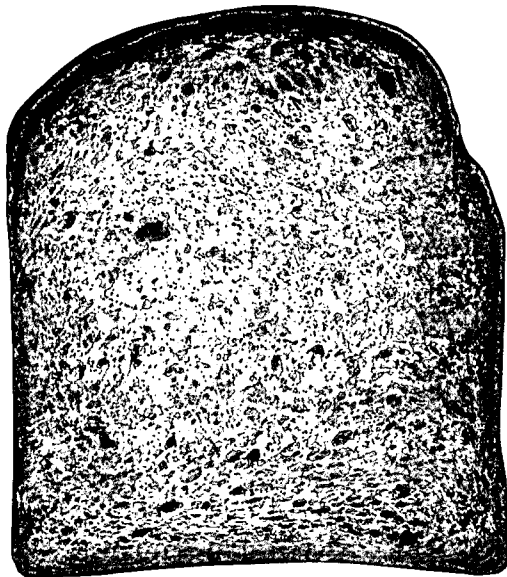
総食物繊維量と同様、その食品に含まれる食物繊維の種類によって影響を受けるものと思われる。今回の実験から、植物性食品は、ニンジン、ワカメのように調理加工によって、食物繊維含有量は変化しな



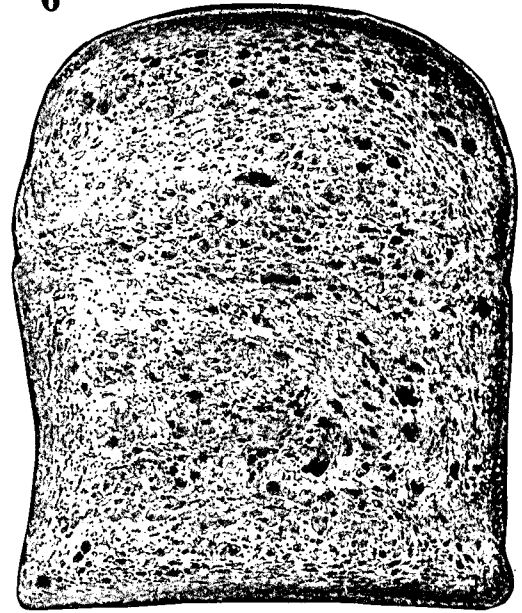
5



6



7



8

いが水中沈定体積が変化するものと、ゴボウ、シメジのように、調理加工によって、水中沈定体積は変化しないが食物繊維含有量が変化するものとの二つのタイプに分けられる可能性が示唆された。

次に、ニンジンの生と炒めた試料を用い、走査型電子顕微鏡で食物繊維の物理構造を比較した。

電子顕微鏡写真を Figs. 2, 3 に示したが、ニンジ

ンの生は細胞壁（主成分は食物繊維）に細かい皺がみられ、複雑な構造となっているが、炒めた試料では皺が少なく、扁平な構造になっている。

ニンジンの水中沈定体積は炒めた場合に減少したが、炒めることによってこのように物理構造が変化するため、皺のすき間に取り込まれる水分量が少なくなり、保水性が低下し、水中沈定体積の減少につ

ながったのではないかと考えられる。

今回、電子顕微鏡による観察はニンジンについてだけ行ったが、食物繊維の構造と物理的性質の関係を知る有効な方法であると考えられるので、今後さらにいろいろな試料について比較検討したいと考えている。

次に、食物繊維の強化を目的として、各植物性食品の生とゆでた試料の凍結乾燥粉末を用い、これらを添加して調製した食パンの膨化性と風味について調べた。比容積 ( $ml/g$ ) は Table 5 に示す通りとなった。生のシメジを添加したものの比容積が 2.91 と低くなったが、それ以外の試料では 3.84~4.29 の値を示し、対照の食パンの比容積 3.74 と比べて高い数値となり、十分に膨化していることがわかった。

Table 5. The ratio of volume to weight of bread.

Added foods		Volume/weight ( $ml/g$ )
Carrot	raw	4.17
	fried	4.29
Edible burdock	raw	4.06
	fried	3.87
Shimeji	raw	2.91
	fried	4.04
Wakame	raw	3.84
	fried	3.97

また、各食パンの断面図を Fig. 4 に示したが、この写真からも、シメジの生を添加した食パンは膨化が悪く、食パン中の気泡も大きくて粗いことがわかった。その他の食パンは良く膨化しており、気泡も緻密で均一であった。このようにシメジの生を添加した場合に膨化が悪くなったのは、シメジに含まれる酵素の作用によって、小麦粉のグルテン形成が阻害されたためではないかと考えられる。ゆでたシメジを添加した場合は、加熱によって酵素が失活したために、このような阻害作用は受けなかったものと思われる。

食味についての試験では、それぞれの食パンに添加した植物性食品の風味が残っていた。生のゴボウ、生とゆでたシメジを添加したものではゴボウ、シメジのにおいが特に強く残っていたが、その他のものは食パンとして十分おいしく食べることができた。

また、ゆでた試料を添加したものは、いずれも生のまま添加した時よりも特有のにおいは弱くなっていた。

これらの結果から、今回添加した試料の中では、生とゆでたニンジン、ゆでたゴボウ、生とゆでたワカメは、食パンの食物繊維強化のための添加材料として利用可能であった。また、加熱した時には、独特のにおいや酵素作用を抑えることができるため、加熱しても食品の性状が変わらない食品の場合は、加熱してから加えることが望ましいと考えられる。

加工食品への利用には、さらに広い分野での研究が期待されるが、植物性食品には食物繊維を多量に含むものが多く、食品に対して適切に利用することは、食物繊維強化に有効であると思われる。

## 要 約

1. ニンジン、ゴボウ、シメジ、ワカメについて、炒め及びゆでの調理加工操作を行い、総食物繊維量 (%) の変化を調べた。測定値は、ニンジン生 2.4、炒め 2.5、ゆで 2.2、ゴボウ生 6.8、炒め 9.2、ゆで 6.6、シメジ生 3.3、炒め 6.8、ゆで 6.6、ワカメ生 5.3、炒め 4.4、ゆで 4.1 となった。
2. 上記の試料について水中沈定体積 ( $ml/g$ ) を測定した。ニンジン生 65.0、炒め 51.0、ゆで 53.0、ゴボウ生 20.0、炒め 18.0、ゆで 27.3、シメジ生 10.5、炒め 11.5、ゆで 10.0、ワカメ生 95.0、炒め 70.0、ゆで 100.0 となった。
3. ニンジンの生と炒めた試料について、走査型電子顕微鏡を用いて物理構造を比較したところ、生の場合は、微細な皺が多く、立体的であったのに対し、炒めた場合は皺が少なかった。
4. 各植物性食品の生とゆでた試料を添加して食パンを調製し、比容積 ( $ml/g$ ) を測定した。シメジの生を添加したものは、2.91 と著しく低く、膨化が悪かったが、その他は、3.84~4.29 の高い値となり、十分に膨化した。

なお、この研究の一部は平成 2 年度秋山生命科学振興財団の奨励助成金によって行われたものであることを付記し、財団に対して感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 後藤祐子・知地英征：藤女子大学・藤女子短期大学紀要，(28)，II，1-5 (1990)。

- 2) J. Assoc. Off. Anal. Chem., 68, 399 (1985).
- 3) Takeda, H. and Kiriyama, S.: J. Nutr., 109, 388-396 (1979).
- 4) 高橋リエ・小川晴子・佐藤英子・森 文平：栄養学雑誌, 47, 189-197 (1989).
- 5) Nyman, M. and Asp, N. G.: Lebensm. Wiss. Technol., 20, 29-36 (1987).
- 6) 吉田 琴・斎藤洋子：家政学雑誌, 36, 721-725 (1985).

#### 校正に追加：

最近の新聞紙上で商品名の問題がとり上げられ、シメジの商品名にも触れられていた（朝日新聞、北海道新聞他；平成3年12月11日付朝刊）。これらによると、市販のシメジはブナシメジ (*Hypsizigus marmoreus*)、またはヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*) のどちらかと考えられる。今回の実験に用いた試料も市販品の栽培シメジであった。