

## わかめ乾製品の添加が製パン性に及ぼす影響について

相良剛史<sup>1\*</sup>、森口裕子<sup>1</sup>、吉田茉夕<sup>1</sup>、原田 香<sup>1</sup>、西堀尚良<sup>2</sup>、橋本多美子<sup>3</sup>  
(令和4年2月22日受理)

<sup>1</sup>尚絅大学短期大学部食物栄養学科, <sup>2</sup>四国大学短期大学部人間健康科,  
<sup>3</sup>神戸女子大学家政学部管理栄養士養成課程

The effect of addition of dry wakame seaweed on bread quality

Takefumi Sagara<sup>1\*</sup>, Yuko Moriguchi<sup>1</sup>, Mayu Yoshida<sup>1</sup>, Kaori Harata<sup>1</sup>,  
Naoyoshi Nishibori<sup>2</sup> and Tamiko Hashimoto<sup>3</sup>

### Summary

Most of the wakame stalks and sporophylls are discarded, so it is expected to make effective use of them. In this paper, we studied the effects of dried leaf, stalk and sporophyll on bread quality when used as an additive. Bread was produced by substituting 5% of the weight of wheat flour with dry wakame powder, and the quality of the bread was evaluated by physical property measurement and sensory evaluation. The specific loaf volume was in the following order: additive-free > sporophyll > leaf > stalk. The hardness and sensory evaluation of the bread could be certainly improved by addition of sporophyll powder compared with leaf powder or stalk powder.

**Key words** : Bread properties; *Undaria pinnatifida*; wakame; stalk; sporophyll; unused part; process food

**要旨** : 本研究では、わかめ藻体中において廃棄割合が高い部位である茎わかめおよびめかぶの有効利用に資するため、わかめ乾製品の添加が製パン性に及ぼす影響を調べた。即ち、パン製造に用いる小麦粉重量の5%をわかめ、茎わかめまたはめかぶ乾製品粉末に置換したパンを製造し、物性測定や官能評価などによってパンの品質評価を行った。比容積は無添加>めかぶ粉末添加>葉わかめ粉末添加>茎わかめ粉末添加パンの順となり、かたさや官能評価も、めかぶ乾製品を添加したパンが無添加に次いで良好な結果を得ていた。以上のことから、製パン原料にわかめ乾製品を用いる際には、めかぶ乾製品粉末を使用することが最も効果的であるものと思われた。

**キーワード** : 製パン性; *Undaria pinnatifida*; ワカメ; 茎ワカメ; メカブ; 未利用部位; 加工食品

---

\*連絡責任者・別掲請求先 (Corresponding author, E-mail ; t\_sagara@shokei-gakuen.ac.jp)  
尚絅大学短期大学部食物栄養学科 (862-8678 熊本市中央区九品寺2丁目6-78)  
Shokei University, Junior College, Kuhonji Kumamoto 862-8678, Japan

## 緒言

ワカメ (*Undaria pinnatifida*) は、褐藻綱コンブ目チガイソ科の海藻であり、わが国では三陸や徳島県などを中心に養殖による生産が盛んに行われてきた。しかしながら、1970年代後半頃から中国産や韓国産の安価なわかめ加工品が輸入されるようになり、1974年に約17万トンであった国内のわかめ生産量は、2018年には約5万トンにまで減少し、わかめの国内自給率は25%を下回るようになった<sup>1)</sup>。わかめは商品化に際して、芯抜きなどの手間を要する作業が必要となるが、この工程において取り除かれる中芯(茎わかめ)は単価が低いため、そのほとんどが廃棄物として処理されている。また、めかぶに関しても、その加工には煩雑な作業が必要となることから、そのほとんどが廃棄されているが<sup>2)4)</sup>、1980年のロンドン・ダンピング条約批准により、安価な海洋投棄による処理ができなくなり、その処理費用の過重負担もわかめ生産者の収益を減少させる要因となっている<sup>3)</sup>。そこで、それらの廃棄部位に有用性を見出すことにより市場価値を高めようとする取り組みが主に国内の研究グループによって行われてきたが、未だ解決には至っていない<sup>6)7)</sup>。

海藻に含まれる有用成分を効率よく摂取することを目的に、海藻を添加したパンを製造する取り組みが複数の研究者によりなされている。筒井ら<sup>8)</sup>は根こんぶ粉末を添加した食パンの製造を試みており、小麦粉の0.5%を根こんぶ粉末に置換しても硬さ、付着性および比容積に与える影響は少なく、官能評価においてもそれなりの結果を得ているため、根こんぶの有効利用が期待できると論じている。また、山内ら<sup>9)</sup>はアナアオサ添加パンにおいて、添加率の高いパンほど抗酸化性が高くなるが、製パン性が低くなるため、嗜好性を考慮すると1%の添加が現実的であるとの結論を得ている。しかしながら、わかめを添加したパンの製パン性に関する報告はこれまでにない。

そこで本研究では、利用価値の低い茎わかめおよびめかぶの有効利用に資するため、わかめ乾製品の粉末添加が製パン性に及ぼす影響について検

討を加えた。

## 実験方法

### 1 試料

#### (1) わかめ

わかめ乾製品は三重県の業者から購入した葉わかめ乾製品、茎わかめ乾製品およびめかぶ乾製品を使用した。これらは全て原材料名に湯通し塩蔵わかめと記載された製品であった。わかめ乾製品をそれぞれハイスピードミル HS-20 (ラボネクト製)で粉碎後、100 μm 孔のメッシュを通過させた葉わかめ乾製品粉末、茎わかめ乾製品粉末およびめかぶ乾製品粉末を製パンに用いる材料として使用した。

#### (2) パン材料

強力粉は熊本製粉製(クラウン、たんぱく質12.2%、脂質1.5%、炭水化物71.5%)、脱脂粉乳は雪印メグミルク製(北海道スキムミルク)、無塩マーガリンは不二製油製(グリザードAR200)、砂糖は大日本明治精糖製(上白糖)、ドライイーストは日清製粉製(スーパーカメリア)、食塩は塩事業センター製を用いた。

### 2 製パン性の検討

#### (1) わかめ乾製品添加パンの製造

パン製造に用いる小麦粉重量の5%をわかめ乾製品粉末に置換したパンを製造した。パン生地の調製は、ホームベーカリー YBA-560 (YAMAZEN社製)のパン生地メニュー(メニュー⑩)で行い、材料の配合割合はホームベーカリーに付属する取扱説明書の配合例を参考に予備実験を行ったうえで決定した(Table 1)。即ち、パンケースに強力粉228 g、葉わかめ乾製品粉末、茎わかめ乾製品粉末、またはめかぶ乾製品粉末12 g、スキムミルク10 g、無塩マーガリン20 g、上白糖20 g、食塩1 g、ドライイースト3 gの順に添加した後に粉を攪拌し、水を160 mL加えると同時に混捏を開始した。わかめ乾製品を添加しないコントロール(無添加パ

Table 1 Formulations of control and Undaria powder substitution bread

		(g)			
Ingredients		Control	Leaf	Stalk	Sporophyll
Hard wheat flour		240	228	228	228
Water		160	160	160	160
Undaria powder	Leaf	-	12	-	-
	Stalk	-	-	12	-
	Sporophyll	-	-	-	12
Skim milk powder		10	10	10	10
Oil		20	20	20	20
Sugar		20	20	20	20
Salt		4	1	1	1
Dry yeast		3	3	3	3

ン)の生地製造では、強力粉重量を240gとし、わかめ乾製品12gに含まれている塩分が3g程度であることを考慮して、食塩添加量を4gとした。ホームベーカリーのパン生地メニュー終了後、直ちに生地を取り出し、スクレーパーを用いて生地を40.0gに分割して球状に成型後、アルタイト製の天板に並べ、温度40°C、湿度80%に保ったホイロFEP769616A(FUJIMAK社製)で40分間最終発酵を行った。次いで、デッキオーブンNE22T-FPC(FUJIMAK社製)を上火5下火5で210°Cに調整し、12分間焼成した後室温で2時間放冷した。その後、ポリエチレン製の袋に密閉して、20°Cで24時間保存した後に、比容積、色度および物性を測定するとともにボランティアによる官能評価を行った。

## (2) 比容積の測定

パンの比容積は菜種置換法<sup>10)</sup>で求めた。まず、それぞれのパンの重量を測定した。次いで、菜種を満たした容器から菜種を一旦取り出し、容器にパンを入れて隙間を菜種で満たしたうえで、入りきらなかった菜種の体積をメスシリンダーで測定し、パンの体積とした。得られたパンの体積(mL)をパンの重量(g)で除して比容積を求めた。

## (3) 色度測定<sup>11)-14)</sup>

色彩色差計CR-300(ミノルタ社製)を用いて、パン上面の外相(crust)と内面の内相(crumb)のL\*値、a\*値およびb\*値を測定した。即ち、外相の任意の3点の色彩を測定後、電動ブレード&マルチナイフEK700(BLACK&DECKER社製)を用いてパンを縦方向に切断後、両側の切断面の中心付近の各2点の色度を測定し、無添加パンを基準とした色差 $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ を求めた。色度は内相と外相を区別して、無添加パン、葉わかめ乾製品粉末添加パン(葉わかめ粉末添加パン)、茎わかめ乾製品粉末添加パン(茎わかめ粉末添加パン)およびめかぶ乾製品粉末添加パン(めかぶ粉末添加パン)の間でのL\*値、a\*値およびb\*値の有意差を求めた。また、色差も内外を区別して、無添加パンを基準とした値の有意差を求めた。

## (4) 物性測定<sup>9)11)</sup>

2. 製パン性の検討 (3) 色彩測定に用いたパンをスライサーE16(ritter社製)を用いて、切断面からの厚さが20mmになるように切り取り、物性測定試験に供した。物性は卓上物性測定器TPU(YAMADEN社製)を用いてかたさ(荷重)および凝集性を測定した。測定条件は、ロードセル荷重2×10N、測定速度5.0mm/sec、歪み率(最大歪み率)50%とし、プランジャーは円柱形(直径8mm×高さ22mm)のNo.6を使用して測定した。

## (5) 官能評価<sup>11)15)</sup>

無添加パン、葉わかめ粉末添加パン、茎わかめ粉末添加パンおよびめかぶ粉末添加パンの4種類のパンを用い、電動ブレード&マルチナイフEK700 (BLACK&DECKER社製)を用いてパンを8等分したものを嗜好型の官能評価に供した。官能評価は、自由意思による協力が得られたS大学短期大学部の学生17名(19.3±1.5歳)を被験者とし、事前に研究の趣旨と試験内容を説明して同意を得たうえで実施した。官能評価は採点法により行い、採点尺度は5点法(-2~2)により評価した。評価項目は7項目とした。7項目の内容は、外観(-2:悪い↔2:良い)、色相(-2:悪い↔2:良い)、香り(-2:悪い↔2:良い)、しっとり感(-2:弱い↔2:強い)、もちもち感(-2:弱い↔2:強い)、味(-2:悪い↔2:良い)、総合評価(-2:悪い↔2:良い)とした。

## (6) 統計処理

統計処理が可能な測定値については、その基本統計量を求め、平均値±標準偏差値で表示した。各測定値間の有意差検定は、一元配置分散分析後、多重比較法のTukey-Kramerを用いて行い、統計的有意水準は5%( $p<0.05$ )とした。

## 実験結果

### 1 比容積

比容積が最も大きかったのは無添加パンの4.49であり、次いでめかぶ粉末添加パンの3.72、葉わかめ粉末添加パンの3.48の順となり、茎わかめ粉末添加パンでは2.94と最も小さくなった。葉わかめ粉末添加パンとめかぶ粉末添加パンの間に有意差はみられなかったが、その他の全ての群間の差は有意であった(Fig. 1)。

### 2 色度

パンの内相(crumb)および外相(crust)におけるL\*値、a\*値およびb\*値の測定結果をTable 2示す。内相のL\*値は茎わかめ粉末添加パンとめか

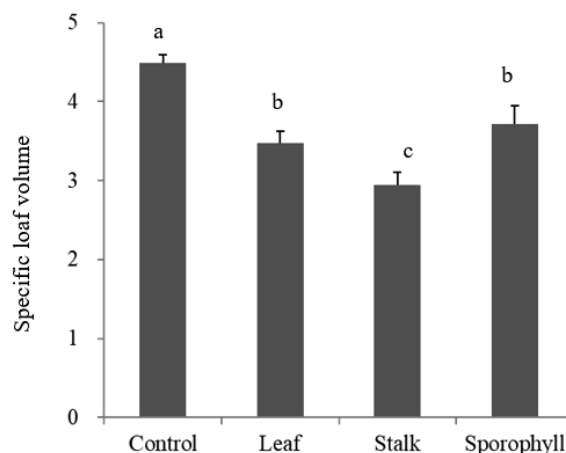


Fig. 1 Specific loaf volume

Bar graphs show mean±standard deviation of specific loaf volume. The statistical analyses were carried out using a one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's post hoc test. Values under the deferent letter represent a significant difference ( $p<0.05$ ). n=5.

ぶ粉末添加パンの間で有意水準を上回り、外相においては無添加パンと茎わかめ粉末添加パンおよび葉わかめ粉末添加パンとめかぶ粉末添加パンの間で有意差が見出せなかったが、その他の群間においては、 $p<0.05$ の差が表れた。a\*値は全ての群間で、 $p<0.05$ の有意差を生じたが、b\*値では内相および外相ともに、無添加パンと茎わかめ粉末添加パンおよび葉わかめ粉末添加パンとめかぶ粉末添加パンの間で、有意差( $p<0.05$ )を見出せなかった。各相の無添加パンと比較した $\Delta E$ 値は、内相ではめかぶ粉末添加パンが最も小さく、外相では茎わかめ粉末添加パンが最も小さな値となったが、外相の茎わかめ粉末添加パンとめかぶ粉末添加パンとの差は僅かであった。

### 3 物性

物性測定装置を用いて測定したパンのかたさおよび凝集性の測定値をFig. 2に示す。かたさの平均値は無添加くめかぶ添加く葉わかめ添加く茎わかめ粉末添加パンの順に大きな値となり、無添加パンと葉わかめおよび茎わかめ粉末添加パンとの間に有意差( $p<0.05$ )がみられた。また、茎わかめ粉末添加パンとめかぶ粉末添加パンの間にも有意差がみられたが、その他の群間の差は有意ではな

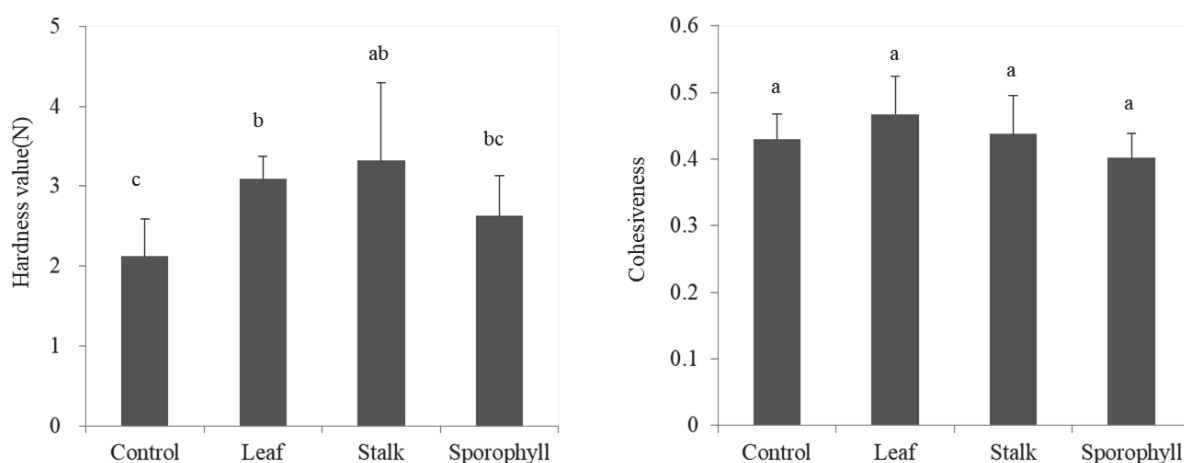
かった。凝集性の平均値は、めかぶ添加<無添加  
<茎わかめ添加<葉わかめ粉末添加パンの順とな

ったが、全ての群間において、有意差はみられな  
かった。

**Table 2 Differences in characteristics of color (L\*, a\* and b\* values)**

Sample	Hunter value			ΔE	
	L*	a*	b*		
Crumb	Control	70.61 ± 1.33 <sup>a</sup>	-3.79 ± 0.11 <sup>a</sup>	10.48 ± 0.71 <sup>c</sup>	Standard(Std1)
	Leaf	57.22 ± 1.58 <sup>c</sup>	-6.35 ± 0.21 <sup>c</sup>	17.57 ± 0.61 <sup>b</sup>	15.37
	Stalk	65.27 ± 1.32 <sup>b</sup>	-6.52 ± 0.17 <sup>d</sup>	19.87 ± 0.79 <sup>a</sup>	11.14
	Sporophyll	64.90 ± 1.31 <sup>b</sup>	-4.66 ± 0.12 <sup>b</sup>	17.46 ± 0.73 <sup>b</sup>	9.06
Crust	Control	62.33 ± 2.72 <sup>a</sup>	9.16 ± 1.55 <sup>a</sup>	24.92 ± 1.70 <sup>a</sup>	Standard(Std2)
	Leaf	57.45 ± 1.93 <sup>b</sup>	1.01 ± 0.97 <sup>d</sup>	19.19 ± 0.84 <sup>c</sup>	11.09
	Stalk	63.71 ± 2.88 <sup>a</sup>	2.79 ± 1.77 <sup>c</sup>	23.78 ± 1.02 <sup>a</sup>	6.62
	Sporophyll	57.72 ± 3.23 <sup>b</sup>	7.17 ± 1.00 <sup>b</sup>	20.30 ± 1.87 <sup>b</sup>	6.82

Data were presented as the mean of the value (n=15), and ± indicate standard deviation. The statistical analyses were carried out using a one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's post hoc test. Values followed by the same letter in the same lane are not significantly different at 95% confidence level n=15.



**Fig.2 Physical properties of the bread with wakame seaweed. The physical properties hardness(left) and cohesiveness(right) of the breads were measured using a creep meter with these pieces of the breads. Data are presented as averages of measured values from three independent breads. Error bars indicate standard deviation. The statistical analyses were carried out using a one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's post hoc test. Values under the same letter (a, b, c) are not significantly different at 95% confidence level. n=10**



Table 3 Sensory evaluation of the bread with wakame seaweed

	Control	Leaf	Stalk	Sporophyll
Appearance	1.82 ± 0.38 <sup>a</sup>	1.29 ± 0.67 <sup>ab</sup>	1.12 ± 0.76 <sup>b</sup>	1.00 ± 0.84 <sup>b</sup>
Color	1.59 ± 0.49 <sup>a</sup>	1.29 ± 0.57 <sup>ab</sup>	0.88 ± 0.32 <sup>b</sup>	1.00 ± 0.59 <sup>b</sup>
Flavor	1.24 ± 0.88 <sup>a</sup>	0.94 ± 0.94 <sup>a</sup>	0.65 ± 0.76 <sup>a</sup>	0.71 ± 0.67 <sup>a</sup>
Moist feeling	0.71 ± 0.82 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.57 <sup>a</sup>	0.76 ± 0.88 <sup>a</sup>	0.88 ± 0.68 <sup>a</sup>
Chewy texture	0.24 ± 0.73 <sup>a</sup>	0.35 ± 0.48 <sup>a</sup>	0.59 ± 0.77 <sup>a</sup>	0.88 ± 0.83 <sup>a</sup>
Taste	1.24 ± 0.81 <sup>a</sup>	0.53 ± 0.78 <sup>ab</sup>	0.47 ± 0.78 <sup>b</sup>	0.53 ± 0.78 <sup>ab</sup>
Total Evaluation	1.35 ± 0.68 <sup>a</sup>	0.71 ± 0.57 <sup>b</sup>	0.76 ± 0.73 <sup>ab</sup>	0.88 ± 0.68 <sup>ab</sup>

They gave the evaluation scores as follows: -2 (bad), -1 (slightly bad), 0 (neither), +1 (slightly good) and +2 (good) for attributes of appearance, color, fragrance, taste and total evaluation, -2 (weak), -1 (slightly weak), 0 (neither), +1 (slightly strong) and +2 (strong) for moist feeling, chewy texture, Data were presented as the mean of the evaluation scores (n = 17), and ± indicate standard deviation. The statistical analyses were carried out using a one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's post hoc test. Values followed by the same letter in the same lane are not significantly different at 95% confidence level. n=17.

#### 4 官能評価

各種わかめ乾製品を添加したパンの官能評価結果を Table 3 に示す。外観は無添加パンの評価が最も高く、葉わかめ粉末添加パン、茎わかめ粉末添加パン、めかぶ粉末添加パンの順となったが、無添加パンと葉わかめ粉末添加パンの間で有意差はなく、各種わかめ乾製品添加パンの間にも有意差はみられなかった ( $p>0.05$ )。色調は無添加>葉わかめ添加>めかぶ添加>茎わかめ粉末添加パンの順となったが、有意差に関しては外観と同様の結果となった。味は無添加>めかぶ添加=葉わかめ添加>茎わかめ粉末添加パンの順となり、めかぶ粉末添加パンおよび葉わかめ粉末添加パンと無添加パンの間に有意差は現れなかった。総合評価は、無添加>めかぶ添加>茎わかめ添加>葉わかめ粉末添加パンの順となり、めかぶ粉末添加パンおよび茎わかめ粉末添加パンと無添加パンの間に有意差はみられなかったが、無添加パンに比べると葉

わかめ粉末添加パンは有意に低い評価となった。

#### 考察

わかめ乾製品を添加したパンの製パン性の検討において、比容積は無添加パンを除くと、めかぶ粉末添加パンで最も大きく茎わかめ粉末添加パンで最も小さな値となり、かたさは比容積の小さい順に大きな値を示していた。筒井ら<sup>8)</sup>の研究成果は、海藻の添加がパンの比容積を低下させ、硬さを増加させることを示唆しているが、今回の実験結果から、めかぶの添加は葉わかめや茎わかめを添加した時よりもその影響が少なく、無添加パンに近い物性を保てることが明らかとなった。山内ら<sup>9)</sup>は海藻の水分吸着と含有成分量がパンの比容積およびかたさに影響を及ぼすことを考察している。本研究においても、灰分量の最も多かった茎

わかめ乾製品を添加したパンにおいて、比容積が最も小さくなり、かたさは最も大きな値を示していたが、めかぶ乾製品は葉わかめ乾製品よりも多い灰分量であったにもかかわらず、めかぶ粉末添加パンは葉わかめ粉末添加パンよりも比容積が大きく、かたさは小さな値を示していた。葉わかめとめかぶでは食物繊維、アルギン酸、フコイダンなど、含有する成分量が大きく異なることから<sup>16)~18)</sup>、パンの物性には塩分濃度以外の要因も大きく関与していたものと思われた。

パンの色差は内相の茎わかめ粉末添加パンおよびめかぶ粉末添加パンの間で $\Delta$ 値が3.07となり、NBS単位の3.0~6.0(目立って感じられる)の範囲となったが、それ以外の群間では6.0~12.0(大いに感じられる)または12.0~(多大に感じられる)の範囲であり、見た目でも容易に区別できる色の差であったものと思われた。

官能評価において、外観は無添加パンの評価が最も高く、葉わかめ粉末添加パン、茎わかめ粉末添加パン、めかぶ粉末添加パンの順となったが、無添加パンと葉わかめ粉末添加パンの間で有意差はなく、各種わかめ乾製品添加パンの間にも有意差はみられなかった( $p>0.05$ )。色調は無添加>葉わかめ添加>めかぶ添加>茎わかめ粉末添加パンの順に良いと感じる結果であったが、葉わかめ粉末添加パンは内相および外相ともに無添加パンとの間の $\Delta$ 値が最も大きいので、無添加パンに近い色が良いと判断しているわけではないことがわかった。しっとり感ともちもち感は平均値に大きな差がみられるものの、有意差が得られていないため、人によって感じ方が大きく異なる可能性が考えられた。総合評価は、無添加>めかぶ添加>茎わかめ添加>葉わかめ粉末添加パンの順となり、めかぶ粉末添加パンおよび茎わかめ粉末添加パンと無添加パンの間に有意差はみられなかったが、葉わかめ粉末添加パンに比べると無添加パンは有意に高い評価となった。

以上のことから、製パン原料にわかめ乾製品を用いる際には、めかぶ乾製品粉末を使用することが最も効果的であるものと思われた。

## まとめ

本研究では、わかめ乾製品の添加が製パン性に及ぼす影響を調べた。まず、パン製造に用いる小麦粉重量の5%を葉わかめ、茎わかめまたはめかぶ乾製品粉末に置換したパンを製造し、比容積の測定を行ったところ、無添加>めかぶ添加>葉わかめ添加>茎わかめ粉末添加パンの順となった。次いで行った色度の測定では、茎わかめおよびめかぶ粉末を添加したパンは内相および外相ともに葉わかめ粉末を添加したパンよりも無添加パンに近い色彩を示していた。物性測定では、各種わかめ粉末添加パンの中ではめかぶ粉末添加パンが最も柔らかい物性を示しており、無添加パンとの間でも有意差はみられなかった。また、官能評価においても、めかぶ乾製品を添加したパンが無添加に次いで良好な結果を得ていた。以上のことから、製パン原料にわかめ乾製品を用いる際には、めかぶ乾製品粉末を使用することが最も効果的であるものと思われた。

## 謝辞

本研究の一部はJSPS 科研費 17K12892 および 19K02309 の助成により行われたものであり、関係各位に深謝する。

## 文献

- 1) 長谷川勝男, 鈴木四郎. 養殖ワカメの収穫および塩蔵加工作業調査. 水産工学研究所技報, **27**, 61-80 (2005)
- 2) 水産庁編集. 「水産白書」令和2年版, 農林統計協会, 東京, 231, 2020
- 3) 若松宏樹. オークション実験を用いた地域振興事例:三陸産ワカメ養殖の震災復興に向けた政策提言. 農林業問題研究, **55**, 21-25 (2018)
- 4) 阿部正範, 飯田繁, 大賀祥治. きのか菌床栽培におけるワカメ乾燥粉末の添加効果. 日本応用きのこ学会誌, **11**, 113-118 (2003)
- 5) 藤井紳一郎, 伊永隆史. ワカメ加工業におけ

- る物質フロー解析とゼロエミッション化技術. 環境科学会誌, **13**, 586–592 (2000)
- 6) 清蔭亮子, 福田和弘, 渡辺忠美, 川口隆二. ワカメ高度利用加工技術の開発. 徳島県立工業技術センター研究報告, **1**, 149–156 (1992)
- 7) 片井加奈子, 青木洋輔, 吉岡瞳, 桜井ひろみ, 濱田和男, 小野田恵美子, 今西吉松, 青木康二, 池見明. メカブ水抽出粉末が施設入居高齢者の便通および腸内環境に及ぼす影響. 日本食生活学会誌, **29**, 157–166 (2018)
- 8) 筒井知己, 金井節子. 海藻の製パンへの影響. (II) こんぶ. 聖徳栄養短期大学紀要, **31**, 1–6 (2000)
- 9) 山内知子, 山本淳子, 小出あつみ, 間宮貴代子, 阪野朋子. アナアオサ粉置換量が食パンの抗酸化性, 力学的物性および嗜好性に及ぼす影響. 日本調理科学会誌, **48**, 180–186 (2015)
- 10) Griswold, R.. N. 3. Volume by seed displacement, Evaluating food by objective methods, The experimental study of foods, Houthoun Miffin. Boston, 540–541, 1962
- 11) Shibata, A., Harata, K., Moriguchi, Y., Kanegawa, R., Nagahira, A., Shigematsu, M., Takamura, Y., Watanabe, H., Sagara, T., Madhyastha, H., and Kikuchi, H. Production and evaluation of the authentic milk bread using a lactose-utilizing yeast, *Kluyveromyces marxianus*. *Curr. Top. Biotech.*, **11**, 31–36 (2020).
- 12) Judd, D. B.. Specification of Uniform Color Tolerances for Textiles. *Textile Research*, **9**, 253–263 (1939).
- 13) 岩本秀雄, 岡野志郎, 嶋津享. 繊維試験法のすべて (基礎編), 日本繊維センター, 東京, 241, 1978
- 14) 川上元郎. 色差の表し方. 照明学会雑誌, **4**, 443–447 (1970)
- 15) 奥西智哉. 炊飯米を生地に添加したパンの官能評価. 日本食品科学工学会誌, **56**, 424–428 (2009)
- 16) 文部科学省. 日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂). 全国官報販売協同組合, 東京, 116–119, 2015
- 17) 山中なつみ, 小川宣子. メカブより溶出する粘性物質の理化学的特性. 日本調理科学会誌, **31**, 2–6 (1998)
- 18) 酒井武, 佐川裕章, 加藤郁之進. 機能性食品としてのフコイダン: その構造と生理活性. 藻類, **51**, 19–25 (2003)