

# 保存中のワカメの特性変化

木下康宣, 吉岡武也, 宮崎俊一,  
鷗野由美\*, 赤井雄次\*

## Property Changes of Wakame (*Undaria pinnatifida*(Harvey)Suringar ) during Storage

Yasunori Kinoshita, Takeya Yoshioka,  
Syun-ichi Miyazaki, Yumi Hibarino\* and  
Yuji Akai\*

### 要 旨

保存中の生ワカメの特性変化に関する知見を得るため、ガスなどの充填物が異なる試料を調製し、種々の温度で保存した時の劣化を、品質と微生物の両面から評価した。その結果、生ワカメでは、一般細菌の増殖という微生物面の劣化よりも、加熱により緑色化しなくなるという品質面の劣化が先行して起こることが明らかとなった。この品質劣化は、包装品中の酸素濃度が高いほど、また保存温度が低いほど、抑制しやすいことが明らかとなった。なお、0℃で12日間保存した場合では、酸素充填を行っても、一般細菌の著しい増殖が認められないことが確認された。

### 1. 緒 言

ワカメ加工品には、湯通し塩蔵ワカメなどの塩蔵品、灰干しワカメなどの乾燥品、これらを二次加工したカットワカメなど、様々なものがある。しかし、これらの消費量は、ここ数年36万トン程度（原藻換算）で推移・安定しており、市場として成熟・飽和に達した感がある。このような背景の中、最近では、生ワカメのような生鮮感覚・サラダ感覚を生かした製品が脚光を浴びている<sup>1)</sup>が、その製品特性について、詳細に検討を加えた報告はほとんど無い。本研究では、生ワカメが有する保存特性と、その保存性に影響を与える因子について検討を行った。

### 2. 実験方法

#### 2.1 実験材料

上磯町産の生ワカメを、収穫当日実験室へ搬入し、側葉部のみを切り取って使用した。

#### 2.2 保存試料の調製

実験材料15gを、ナイロン-ポリエチレン-ポリエチレンの三重構造を有するガス充填用包材（活かすパック、110mm×180mm、四国化工(株)）に入れ、必要に応じて人工海水（濃度34‰）150gを加え、真空包装した。保存試料には、各種のガス（空気、酸素、窒素、二酸化炭素）を100ml充填し、保存は、遮光下0～10℃で行った。

#### 2.3 加熱試料の調製

保存後の試料から取り出した生ワカメを、80℃の温湯に30秒間浸漬した後、10℃程度の冷水で30秒間冷却することにより調製した。

\*水産経営技術研究所

## 2.4 ガス濃度の測定

包装品の雰囲気に含まれる酸素と二酸化炭素の濃度を、酸素/二酸化炭素濃度計 (CheckMate 990, PBI Dansencer) を用いて測定した。

## 2.5 色調の測定

細切したワカメ試料を、ポリエチレン製のサンプルバックに投入し、分光測色計 (CM-3500d, MINOLTA) を用いて、400nm~650nmの分光反射スペクトルを測定した。測定条件は、視野角10°, 光路面積8mm, 光源D65である。なお、緑色化の程度 (以下、緑色度とする) は、色調測定で得られた結果から、次式により算出した。

$$\text{緑色度} = \frac{560\text{nmの反射率}}{580\text{nmの反射率}} \times 100$$

## 2.6 一般細菌数の測定

標準寒天平板法により測定した。培養温度は、37°Cである。

# 3. 結果

## 3.1 評価方法の検討

生ワカメは、加熱することにより、茶褐色から鮮やかな緑色に変化するが、保存期間が長くなると緑色化しなくなることが、経験的に知られている。このことから、生ワカメ流通時における品質劣化の第一要因は、色調変化と考えられる。そこで、まず初めに、生ワカメの加熱前後の色調変化を測定することにより、適切な評価方法を検討した。

加熱前後の生ワカメの分光反射スペクトルを、図1に示した。加熱前は、全体的に平坦で580nm

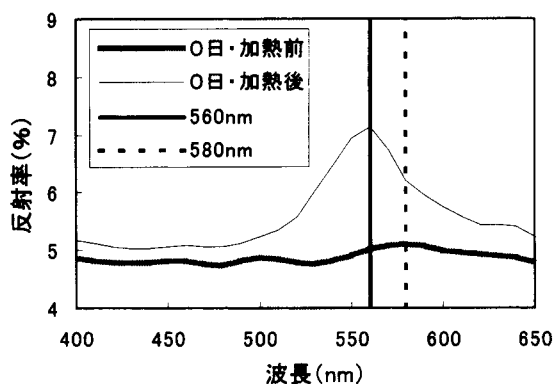


図1 加熱前後の反射スペクトル

に最大反射率を示す波長があるが、加熱後は、それが560nmへ移行し、新たなピークが出現する様子が確認された。このことから、緑色度は、茶色を呈する時の反射率 (580nm) に対する、緑色を呈する時の反射率 (560nm) の割合で表現できると考えられた。なお、この時の外観は、加熱前は、生育時同様茶褐色を示しているが、加熱後は鮮やかに緑変することを確認している。

## 3.2 充填ガスが色調に与える影響

次に、充填ガスが、生ワカメの色調に与える影響を検討した。

真空包装したもの、空気充填したもの、酸素充填したものを、0°Cで一定期間保存後に加熱した時の緑色度を、図2に示した。この結果、真空包装したものでは4日目から、空気充填したものでは8日目から、急激に緑色度が低下する様子が窺えた。一方、酸素充填したものでは、保存期間が長くなるに従って、緑色度が緩慢に低下するものの、保存中に著しい低下は、認められなかった。この時の外観を目視により観察したところ、加熱前の各試料間で、顕著な相違は認められなかったが、加熱後の緑色の程度は異なり、初期酸素濃度が低いほど、緑色化しなくなるまでの期間が短くなる傾向にあった。これは、図2に示した緑色度の推移が、肉眼による観察結果を、良く反映していることを示している。また、ここでは図示しないが、窒素や二酸化炭素を充填した場合、真空品と同様の変化を示していることが確認されている。このことから、保存後の生ワカメを加熱した際に見られる緑変は、酸素濃度が高いほど、保持しや

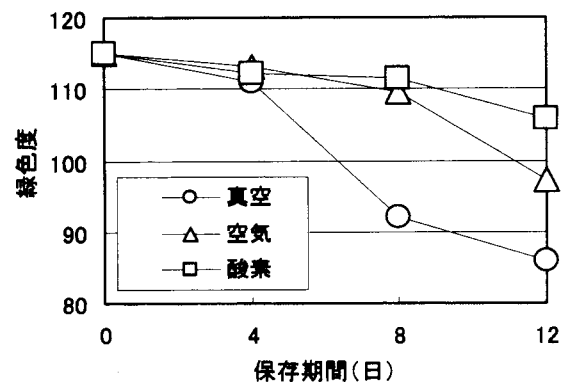


図2 生ワカメの保存による緑色度の変化

すいことが明らかとなった。なお、いずれの試料も、官能的に、異味・異臭は感じられなかった。

参考までに、真空包装、空気充填、酸素充填品の保存・加熱後の反射スペクトルを図3に示したが、560nmに存在した最大反射率のピークが、保存期間の延長に伴って、580nmへ移行していく様子が窺える。

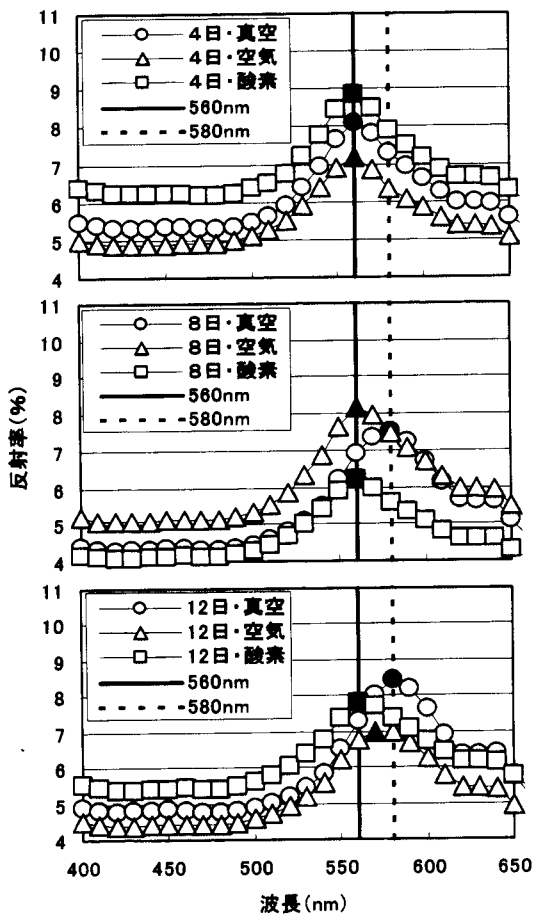


図3 加熱後の反射率

### 3.3 保存温度が色調に与える影響

次に、保存温度が、生ワカメの色調に与える影響を検討した。

空気及び人工海水を充填したものを8日間保存した時の加熱前後の外観を、目視により観察した。その結果、写真には示さないが、前項同様加熱前では、各試料間で目立った差異が見られなかったものの、加熱後では、0℃保存品で緑変することが確認された。これ以外の試料では、加熱を施しても色調に変化が認められなかった。このことから、保存後の生ワカメを加熱した際に見られる緑変は、保存温度が低いほど、保持しやすいことが分かった。なお、図には示さないが、人工海水を

充填したものでは、保存期間が長くなるほど、海水が薄い茶褐色に変化する様子が窺えた。今回の試験では、人工海水を充填しても、品質の向上が認められなかったことから、海水の充填による品質向上は、期待できないと思われた。

さらに、今回認められた品質差異に関する考察を深めるため、この時の空気充填品に含まれる雰囲気中のガス濃度を測定した。酸素濃度の測定結果を図4に、二酸化炭素濃度の測定結果を図5に示した。この結果、保存温度が低いほど、保存中の酸素濃度が高く維持され、二酸化炭素濃度が低いことが分かった。このことから、遮光下で保存した場合でも、呼吸活動は行われている様子が窺えると同時に、保存温度が低いほど呼吸に要する酸素の消費を抑制でき、このことが、結果的に品質劣化を抑制している可能性があるかと推察された。

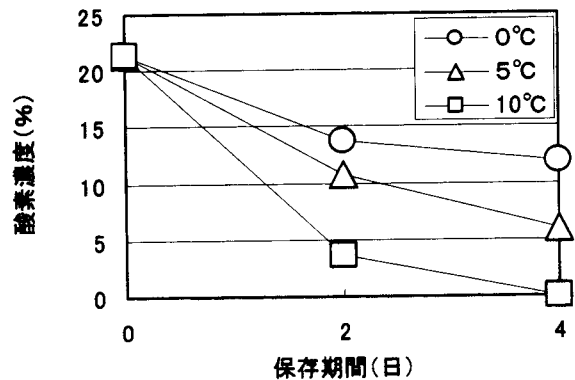


図4 保存中の酸素濃度の変化

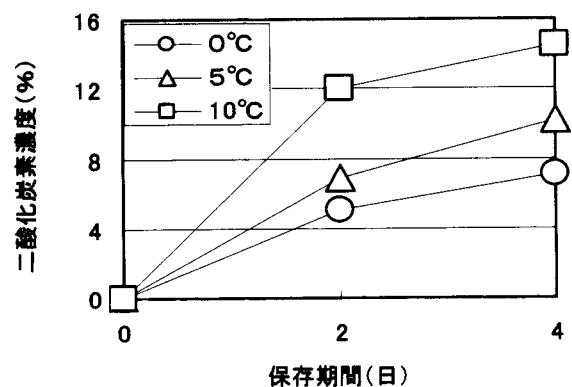


図5 保存中の二酸化炭素濃度の変化

### 3.4 保存による一般細菌数の変化

前項で用いた試料の保存中における一般細菌数の測定結果を、表1に示した。一般細菌数は、いずれの試料も300個/g以下と低く、保存期間を通

して、増加する傾向は認められなかった。

表1 生ワカメの保存中の一般細菌数(個/g)

充填ガス	保存日数(日)			
	0	4	8	12
真空	≦300	≦300	≦300	≦300
空気	≦300	≦300	≦300	≦300
酸素	≦300	≦300	≦300	≦300

#### 4. 考 察

食品の保存性は、見た目や食感などの品質面と、細菌の数などの微生物面の双方から、評価を行うことが必要である。例えば、皮を剥いたリンゴは、空気中に放置しておく、短時間で褐変するが、著しい微生物の増殖が見られる訳ではない。逆に、ハム(加熱食肉製品)などでは、褪色や食感低下といった品質面で、保存中の劣化が感じられなくても、微生物の増殖によって可食限界に達することが多い。このため、通常食品では、保存中における品質変化と一般細菌数の推移を評価し、劣化の著しい方で、期限設定を行う方法が推奨される。

今回、生ワカメの保存性を検討したところ、冷蔵保存では、試験期間中、一般細菌数の増殖が認められず、保存後に加熱を行っても緑変しなくなるという、品質面の劣化が先行することが明らかとなった。

ワカメの色調については、種々の報告がある。乾燥ワカメの場合、主要な色素成分であるクロロフィルの形態が加工・保存中に変化し、高級品ではクロロフィルa含量が高く、低質化するに従って、フェオフィチンaの量が多くなることが分かっている<sup>2)</sup>。また、灰干しワカメでは、葉体をアルカリ性に保つことによって、クロロフィルの分解を抑制し、変色を抑えることができると報告されている<sup>3), 4)</sup>。クロロフィル自体については、主に植物組織を用いて詳細な研究が行われており、酸性条件下では、分子中からマグネシウムが遊離し、濃黄色を呈するフェオフィチンaや淡黄灰色を呈するフェオフィチンbが生成されること、アルカリ条件下では、マグネシウムの結合が比較的安定で、色調が変化しにくいこと、機械的な圧力や組織損傷・細胞老化などが、組織内のクロロフィル分解酵素(クロロフィラーゼ)の働きによるクロロフィルの分解を促進することなどが知られている<sup>5)</sup>。これらのことから、今回見られたワカメの色調劣化にも、保存中に起こるクロロフィルの

変化が深く関与しているものと推測される。さらに、生ワカメでは、保存中に葉体のpHが低下すること<sup>6)</sup>や、保存中に起こる褪色が、葉体の酸性化や酸化によって促進されること<sup>7)</sup>が報告されている。このことより、生ワカメでは、保存とともに、細胞機能の低下が起こり、それが葉体のpHに影響を与えて、クロロフィルの分解を促進する結果、色調が劣化している可能性があるものと考えられた。

その他、今回の試験では、生ワカメを遮光下で冷蔵保存した際に、包装品中の酸素濃度が低下して、二酸化炭素濃度が増加すること、包装品中の初期酸素濃度が高い方が、色調面の品質を維持しやすいことが分かった。保存ガスと色調に関する研究では、海藻類を用いた例は少ないが、青果物などでは、古くから種々の研究が行われ、多くの知見が得られている。ニラなどでは、酸素濃度の低下に従って、呼吸抑制が起こること<sup>8), 9)</sup>、ネギなどでは、二酸化炭素濃度が高くなると、呼吸抑制が起こること<sup>10)</sup>が知られている。また、品質との関係では、ニラの場合、適切なガス組成が葉の黄色化や腐敗を抑制すること<sup>7)</sup>などが報告されている。今回の結果は、包装初期のガス組成や保存温度が、生ワカメの保存性向上に寄与することを強く示唆するものであり、興味深い。今後、生ワカメの保存中に起こる色調劣化のメカニズムや、最適なガス組成に関する検討が必要と思われる。

#### 5. 結 言

生ワカメを用いて、ガスや海水といった充填物が異なる試料を調製し、種々の温度で保存した場合の品質を評価することにより、生ワカメの保存中の特性変化を評価した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- ・ 生ワカメでは、一般細菌の増殖という微生物面の劣化より、加熱を行っても緑色化しないという品質面の劣化が先行して起こることが明らかとなった。
- ・ 色調の劣化は、加熱後の反射率を測定し、緑色度を算出することによって、評価できることが分かった。
- ・ 色調では、包装品中の酸素濃度が高いほど、品質を保持しやすいことが分かった。
- ・ 色調では、保存温度が低いほど、品質を保持

しやすいことが分かった。

- 0°Cで12日間保存した場合では、酸素充填を行っても、一般細菌数の著しい増殖が認められないことが確認された。

### 謝 辞

試験を進めるにあたり、試料の提供及び貴重なご助言を賜りました、渡島支庁渡島中部地区水産技術普及指導所 蛭子彰所長，板倉祥一主査，上磯郡漁業協同組合 横濱芳伸参事，JF全漁連海苔海藻部 小川新二部長代理，岩手県水産技術センター小野寺宗仲氏に深謝いたします。

### 参考文献

- 1) 平成14年度持続的養殖推進対策事業ワカメ養殖業全国推進検討会報告書（全国漁業協同組合連合会），（2003）
- 2) 広田望：Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, Vol.44, No.9 (1978), P1003~1007
- 3) 日下部重朗：Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, Vol.33, No.10 (1967), P984~987
- 4) 日下部重朗：Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, Vol.33, No.10 (1967), P988~991
- 5) 石谷孝祐：食品の変色の化学（光琳），（1995），P159~185
- 6) 佐藤照彦，船岡輝幸：北水試月報，第23巻，（1966），P45~61
- 7) 堀口辰司：千葉水試事報，昭和36・37年度，（1964），P208~218
- 8) 今掘義洋，甲田美香，上田悦範，吉岡博人，茶珍和雄：日食保蔵誌，Vol.24, No.5 (1998), P303~308
- 9) 鈴木芳孝，永田雅靖，今掘義洋，上田悦範：日食保蔵誌，Vol.30, No.4 (2004), P173~177
- 10) 茨木俊行，池田浩暢，太田英明：日食保蔵誌，Vol.23, No.1 (1997), P3~7