

# 塩もみワカメの赤変に対する外囲条件の影響

日下部重朗・樋口通治\*

Observations on the Reddening of "Shiomomi-Wakame" under Different  
Environmental Conditions

Juro KUSAKABE and Michiharu HIGUCHI

塩もみワカメは高濃度の食塩を含有しているが、湿潤性に富むため高温で長期間放置される場合カビ臭や赤変等の悪変現象を呈することがある。赤変は葉緑素の褪色によるものとは異なり、発生状況から微生物による変質のように見受けられる。微生物による海産物の赤変に関しては、塩蔵魚等<sup>1)</sup>についての既往の諸研究がある。また最近 石田ら<sup>2)3)</sup>及び堀江ら<sup>4)</sup>による天日塩の細菌相に関する研究があるが、何れも赤色素産生菌類が分離されている。これらから推して、塩もみワカメの赤変もまた好塩性の赤変微生物によって発現されるものと思われる。赤変の原因微生物については、まだ明らかではないが、赤変が微生物の増殖によるものと考えれば、増殖に關与する外囲条件の一部を規制することによって赤変の発生を或る程度阻害し得るものと思われる。ここでは水分を除く、空気(酸素)及び温度条件と赤変発生との関係について検討した。

## 実験方法

**試料及び包装** 島原市猛島地先産の生鮮養殖ワカメを原料とし、当業者の施設を利用し、昭和49年3月28日製造した塩もみワカメを試料とした。製法の概略は、原藻を加熱海水中で熱処理(85℃, 3分間)後、冷海水で水洗冷却し、水切後原藻重量の30%の食塩を用い、これを2回に分けて撒塩、塩漬しておき、4月19日に圧搾脱水して製了(歩留38.4%)した。空気条件の規制は、前報<sup>5)</sup>と同様のポリセロフィルム脱気包装袋を採用した。ポリセロフィルム袋に各250gの塩もみワカメを収容し、その半数を真空包装袋機により脱気包装袋し、他は輪ゴムで含気状態のまま封じた。

**貯蔵試験** ふ卵器(35~37℃)、室温、及び冷蔵庫(0~7℃)に脱気包装袋及び含気包装袋した塩もみワカメ各12袋をそれぞれ収容し、昭和49年4月20日から昭和51年3月16日までの赤変発生袋数を観察した。赤変の判定は肉眼的に行ない、袋詰の一部にでも赤変が認められたものを発生袋数とした。

## 結果

**赤変の発生状況** 貯蔵試験の結果を表1に示した。表1から含気包装袋は脱気包装袋に比べて赤変の発生が早く、かつ低温貯蔵ほど発生が遅いことが判る。観察結果から赤変発生までのおよその日数について、含気包装袋と脱気包装袋の場合を比べると、ふ卵器では前者の10日にに対し後者が74日で

\* 現在田平水産業改良普及所

あり、室温では31日に対し144日、冷蔵庫では144日に対し247日であった。赤変発生後の経過は、脱気包装よりも含気包装がまた低温よりも高温貯蔵のものが急速に進行していることがわかれる。

表1、貯蔵中の赤変発生袋数

(供試袋数各12袋)

経過日数	脱気包装			含気包装		
	ふ卵器	室温	冷蔵庫	ふ卵器	室温	冷蔵庫
10	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	4	0	0
21	0	0	0	5	0	0
31	0	0	0	10	0	0
46	0	0	0	12	1	0
58	0	0	0		7	0
74	0	0	0		10	0
89	2	0	0		12	0
114	8	0	0			0
127	8	0	0			0
144	9	0	0			0
173	12	4	0			6
190		4	0			6
227		9	0			8
247		11	0			12
283		12	1			
695			10			

## 考 察

**赤変に対する空気条件及び温度条件の影響** 表1の結果を図1に示した。図1から各試験区間の相対的な効果を比較するため、補間によってそれぞれの50%発生経過日数を求めると、含気包装のふ卵器が23日、含気包装の室温が56日、脱気包装のふ卵器が105日、含気包装の冷蔵庫が173日、脱気包装の室温が203日、脱気包装の冷蔵庫が465日である。これから通常の含気包装、室温貯蔵に比べると、脱気包装はおよそ3.6倍、脱気包装と冷蔵庫貯蔵はおよそ8.3倍の効果を示している。

次に、各試験区の貯蔵温度に対して、それぞれ図1の50%及び0%発生日数を対数尺度にプロットすると図2の直線関係が得られる。ただし、貯蔵温度はそれぞれの平均温度を用いた。即ち、ふ卵器が36℃、冷蔵庫が4℃であり、室温の場合はそれぞれの赤変発生までの期間の平均室温で、

31日(S49.4.20-S49.5.20)の場合は、20.7℃、56日(S49.4.20-S49.6.15)では22.9℃、144日(S49.4.20-S49.9.12)では25.4℃、203日(S49.4.20-S49.11.10)では24.5℃である。図2から空気条件の影響についてみると、10℃、20℃及び30℃における脱気包装と含気包装の日数の比は、それぞれに発生率50%の場合は3.1、3.6、及び4.4であり、また発生率0%では2.9、4.2、及び5.9である。したがって、脱気包装は含気包装に比べおよそ10℃で3倍、20℃で4倍及び30℃で4~6倍の期間赤変の発生を阻害していることが認められる。

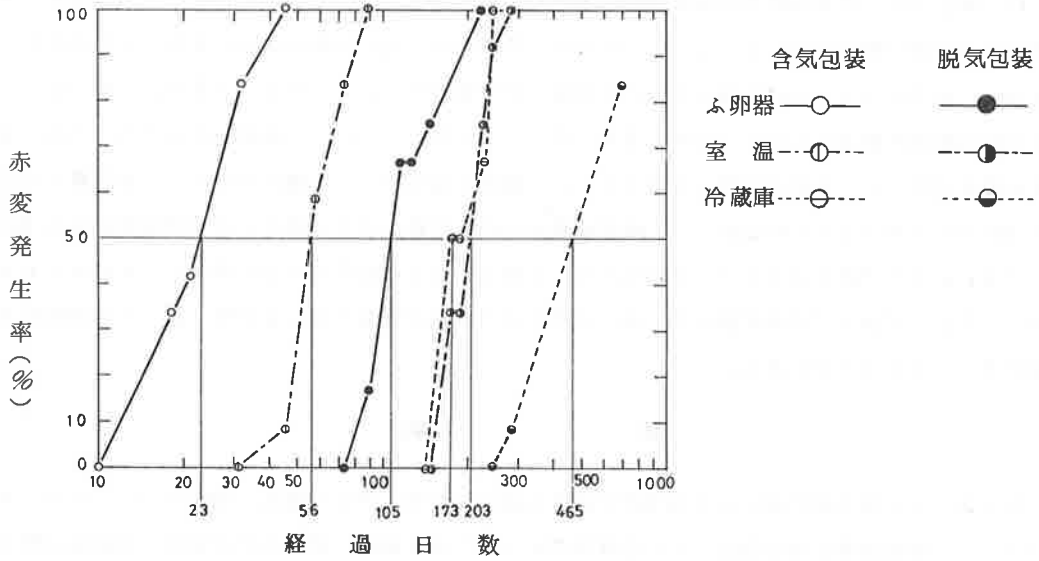


図1 塩もみワカメ貯蔵中の赤変発生率

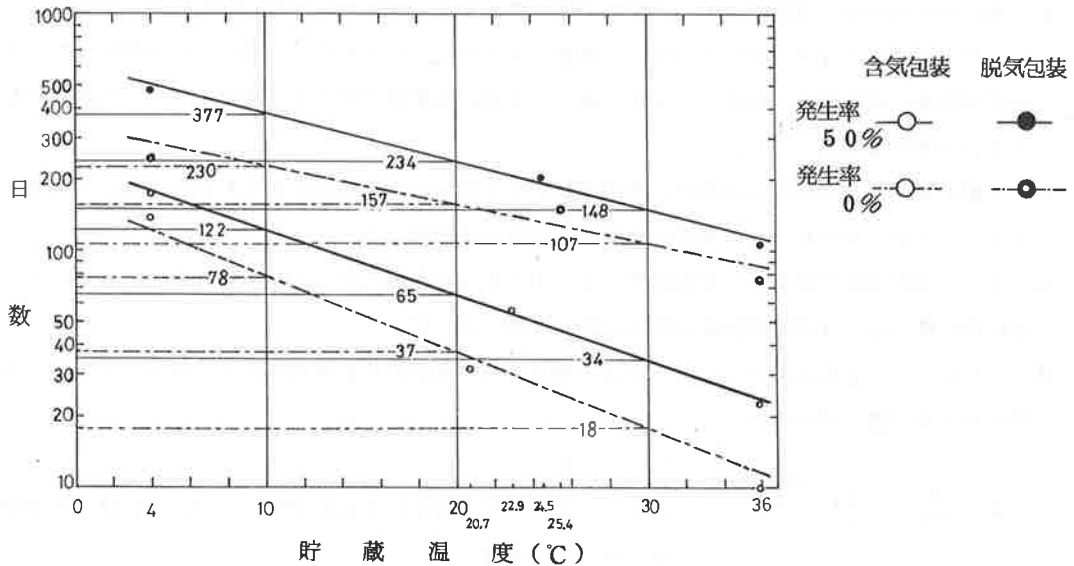


図2 塩もみワカメの赤変発生日数と貯蔵温度との関係

また、温度条件の影響についてみると、10℃と20℃及び20℃と30℃における温度係数 ( $Q_{10}$ )<sup>\*</sup> は、脱気包装の場合、発生率50%では1.6及び1.6で、発生率0では1.5及び1.5であり、含気包装の場合は、発生率50%では1.9及び1.9で、発生率0では2.1及び2.1である。したがって、脱気包装の場合  $Q_{10} \approx 1.6$  であり、また含気包装では  $Q_{10} \approx 2.0$  である。含気包装の温度係数は細菌の発生及び代謝過程の場合と同等であり、10℃の上昇に対して約2倍の速度となる。脱気包装の場合は10℃の上昇に対して約1.6倍で、温度変化に対する影響は含気包装の場合よりも抑制的に働いている。

以上のように、空気条件及び温度条件の規制は赤変の発生に対してかなり有効な手段であり、実用的にも実施可能と思われる。今回の試験に供した試料は比較的温暖な時期に製造されたものである故か、通常の含気、室温貯蔵の場合の赤変発生が比較的早いようである。当業者の一部では1-2月の低温期に製造したものは赤変が発生し難いと云われているが、冷蔵庫の利用に当っては、推察の域を出ないが、赤変の機構から考えると、入庫前の履歴が大いに関係するので、製造後できるだけ早目に入庫することが望ましい。海棲細菌はその大多数が20~25℃に至適温度を有し、40~7.5℃に発育可能であるので、長期間に亘って微生物による変質を十分に避けるためには-10~-15℃の貯蔵も考える必要があるが、実際には予かじめ貯蔵期間の必要性に応じて冷蔵温度を選択すべきであると思われる。

## 要 約

塩もみワカメの赤変に対する外囲条件の影響を調べるため、空気(酸素)条件についてはポリセロフィルム脱気包装と含気包装、また温度条件についてはふ卵器、室温及び冷蔵庫での貯蔵試験を行ない、次の結果が得られた。

1. 通常の含気包装、室温貯蔵で、赤変が試験開始後46日後に9%発生したものが、ふ卵器(35~37℃)では18日後に34%、冷蔵庫(0~7℃)では173日後に50%発生した。また脱気包装した場合は、室温で173日後に34%、ふ卵器では89日後に17%、冷蔵庫では283日後に9%発生した。
2. 実験結果から空気条件の影響は、脱気包装による場合、含気包装に比べおよそ10℃で3倍、20℃で4倍、30℃で4~6倍の期間赤変の発生を阻害した。
3. また、温度条件の影響は、実験温度(4-36℃)の範囲内では含気包装の場合、10℃の上昇に対し約2倍、また脱気包装の場合は約1.6倍であった。
4. したがって、赤変の発生に対する空気(酸素)及び温度条件の規制はかなり有効であり、実用的にも実施可能と思われる。

$$* \quad Q_{10} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\frac{10}{t_1 - t_2}}$$

ただし、 $V_1$ 、 $V_2$  はそれぞれ温度  $t_1$ 、 $t_2$  における相対速度・率 (M/MT)

## 文 献

- 1) 谷川英一・坂井稔, 1960: 水産微生物学, 第1版, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 478-483.
- 2) Y. ISHIDA and T. FUJII, 1970: Isolation of Halophilic and Halotolerant Bacteria from Solar Salt, *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 36, 36., 391 - 396.,
- 3) Y. ISHIDA, 1970: Growth Behavior of Halobacteria in Relation to Concentration of NaCl and Temperature of Environments. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 36, 397 - 401.
- 4) 堀江進・日名子数重, 1974: 輸入天日塩のマイクロフローラ, 日水誌, 40(10), 1059-1062.
- 5) 日下部重朗, 1976: 塩もみワカメの光褪色に関する脱気包装の効果, 長崎県水産試験場研究報告, 第2号, 82-86.
- 6) C. L. PROSSER, F. A. BROWN, JR., 1962: Comparative Animal Physiology, 2nd ed., W. B. SAUNDERS Co., Philadelphia, London, pp. 239 - 240.
- 7) 谷川英一・坂井稔, 1960: 水産微生物学, 第1版, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 56.
- 8) 谷川英一・坂井稔, 1960: 水産微生物学, 第1版, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 414-425.