

## 乾ノリの光沢に及ぼす原藻の蓄養条件

荒巻 裕・横尾一成・川村嘉応

### Effect of Storage Conditions of Nori Thalli before Manufacturing on the Gloss of Dried Nori

Hiroshi ARAMAKI, Kazunari YOKOO, and Yoshio KAWAMURA

The quality of dried Nori was influenced by the time required, method for transport from the culture ground and the stored conditions of Nori thalli in the tank filled with seawater before manufacture was started. In the present study, effect of the storage conditions before manufacture, on the gloss of dried Nori were examined by the gloss meter. Nori thalli from culture ground were stored for 24 hours under different conditions ; the volume of seawater, pH and light in the tank, and the utilization of an active carbon. From the results, high quality of dried Nori was maintained by the following conditions : ( i ) the tank had to be filled with as much seawater as possible, ( ii ) pH was stabled by aerations, ( iii ) light illumination was under all drak, ( iv ) substans educed from bacteria and unknown substans were eliminated by adsorption of active carbon.

#### まえがき

養殖場で栽培されているノリ葉体は、摘採されたのち船で運搬され、製造が始まるまでの数時間、陸上の水槽で蓄養された後、順次乾ノリの製造工程に移される。この間に乾ノリの品質は、運搬・蓄養方法とその所要時間によって影響を受けるとともに製造過程においても劣化が起きる<sup>1,2)</sup>。また、近年は1日に製造される量が増加する傾向にあるため蓄養時間が長くなり、乾燥工程に移されるまでに品質の劣化が顕著になっていると思われる。

そこで、筆者らは、製造前の原藻をどのような条件下で蓄養すれば乾ノリの品質低下を防ぐことが可能であるか、乾ノリ表面の光沢値を指標として試験し、若干の知見を得たので報告する。

#### 材料および方法

##### 実験1：通気の効果

試験は、冷凍網張り込み13日後の1回摘み葉体(品種名：佐賀5号)を平成12年12月19日午前9時30分に摘採して開始した。原藻は水を切ったのち陸上に輸送し、原

藻5kg(湿重量、乾ノリ換算(3.3g)300枚)に対し25Lの濾過海水(塩分30psu)を加えて静置した。これを、自然光(約4,000Lux)のもとで静置した試験区(I区)、自然光のもとで通気(5L/分、以下、同様の通気量)した試験区(II区)、暗条件で静置した試験区(III区)、暗条件で通気した試験区(IV区)の4試験区に分けた。試験に供した原藻は、3、6、12、24時間後に有明水産振興センター所有の全自動ノリ製造機で前半41℃、後半39℃の条件下で3時間乾燥し乾ノリとして保存し後日、乾ノリの品質の程度を示す1指標である乾ノリ表面の光沢値およびタンパク質含有量を計測した。光沢値は、デジタル変角光沢計(入射・受光角60°、(株)スガ試験機製、UGV-5D)、たんぱく質含有率は、海苔成分計(株)JTエンジニアリング製)を用いて調べた。また試験中の環境条件として、水温、溶存酸素量(DO)、pHを常法により調べた。

**実験2：活性炭素による海水循環濾過の効果**

試験は、張り込み53日後の2回摘み葉体(品種名：佐賀5号)を平成13年11月26日午後0時に摘採して開始した。試験に供した原藻は水を切ったのち陸上に輸送し、原藻5kg(湿重量)に対し25Lの濾過海水(塩分30psu)を加えて静置した。これらを、自然光(約4,000Lux)のもとで静置した試験区(I区)、自然光のもとで通気した

試験区(II区), 自然光のもとで通気し, かつ海水を活性炭素(和光純薬製 顆粒状; 3~5 mmヤシ殻製)で循環濾過した試験区(III区), 暗条件で通気した試験区(IV区), 暗条件で通気し, かつ海水を活性炭素で循環濾過した試験区(V区)の5試験区に分けた。試験に供した原藻は, 実験Iと同様に光沢値を計測した。また実験中の環境条件として, 水温, 溶存酸素量(DO), pHを常法により調べた。

### 実験3: 蓄養海水量の効果

試験は, 冷凍網張り込み38日後の2回摘み葉体(品種名: 佐賀5号)を平成14年2月14日午前8時30分に摘採して開始した。原藻は水を切ったのち陸上に輸送し, 原藻5 kg(湿重量)に対し25Lの濾過海水(塩分30psu)を加えて静置した。静置した試験区(I区), 通気した試験区(II区), かつ海水を活性炭素で循環濾過した試験区(III区)に分けた。加えて, 原藻2.5kg(湿重量)を濾過海水25L(塩分30 psu)中に投入したのち通気した試験区(IV区), 通気し, かつ海水を活性炭素で循環濾過した試験区(V区)の計5試験区に分けた。試験に供した原藻は, 実験Iと同様に光沢値を計測した。また試験中は環境条件としての水温, 溶存酸素量(DO), pHを常法により調べた。実験中の環境は光条件11L:13D, 4,000Lux, 水温は12.0°C一定とした。

## 結 果

### 実験1: 通気の効果

試験中の乾ノリの光沢値の変動をFig.1に, タンパク質含有率の変動をFig.2に示した。また, 試験中の海水の水温, DO, pHの変動をFig.3, 4, 5に示した。

乾ノリの光沢値は, 全ての試験区において, 時間の経

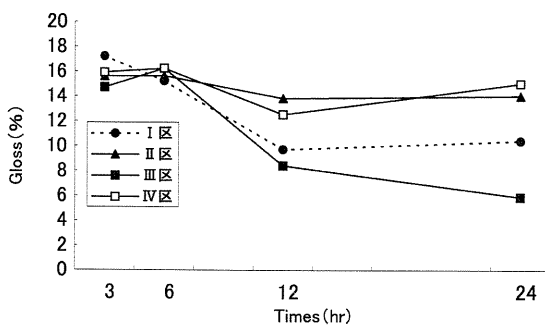


Fig. 1. Changes in the gloss of dried Nori during the experimental times.

I, still standing; II, aeration; III, still standing under all dark; IV, aeration under all dark.

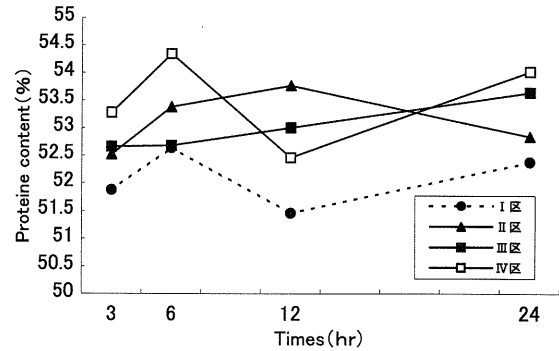


Fig. 2. Changes in the contents of protein of dried Nori during the experimental times. The symbols are the same as Fig. 1.

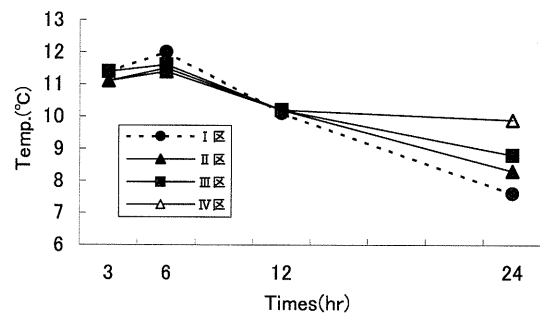


Fig. 3. Changes in water temperature in the storage tank during the experimental times. The symbols are the same as in Fig. 1.

過に伴う低下が認められた。24時間蓄養した原藻を製造した乾ノリの光沢値を比較した結果, IV区が光沢値15.0%で最も優れており, 以下, II区, I区の順となり, III区は光沢値5.9%と, IV区の約4割の値にとどまり最も劣っていた。傾向としては, 通気した実験区の製品の光沢が優れていた。タンパク質含有率については通気した試験区が高い傾向にあったが, III区も高い値を示していた。このことから光沢値とタンパク質含有率との相関は低いと考えられた。

水温は, 蓄養6時間後が11.4~12.0°Cと最も高く, 24時間後が7.6°C~9.9°Cと最も低かった。DOは, 通気した試験区で高い値を示し, 通気しなかった試験区で時間の経過とともに低くなっていった。また, 24時間後に海水を観察したが, 通気しなかった試験区の水は赤く濁っており, これは, ノリの原形質吐出が主な原因であると思われる。

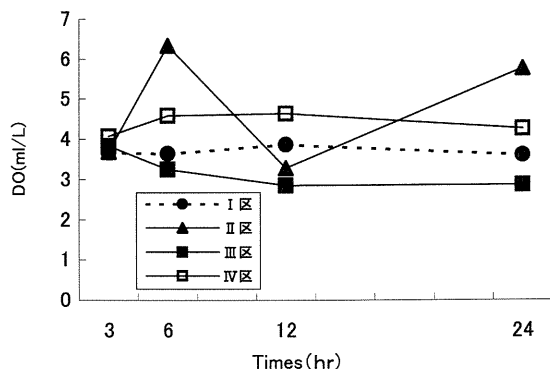


Fig. 4. Changes in DO in the storage tank during the experimental times.

The symbols are the same as in Fig. 1.

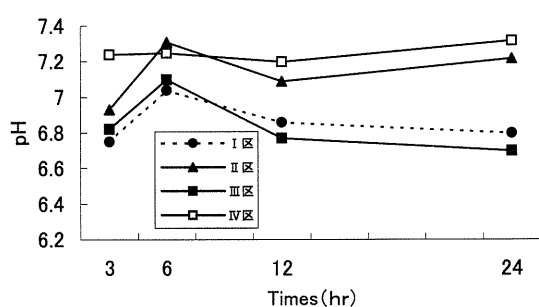


Fig. 5. Changes in pH in the storage tank during the experimental times. The symbols are the same as in Fig. 1.

#### 実験2：活性炭素による海水循環濾過の効果

実験1において、摘採した原藻の品質低下を防ぐ方法として通気することが有効であるという結果を得た。そこで、実験2として通気しながら海水を活性炭素で濾過循環し、原藻を蓄養する方法の有効性について調べた。

試験中の乾ノリの光沢値の変動をFig.6に示した。また、試験中の海水の水温、DO、pHの変動をFig.7, 8, 9に示した。

乾ノリの光沢値は、全ての試験区において3時間後に一旦上昇したが、その後光沢値は、試験区ごとに異なった変動を示した。24時間蓄養した原藻で製造した乾ノリの光沢値を比較した結果、対照区であるI区の光沢値は、摘採直後の14.6%から14.0%へと低下していた。また、通気のみを行ったII区、IV区はそれぞれ15.2%、14.9%となり、ほぼ摘採直後の光沢値を維持した。これらに活性炭素を併用したIII区、V区はそれぞれ16.6%、16.1%と、摘採直後と比較して1.5~2.0%の光沢値上昇が認められた。

水温は11.0~14.7°Cの範囲で変動した。DOとpHは通気のみを併用した試験区に比べ、活性炭素を併用した試験区でより高い値を維持していた。

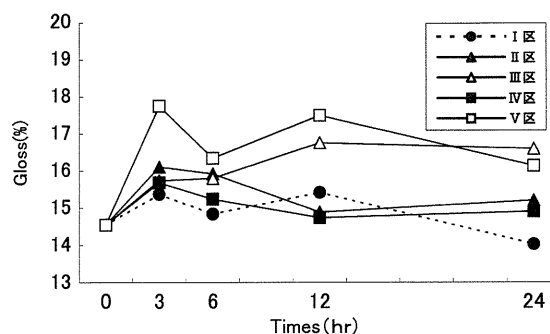


Fig. 6. Changes in the gloss of dried Nori during the experimental times.

I, still standing ; II, aeration ; III, aeration using active carbon ; IV, aeration under all dark ; V, aeration using active carbon under all dark.

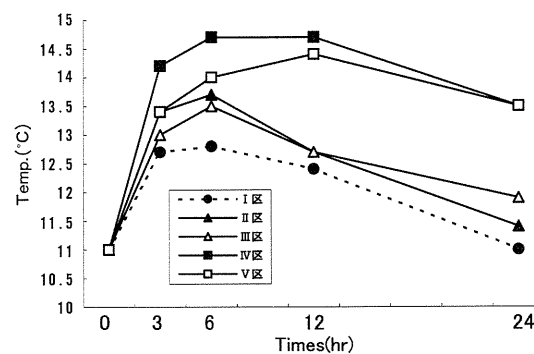


Fig. 7. Changes in water temperature in the storage tank during the experimental times.

The symbols are the same as in Fig. 6.

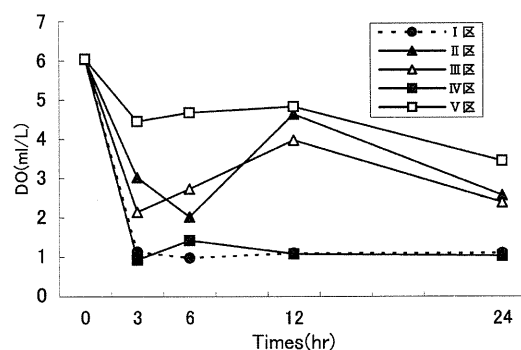


Fig. 8. Changes in DO in the storage tank during the experimental times. The symbols are the same as in Fig. 6.

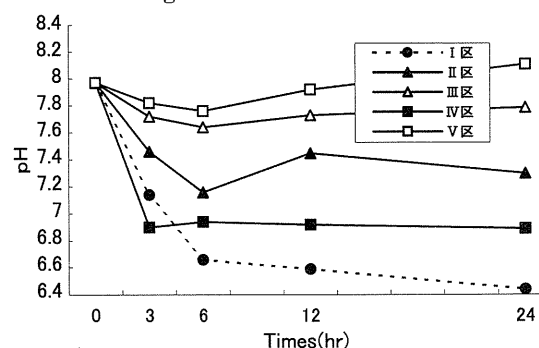


Fig. 9. Changes in pH in the storage tank during the experimental times.

The symbols are the same as in Fig. 6.

### 実験3：蓄養海水量の効果

実験2の結果、通気を行うのに加え海水を活性炭素で濾過することが、原藻の鮮度維持により有効であると考えられた。実験IIIではそれらの試験に加え、原藻と海水の比率が光沢値の維持に及ぼす影響を調べた。

試験中の乾ノリの光沢値の変動をFig.10に示した。また、試験中の海水のDO, pHの変動をFig.11, 12に示した。

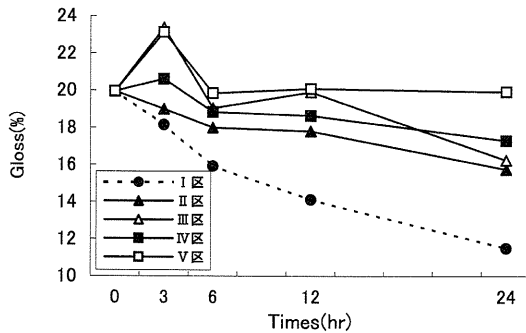


Fig. 10. Changes in the gloss of dried Nori during the experimental times.

I, still standing (seawater : Nori=5 : 1) ; II, aeration (seawater : Nori=5 : 1) ; III, aeration using active carbon (seawater : Nori=5 : 1) ; IV, aeration (seawater : Nori=10 : 1) ; V, aeration using active carbon (seawater : Nori=10 : 1) . Light illumination was 4000Lx. Water temperature was 12°C

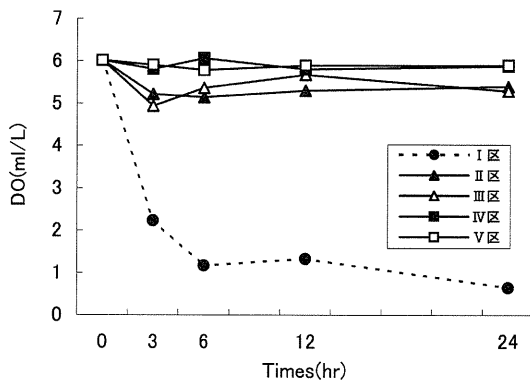


Fig. 11. Changes in DO in the storage tank during the experimental times.

The symbols are the same as in Fig. 10.

乾ノリの光沢値は、活性炭素を使った試験区において3時間後に一旦上昇したが、その後はいずれの試験区も低下した。24時間蓄養した原藻で製造した乾ノリの光沢値を比較した結果、対照区であるI区の光沢値は摘採直後の20.0%から11.5%へと著しく低下していた。また、通気のみを行ったII区(海水：原藻=5：1)、IV区(海水：原藻=10：1)および通気、活性炭素を併用したIII

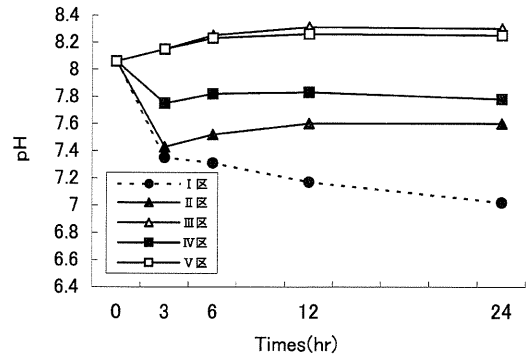


Fig. 12. Changes in pH in the storage tank during the experimental times.

The symbols are the same as in Fig. 10.

区(海水：原藻=5：1)はそれぞれ15.8%, 17.3%, 16.2%となり光沢値の低下は少なかった。通気と活性炭素濾過を併用したV区(海水：原藻=10：1)は19.9%と、摘採直後の製品とほとんど変わらない光沢値を得た。

DOとpHは、通気のみ試験区に比べ、活性炭素を併用した試験区でより高い値を維持していた。また、対照区(原藻)は24時間後の顕微鏡観察の結果、その他の試験区に比べると、細胞質吐出が著しく、細菌等の微生物が大量に増殖していた。

## 考 察

乾ノリのアミノ酸量は、摘採後、陸上に持ってくる方法や時間で異なる<sup>1)</sup>。また、その後の蓄養方法でも製品劣化の程度が異なる<sup>2)</sup>と考えられ、光沢の低下を防止する対策としてノリの代謝物質の影響を少なくして原藻を貯留することが有効である<sup>3)</sup>とされている。

今回の実験1の結果、光沢の低下を防止するには、暗条件で通気しながら蓄養したIV区が最も良い結果を得た。これは、暗条件によりノリ細胞が夜間摘採した状態、すなわち、くもりのおきにくい状態<sup>3)</sup>に移行したためと思われる。さらに海水通気を行うとO<sub>2</sub>やCO<sub>2</sub>ガスの添加が行われて、DOが低下せずにpHの減少は少なくなっている。pHは7未満、9以上になると光合成活性を阻害する<sup>4)</sup>ことからpHの低下が小さかったことが、pH低下による葉体の損傷を小さくした<sup>6,7)</sup>と思われる。また、通気はノリ葉体表面の海水交流を良くして原藻の生理活性を高く保つのに役立っていると考えられる。

実験2の結果、光沢の低下を防止するには、通気しながら活性炭素を用いた海水濾過による各種物質(ノリ葉体の代謝産物、微生物の産生物質・老廃物)を除去するという条件下で良い結果が得られた。海水の活性炭素循

環濾過は、海水の化学的な水質の維持に役立つと同時に海水中の微生物を吸着<sup>11)</sup>して、これらの増殖を抑え、腐敗の進行を抑えていると考えられる。乾ノリの光沢値の低下の原因は、主としてノリ細胞の原形質吐出にあり<sup>4)</sup>、これは微生物の産生物質<sup>5)</sup>や葉体が産生する老廃物が細胞壁を破壊したり、細胞膜に影響を与えることで乾燥条件によって原形質吐出が起きているためであると考えられる。したがって、これら海水にある物質を除去することは製品劣化を引き起こす原因を除くという意味から有効であろう。

実験3の結果、ノリ原藻と濾過海水の比率は、海水：原藻＝5：1で通気、海水濾過の両方を行うよりも海水：原藻＝10：1で通気のみを行った試験区が良い結果を得たことから蓄養海水の比率を高くするほど品質維持に効果があることが明らかとなった。これもpHの低下を抑制していることに起因しているものと思われる。

現在、ノリ漁業者は、原藻を海水中で攪拌しながら蓄養する水槽を持っているが、海水とノリ（湿重量）との比率が20～15：1と海水に対する原藻の量がきわめて少ない例がほとんどである。原藻の鮮度低下を抑え乾製品の光沢の低下を防ぐためには、できる限り蓄養海水を多くするか、それが困難な場合は今回の試験で好結果を得た活性炭素による蓄養海水の循環濾過を行いながら通気と暗条件にすることが良い結果をもたらすと考えられた。また、本実験は、アカグサレ病や壺状菌病が感染していない健全な葉体を用いて行った結果である。長時間の蓄養を可能にする前提条件の一つに、できる限り病気に感染していない葉体を蓄養に供することが大切であることは論を待たない。さらに秋芽網期における通気は、暖かい空気を送ることになりかねないので、水温上昇に注意が必要である。

## 文 献

- 1) 川村嘉応・鷺尾真佐人・山口忠則 (1998)：養殖条件および運搬・蓄養方法によるノリ含有の遊離アミノ酸量の変動. 佐有水研報, (18), 7-14.
- 2) 半田亮司・福永剛・岩瀬光伸・山下輝昌 (1993)：高品質ノリ生産技術の開発に関する研究－III. 福岡県水産海洋技術センター事業報告, 189-192.
- 3) 山下輝昌 (1993)：乾ノリのくもり及びスミノリ症とノリ葉体の硬さとの関係. 福岡水技研報, (1), 171-181.
- 4) 川村嘉応 (1994)：養殖ノリのスミノリ病に関する研究, 佐有水研報, (16), 29-98.
- 5) Y. Kawamura, S. Suzuki, S. Gasa, and R. Kusuda (1997)：Partial purification of a pathogenic substance from *Flavobacterium* species which causes Suminori disease in nori *Porphyra* species. *Microbios.* **92**, 139-145.
- 6) K. Gao, Y. Aruga, K. Asada, T. Ishihara, T. Akano, and M. Kiyohara (1992)：Photorespiration and CO<sub>2</sub> fixation in the red alga *Porphyra yezoensis* Ueda. *Jpn. J. Phycol.* **40**, 373-377.
- 7) 尾形英二 (1963)：アサクサノリの呼吸に関する研究－I 海水濃度・温度・乾燥等の影響. 日水誌, **29**(2), 139-145.
- 8) 尾形英二・松井敏夫 (1963)：アサクサノリの呼吸に関する研究－II 生長物質、窒素化合物の影響および乾燥、pHの影響に関する再検討. 日水誌, **29**(11), 991-995.
- 9) 高坤山・有賀祐勝・浅田浩二・石原利章・赤野徹・清原正高 (1992)：流水条件下における紅藻スサビノリのCO<sub>2</sub>固定の促進効果. 藻類, **40**(4), 397-400.
- 10) E. Ogata and T. Matsui (1965)：Photosynthesis in several marine plants of Japan as affected by salinity, drying and pH, with attention to their growth habitats. *Botanica Marina*, **8**(2-4), 199-217.
- 11) 立本英機 (1997)：おもしろ活性炭のはなし. pp.144, 日刊工業新聞社. 東京.