

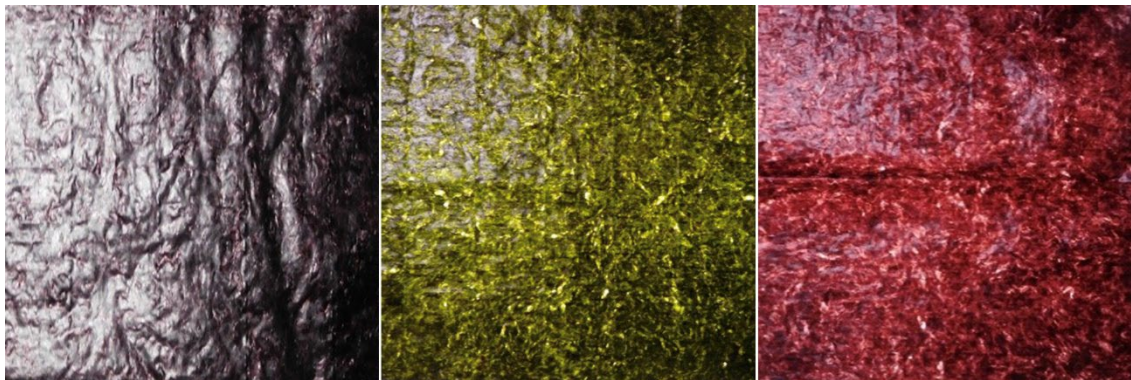
## 焼海苔の色・湿気た海苔の色

### はじめに

「のり」は日本の伝統的な海藻食品の一つである。生ノリをそのまま直接食べることもあるが、食品として流通している最も多い形態は、漁場で育った生ノリを収穫・細断・成形・乾燥した乾海苔（乾のり、ほしのり）またはそれを焼いた焼海苔（焼のり、やきのり）あるいはそれらに味を付けた味付海苔（味付のり、あじつけのり）である。

黒みをおびた乾のり（図 1a）を焼くとのは鮮やかな緑色～緑黄色を呈する（図 1b）。現今では消費者が乾のりを小売店で買って直接自分で焼くことはほとんどなく、焼のりの形で売られているのが普通である。高品質の良いのり程鮮やかな焼き色が出ると言われる。

高品質の良いのりでも長期にわたって室内（常温）で保管すると湿気を吸って赤色～赤紫色に変色してしまうことが多い – いわゆる「湿気たのり」である（図 1c）。このようになってしまうと、まったく美味しくないのりになってしまう。



a. 乾のり

b. 焼のり

c. 湿気たのり

図1 乾のり，焼のり，湿気たのりの色の比較.

前述のようなのりの色の変化にともなって何が起きているのだろうか。色を調べる方法の一つとして、吸光曲線を比較する方法がある。これは分光光度計を使っていろんな波長の光を溶液に当てて吸光度を測定する方法であるが、溶液は透明な真溶液であることが望ましい。しかし、多くの生物試料は不透明なものが多いので生物試料の吸光度を直接測定するのは1960年代中頃までは困難であった。1960年代後半になって、サイドオン型に代わってエンドオン型の光電子増倍管が分光光度計に使われるようになり、不透明な試料についても吸光度の測定がかなり効率よく行えるようになった。このおかげで私が勤めていた大学では、

大変高価ではあったが自記分光光度計が導入されて、ノリの色に関する研究が大きく進展することになった。\*

まず、養殖場で育った生のノリ葉状体を広げて直接分光光度計で可視部吸光度を連続自記記録することが出来るようになったし、生ノリ葉状体をビニルシートの上に広げて乾燥し、その乾燥フィルムの吸光度を自記記録することや吸光度の経時変化を記録することが出来るようになった。さらに、ノリ葉状体の薄い試料だけでなく、乾のりのような厚い試料の吸光度も測定できるようになった。その結果、生のノリも、乾燥したフィルム状のノリも、乾のりのような厚い試料も色の特徴は吸光曲線に同じように表われることが確認できた。

### 焼のりの色の変化

スサビノリ葉状体の乾燥フィルムの可視部吸光曲線では、図 2 の実線で示すように 5 つのピーク（吸光極大）が見られる。最も左と最も右のピークは主にクロロフィル *a*（緑色）によるものであり、左から 3 番目のピークはフィコエリスリン（赤色）によるものであり、左から 4 番目のピークはフィコシアニン（青色）によるものである。これら色素の含量が多いほどこれらのピークは高くなる。このようなノリ葉状体フィルムを熱する（焼く）と図 2 の点線のように左から 3 番目のピークが明確に消える。すなわち、ノリ葉状体の乾燥フィルムを焼くことにより赤色のフィコエリスリンが変性（破壊）してクロロフィル *a* の色が目立つようになるので葉状体は鮮やかな緑色を呈することになるのである。

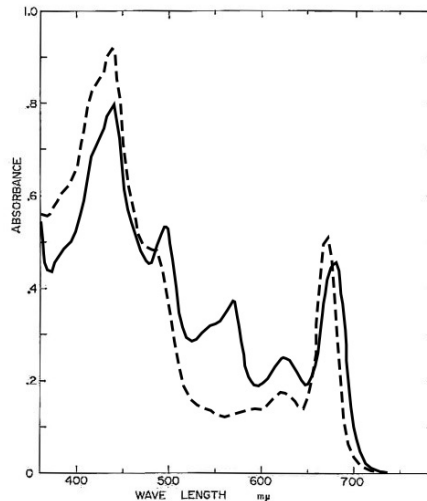


図 2 スサビノリ葉状体乾燥フィルムの可視部吸光曲線。焼く前（実線）と後（点線）の比較。横軸は波長（nm）、縦軸は吸光度。

スサビノリから抽出したフィコエリスリンの水溶液の吸光度を測定すると図 3 の実線のような吸光曲線が得られる。この水溶液を熱すると赤い色が消えて点線のような吸光曲線が得られる。すなわち、フィコエリスリンは熱により破壊（変性）されることが分かる。

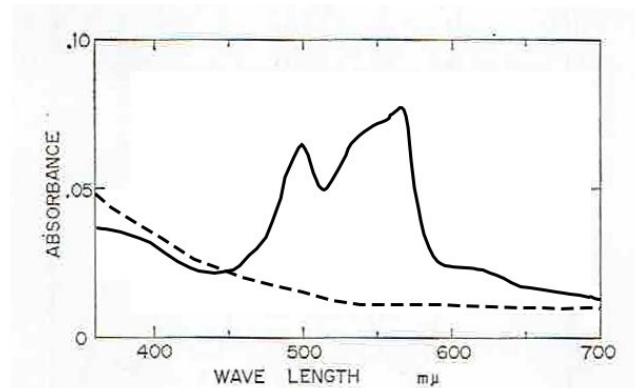


図3 スサビノリから抽出したフィコエリスリンの水溶液（実線）とそれを熱した時（点線）の吸光曲線の比較. 横軸は波長（nm）、縦軸は吸光度.

1960年代中頃までは「乾のりを焼くとフィコエリスリン（赤色）がフィコシアニン（青色）に変化し、クロロフィル $a$ の緑色と相まって鮮やかな緑色を呈する」といわれ、水産化学のテキストにもこのような説明が記述されていた。しかし、図2の結果でも図3の結果でもフィコエリスリンは熱によって消えているものの、フィコシアニンが増加したことを示す兆候は認められず、この説明は間違いであることが分かる。

### 湿気たのりの色の変化

乾のりが湿気ると図1に示したように赤～赤紫色に変色する。スサビノリ葉状体の乾燥フィルムについてその過程を追跡してみた。ノリ葉状体の乾燥フィルムを常温で室内放置して、0、31、40、61日目の吸光曲線を記録したのが図4である。同一の葉状体を測定しているので、きれいな結果が得られた。大きな変化は最も左側と最も右側のクロロフィル $a$ によるピークで、およそ2か月でほぼ完全に消えている。かなりはっきりしたピークが残っているのは左から3番目のフィコエリスリンの吸収によるピークであり、左から4番目のフィコシアニンの吸収によるピークは若干残っているもののほとんど消えていると判断される。すなわち、水分が供給されて湿気ることによってクロロフィル $a$ が破壊（変性）されてフィコエリスリンが残っているのである。

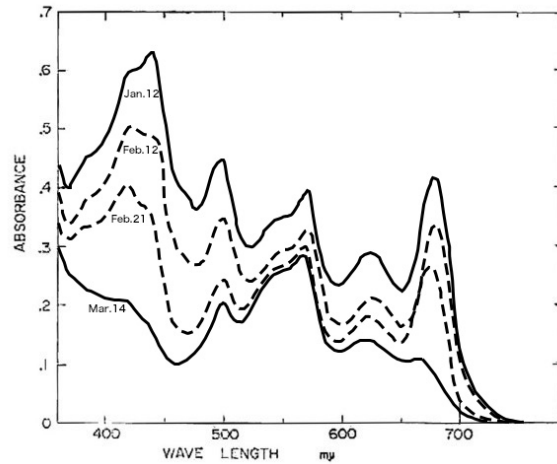


図4 スサビノリ葉状体の乾燥フィルムを常温放置した時の吸光曲線の変化。  
0 (Jan.12), 31 (Feb.12), 40 (Feb.21), 61 日目 (Mar.14) の吸光曲線。  
横軸は波長 (nm), 縦軸は吸光度。

湿気たノリ葉状体の乾燥フィルムを焼いた時の吸光曲線の変化を記録したものが図 5 である。湿気たノリで残っていたフィコエリスリンによる吸収は、焼くことによって完全に消えている。この結果はやはり熱することによってフィコエリスリンが消えることを示している。(短波長側で吸光度が高くなっているのは、焼くことによってノリ葉状体乾燥フィルムが不透明になるからである。)

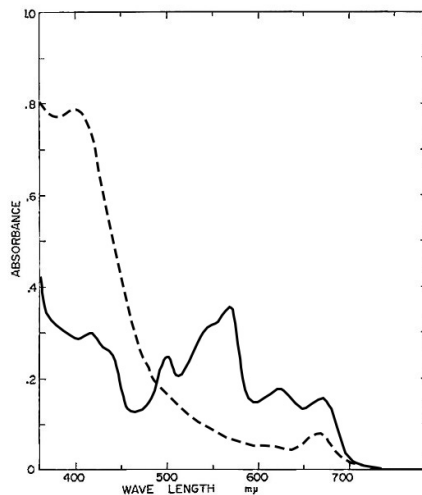


図5 湿気たスサビノリ葉状体の乾燥フィルム (実線) とそれを焼いた時 (点線) の吸光曲線の比較。横軸は波長 (nm), 縦軸は吸光度。

以上のように、ノリの色の変化のうち、乾のりを焼いた時の緑色への変化と乾のりが湿気た時の赤変について可視部吸光度の変化に基づいて説明することが出来る。赤変を防ぐには、出来る限り湿度を低く保つこと、低温 (冷凍が有効) に保つことなどに配慮して保存するこ

とが重要である。長期にわたって保管するのではなく、なるべく早く食べるのが最も良い食べ方と言えよう。

\*註： 本稿で扱っている「吸光度」と色素濃度との関係は厳密には単波長の光が真溶液（透明な溶液）に当たった時に成り立つ。多くの生物試料は一般に不透明であり、光が当たった時には吸収と共に反射・散乱が生じるので、不透明試料に関しては「吸光度（absorbance）」ではなく「減光度（attenuance）」と呼ぶべきである。しかし、一般読者の理解しやすさを考慮して、あえて「吸光度」を用いた。

## 執筆者

有賀 祐勝（あるが・ゆうしょう）

一般財団法人海苔増殖振興会副会長、浅海増殖研究中央協議会前会長、  
公益財団法人自然保護助成基金顧問、東京水産大学名誉教授、理学博士