

深層水栽培褐藻類の有用成分開発

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部
楠見 武徳

はじめに

近年、「海洋深層水」という固有名詞は人々の間にしっかりと根を下ろしている。その神秘的で清浄なイメージとコマーシャリズムが相まって、飲料水、食品、化粧品、および他の多くの日用品に海洋深層水が用いられている。一方、現在のブームは海洋深層水を「一次原料」として使用するものであり、「二次産業」すなわち海洋深層水を使用して水、塩以外の二次的な産物を得る産業はまだ発展途上といえる。ブームは右上がりの状態に対する呼称で、右上がりには永久に続くものではない。力のあるうちに海洋深層水を利用した二次産業を確立する方策を立てておく必要がある。

高知県海洋深層水研究所は、海洋深層水を一次原料とする産業を飛躍的に振興した日本の「さきがけ」である。それと同時に、海洋深層水の特性に基づいた二次産業として海藻養殖を実現化した先駆者といえる。

著者は、長年にわたり海藻が生産する有用化学

物質の探索を行って来たが、平成14年から3年間、高知県海洋深層水研究所（以下、深層水研）による委託研究の形で海洋深層水で培養した褐藻類の有用成分の研究を行った。本稿はその間に得られた成果について報告する。

カヤモノリの化学成分

カヤモノリは世界的に広く分布する海藻で冬から春にかけて潮間帯上部から中部にかけて生育する。一部の地方では食用にされるが、気候による生育密度の変動や採取の手間等の要因で不安定な天然食用資源である。

深層水研ではカヤモノリの海洋深層水による培養に成功しており、資源探索レベルでの安定で大量の供給が実現化した。著者らは深層水研で培養したカヤモノリの化学成分研究を行った結果、図1に示す化合物1-5を見だし、それらの化学構造を各種器機分析により決定した。これらの化合物はユニークな構造を有し、学術的にも興味を持たれるため深層水研との共著で国際雑誌に論文発表

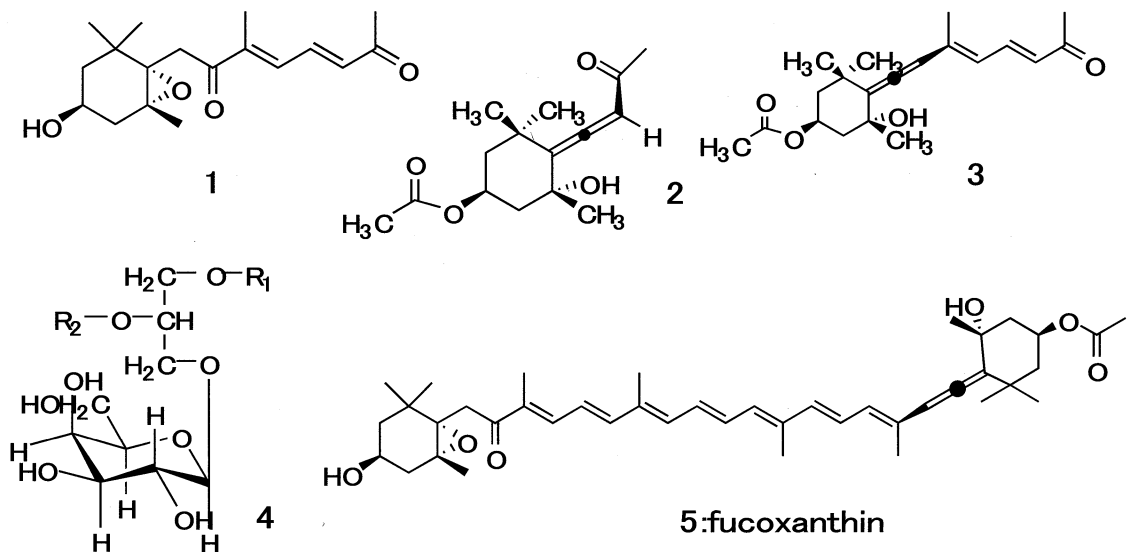


図1 カヤモノリから得られた化学物質の構造

した。

有用成分フコキサンチンの定量

カヤモノリから得られた化合物5（フコキサンチン:FUCOX）は褐藻類に普遍的に含まれる色素であり、強い抗酸化作用とガン細胞に対する生育阻害作用が報告されている。この物質は鮮やかな赤色を呈しており食品色素や化粧品添加物としての使用が期待されるが、まだ実用的に用いられた例がない。ラン藻から得られるアスタキサンチンと同じカロテン類であるが、アスタキサンチンがサプリメントや卵の色づけ等に用いられている事を考慮すると、FUCOXを褐藻から効果的に抽出する方法の開発が望まれる。

著者らは褐藻中のFUCOX含量を簡便かつ信頼性高く定量できる方法論を確立し、深層水培養の褐藻および通常海水で生育した褐藻中の含量比較、培養条件や生育段階による含量変動をあきらかにするための研究を行った。

試料である褐藻をカミソリでほぼ5mm角の切片としメタノールに漬け（1g/30ml）室温で遮光下2日放置する。メタノール部分1mlを取りこれに蒸留水1mlを加え、混合物溶液をセブパック（Sep-Pac）（プラスチック製シリンドリ形状：容量1cc）の上部から流し込み、さらにメタノール：水（1：1）（2ml）についてメタノール：水（8：2）（2ml）を流した後、メタノール：水（9：1）（4ml）で溶出する。得られた溶液を同溶媒で5mlに

定容し分光計で451nmの吸光度を測定する。その際にE（1%，1cm）1,174の値を定量基準値として用いる。この方法論は分光計があれば手軽で安価に測定可能であり、再現性にも優れている。

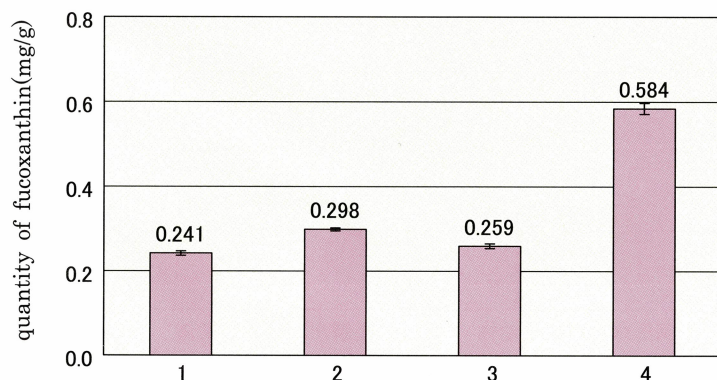
深層水培養褐藻中のFUCOX含量

図2は深層水研で培養したカヤモノリ（エントリー1）、ワカメ（エントリー2）、ホソメコンブ（エントリー3）、ハバノリ幼体（エントリー4）について上記の方法によりFUCOXを定量した結果である。前3者のFUCOX含量はそれぞれ、0.241, 0.298, 0.259mg/gでほぼ同一の値を示している。ところがハバノリ幼体については0.584mg/gという高い含量を示している。

褐藻の若いステージの方がFUCOX含量が高いことは次に行われた実験（図3）でも確認された。すなわちワカメの雌性配偶体（エントリー7）、雄性配偶体（エントリー8）の含量（それぞれ1.63, 2.67mg/g）は他の成体海藻と比較して数倍であることが分かる。

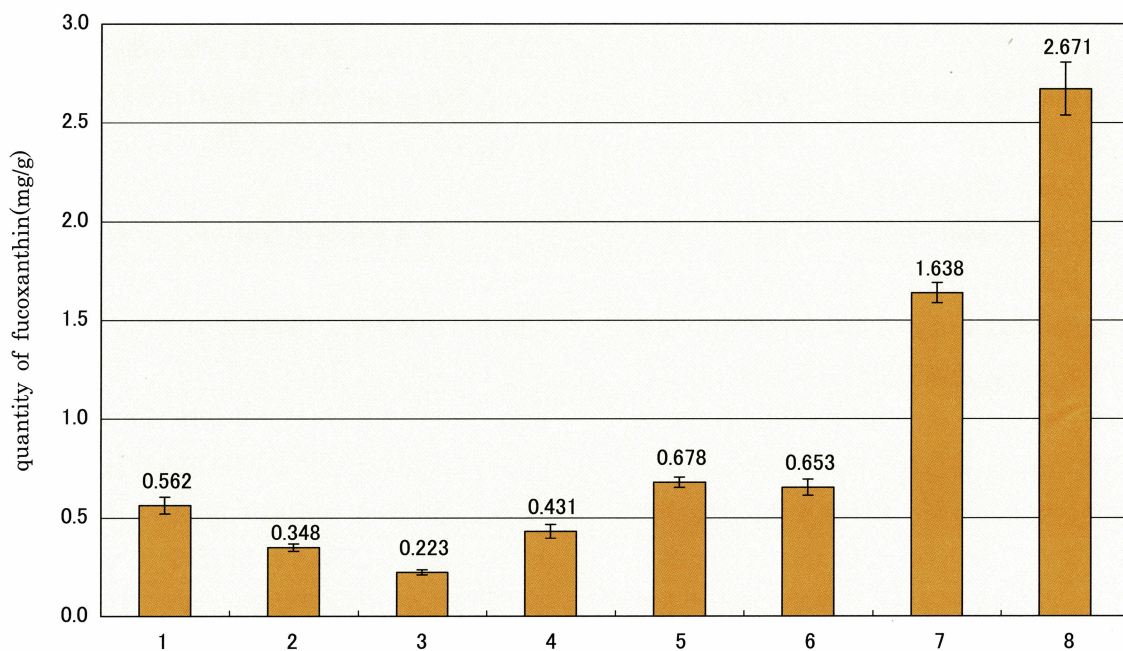
各色LED照射下での海藻培養とFUCOX含量への影響

LEDは白熱光と比べ波長が選択的でありまた消費電力、発熱量ともに低くハウスにおける作物栽培の補助光として用いられている。海藻培養にLEDを用いた例は殆どなく、各色LED照射下で生育させた褐藻中のFUCOXの変化に興味を持たれる。緑、青、



Brown alga	
1	<i>Scytosiphon lomentaria</i>
2	<i>Undaria pinnatifida</i>
3	<i>Laminaria religiosa</i>
4	<i>Petalonia binghamiae</i> (seed)

図2 深層水培養の4種（右表）の褐藻中のフコキサンチン（FUCOX）含量。



brown alga		brown alga	
1	<i>Scytosiphon lomentaria</i> (seed)	5	<i>Scytosiphon lomentaria</i> (cryopreserved)
2	<i>Undaria pinnatifida</i>	6	<i>Petalonia binghamiae</i> (cryopreserved)
3	<i>Laminaria religiosa</i>	7	Female gametophyte of <i>Undaria pinnatifida</i>
4	<i>Petalonia binghamiae</i>	8	Male gametophyte of <i>Undaria pinnatifida</i>

図3 幼体海藻と各種海藻（下表）とのFUCOX含量の比較

赤、近赤外LEDを用いカヤモノリおよびハバナリを培養し、FUCOX定量を行った。その結果、どの色のLEDでも海藻の生育は遅いが、FUCOX量は通常培養のものと比較してやや多いことが判明した。

深層水および表層水培養ハバナリ幼体のFUCOX含量

これまでの結果より若いステージの褐藻のFUCOX含量は成体のものよりも大きいことが証明された。

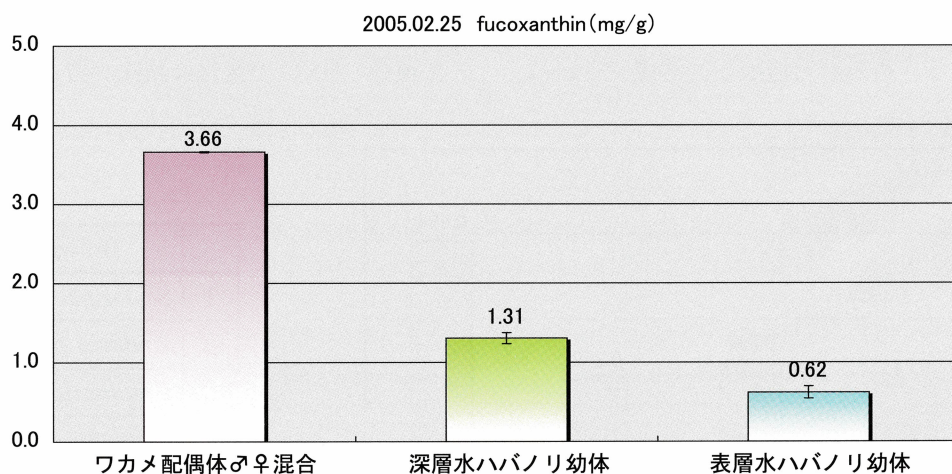


図4 ワカメ配偶体、深層水及び表層水培養ハバナリ幼体中のFUCOX含量

しかし深層水と表層水中で褐藻を培養すると両者のFUCOX含量に差がでるのだろうか。図4は深層水培養（中央）および表層水培養（右）のハバノリ幼体中のFUCOX含量を示している。非常に興味あることに深層水培養したハバノリ幼体の方が表層水培養のものより約2倍のFUCOXを含有していることがわかる。この原因は定かでないが、やはり栄養素濃度が高い深層水で培養すると海藻の生育が順調で、海藻の物質生産量も高くなると考えるのが自然であろう。また図4はワカメ配偶体のFUCOX含

量はハバノリ幼体よりも数倍高いことを示している。これらの結果より、ワカメ配偶体（左）を深層水で大量に培養する技術を開発すれば、FUCOXを高収率で得ることができることが示唆された。

おわりに

本研究遂行にあたりお世話になった深層水研の皆様へ感謝する。