

〈一般研究課題〉 新規珪藻の陸上養殖によるフコキサンチンの生産

助成研究者 豊橋技術科学大学 広瀬 侑



新規珪藻の陸上養殖によるフコキサンチンの生産

広瀬 侑
(豊橋技術科学大学)

Production of Fucoxanthin by Cultivation of a Novel Diatom Strain

Yuu Hirose
(Toyohashi University of Technology)

Abstract :

Fucoxanthin is a photosynthetic pigment found in algae and has attracted attention for its promising pharmacological properties, including anti-obesity effects, making it a strong candidate for use in functional foods. Currently, fucoxanthin is extracted from seaweeds such as kelp and wakame; however, its low content in these sources has led to high production costs and limited supply. Establishing a new, cost-effective method for fucoxanthin production could enable broader accessibility and drive significant expansion of the fucoxanthin market. In the course of our research on microalgae, we discovered a novel diatom species that thrives under extreme environmental conditions. When cultivated under outdoor open-air conditions, this diatom exhibited almost no contamination by other organisms and could be efficiently cultured over an extended period. In this study, we aimed to advance the practical application of fucoxanthin production using this novel diatom by developing a large-scale outdoor open cultivation system, and by conducting purity analysis and safety testing of the produced fucoxanthin.

1. はじめに

フコキサンチンとは藻類の光合成色素であり、抗肥満作用等の優れた薬理作用を持つことから、機能性食品としての応用が期待されている。現状、フコキサンチンは、昆布やワカメ等の海藻から抽出されているが、その含有量は低く、価格の高騰(フコキサンチン1gあたり約15,000円)を招い

ている。一方で、フコキサンチンの世界市場は世界で数百億円とも推定され、その市場は毎年成長し続けている。フコキサンチンを低コストに生産するための新しい手法を確立できれば、より幅広いユーザーへのフコキサンチンの提供が可能となり、その市場の飛躍的な拡大が期待できる。しかし、大量培養が確立されたクロレラやスピルリナ等の他の藻類と比べて珪藻はコンタミネーションの防止が難しく、その大量培養技術について世界中で研究開発が進められている(参考文献1および2)。我々は微細藻類の研究に取り組む過程で、ある極限条件に生息する新規珪藻を発見した(特許出願中)。新規珪藻を屋外の開放条件で培養したところ、他の生物のコンタミネーションを全く起こさず、長期間に渡って効率よく培養することができた。本研究では、新規珪藻を用いたフコキサンチン生産の実用化を進めるため、大規模な屋外開放培養システムの構築と、生産したフコキサンチンの純度評価と安全性試験に取り組んだ。

2. 試料および実験方法

屋外の温室内に設置した100L水槽を用いて新規珪藻の連続培養を行った。培養時には水槽に蓋を半分だけ被せ、半分はそのままとした。外部から昆虫等が侵入する過酷な環境である。また、回収した細胞にエタノールを加えて総色素を抽出し、クロマトグラフィーによってフコキサンチンを分離・精製を行った。精製したフコキサンチンを高速液体クロマトグラフィー質量分析装置によって解析した。

3. 実験結果

培養期間が長くなるにつれて、珪藻の細胞密度が増加するとともに、クロロフィル蛍光強度が増加した(図1)。一方で、細胞密度あたりのクロロフィル量は、ほぼ一定の値に保たれていた。このことは、培養液中において他の生物の増殖が抑制されており、クロロフィルを有する珪藻のみが増殖していることを示している。実際に培養液の一部を採取し、顕微鏡観察を行ったが、目立ったコンタミネーションは確認できなかった。このことは、この珪藻類を用いることで、屋外での大規模な培養が事業化できる可能性を示している。なお、培養時期が冬季であったため、培養液の温度が上がらず、細胞の増殖速度がやや遅い傾向があった。今後は、細胞の増殖速度をより向上させるため、温暖な季節での実験や、厳密な温度制御を行う予定である。また、より高い細胞の生産性を実現させるため、プラスチックバッグを用いた培養装置の試作と、温室での試験に取り組んだ。こ

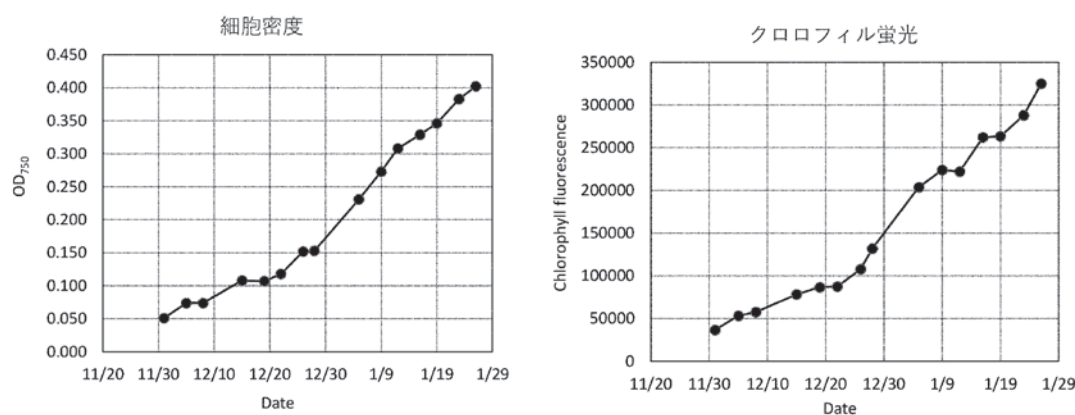


図1, 100L培養槽を用いた珪藻の屋外大量培養試験

らの結果の詳細については特許出願準備中のため、報告は割愛する。

また、培養液に塩を含まない淡水培地と、塩を含む海水培地における増殖能の比較を、実験室内の小スケール培養試験によって行った。淡水培地は畑などの塩害が問題となる地域での利用、海水培地は海水を利用した培養や、海水魚の給餌へ利用することを想定した。その結果、珪藻は淡水及び海水の両方で同様の生育速度を示すことが明らかとなった。続いて、培養した細胞に含まれるフコキサンチンの量の評価を高速液体クロマトグラフィー(HPLC)分析によって行った。Aはフコキサンチン標準品 $50\mu\text{g}/\text{mL}$ 、Bは淡水培地で培養した細胞の抽出液、Cは海水培地で培養した細胞の抽出液のHPLC分析結果を示す。淡水培地を用いて培養した場合と海水培地を用いて培養した場合とのいずれにおいても、フコキサンチン標準品と同じ保持時間において明確なフコキサンチンのピークが観測された。検量線で得られたピークとの比較から、細胞に含まれるフコキサンチン濃度は、淡水培地培養条件では、乾燥重量あたり $0.47\%(w/w)$ 、海水培地培養条件では、 $0.25\%(w/w)$ であることがわかった。この値は一般的な珪藻と比べて格段に優れているわけではないが、本珪藻はシリカ成分を主とする厚い外殻を有しているため、フコキサンチンの重量比が小さくなった可能性が考えられた。今後は、フコキサンチン以外の有用成分の分析を進めていく予定である。

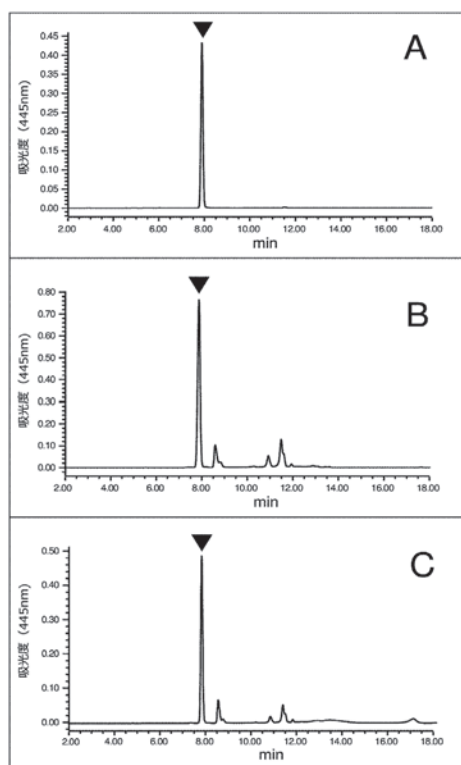


図2、フコキサンチン標準品(A)、淡水培地(B)および海水培地(C)で培養した細胞抽出物のHPLCのクロマトグラム

参考文献

1. Filomena Monica Vella, Angela Sardo, Carmela Gallo, Simone Landi, Angelo Fontana, Giuliana d'Ippolito, Annual outdoor cultivation of the diatom *Thalassiosira weissflogii*: productivity, limits and perspectives, *Algal Research*, 42, 2019, [https://doi.org/ 10.1016/](https://doi.org/10.1016/)

j.algal.2019.101553.

2. Thierry Lebeau, Jean-Michel Robert, Diatom cultivation and biotechnologically relevant products. Part I: cultivation at various scales, *Appl Microbiol Biotechnol* 60(6): 612- 23, 2003, doi: 10.1007/s00253-002-1176-4.