

北方系紅藻の陸上栽培に関する研究事業（共同研究）

北海道大学大学院水産科学研究院 熊谷祐也

岸村栄毅

共和コンクリート工業(株) 海藻技術研究所 川越 力

公益財団法人函館地域産業振興財団 木下康宣

鳥海 滋

1. 背景と目的

主に北海道沿岸に分布する北方系の海藻「ダルス」が、乾燥重量の40%近くをタンパク質が占め、タンパク質の主成分であるフィコエリスリンや抗酸化作用を持つルテインなどの機能性成分を豊富に含むことを見出し、新規地域資源としての有望性を明らかにしてきた。しかし、北方系海藻は養殖されておらず、波の荒い冬季の一時期に、沿岸域に自生しているものや、コンブ養殖施設のロープから採取されたものに限られ、不足している状況にある。本申請課題では北方系紅藻ダルスの陸上栽培における栽培条件の検討およびタンパク質成分の簡易的な評価方法の開発について検討した。

2. 試料及び方法

陸上栽培及び天然ダルスを採取後、水道水で洗浄した後、凍結乾燥したものを用いた。ダルス微粉末は、ダルス藻体をワンダーブレンダー（大阪ケミカル）を用いて、標準フタで15秒間粉碎し、次いで微粉碎フタで15秒間粉碎することで調製した。ダルスフィコエリスリン（PE）を微粉末に対して20倍容量（w/v）の蒸留水を加えて攪拌後、4°Cで6時間静置し、4°C、10,000×gで10分間遠心分離をして上清を回収し、これをPE画分とした。試料の色彩を色彩色差計（日本電色工業）を用いて色彩値 L^* , a^* , b^* として得た。試料のアミノ酸組成は6 M HCl で加水分解したものを分析した。

陸上栽培により1 cmのサイズとなったダルスを試料として用いた。標準条件として試料重量の100倍容量（w/v）の海洋深層水を用いて4°C、12時間明暗周期、白色LED 120 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ とし、日長：短日 8L:16D、長日 16L:8D；光量：低光量 10 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ 、高光量 400 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ について検討した。海水を24時間ごと交換し、残存する窒素イオンを測定した。1週間後、試料を回収し、その成分を分析した。

3. 結果及び考察

紅藻の主要なタンパク質成分としてフィコビソームが挙げられる。そのうち、フィコエリスリン（PE）は赤色色素を持ち、フィコビソームの主な構成成分である。試料に含まれるPEを

指標とし、色とタンパク質成分の関連について検討した。藻体は色差計において 600 及び 640 nm の 2 つの反射ピークを示した。一方、PE 画分において 640 nm の反射ピークが優位に検出された。藻体と PE 画分に含まれる PE 量を比較したところ、640/600 比の変化が PE 量の変動と一致した。また、PE 画分のアミノ酸組成は藻体のものよりも分岐鎖アミノ酸であるロイシン、イソロイシン及びバリンを 1.2 倍ほど多く含むことが分かった。

栄養塩類は海藻の成長に必須な成分であり、窒素やリンの消費が多く、その中でも窒素イオンが成長の律速となる。そこで、各栽培条件において試料の重量および溶存窒素イオンについて検討した。各条件において試料の重量変化はほぼなく、また溶存窒素イオン濃度においてもほとんど減少が見られなかった。このことから試行した条件下では十分に栄養成分が含まれることが分かった。

4. まとめ

本研究では紅藻ダルスの陸上栽培における栽培条件とタンパク質成分の簡易的な評価方法について検討した。試行した栽培条件において成長に優位な差が見られなかったことから、より高密度な条件での栽培が可能であることが示唆された。成分の評価方法では、色と成分の関連が明らかとなった。その中でも特定の色調から筋形成に必要なアミノ酸を多く含む試料を評価するのに有効な手法であることが示された。

5. 謝辞

本研究を遂行するにあたり、多大なご支援を賜りました公益財団法人 南北北海道学術振興財団に厚く御礼申し上げます。また、試料ダルスを栽培いただいた八雲町の木村和世様に感謝申し上げます。アミノ酸組成分析をして頂きました北海道大学 創成研究機構 グローバルファシリティーセンター 機器分析受託部門に厚く御礼申し上げます。

6. 本試験に関連する 2021 年度の学術論文等

1. Y. Fujii, M. Kobayashi, Y. Miyabe, H. Kishimura, T. Hatanaka and Y. Kumagai. Preparation of $\beta(1\rightarrow3)/\beta(1\rightarrow4)$ xylooligosaccharides from red alga dulse by two xylanases from *Streptomyces thermogriseus*. *Bioresources and Bioprocessing* (2021) **8**:38.
2. Y. Nishida, Y. Miyabe, H. Kishimura, Y. Kumagai. Monthly variation and ultraviolet stability of mycosporine-like amino acids from red alga dulse *Palmaria palmata* in Japan. *Phycology* (2021) **1**:119.
3. 前田侑也, 山本竜矢, 熊谷祐也, 岸村栄毅. 季節変動から紐解くダルス「MAAs」産業利用への試み. ステージセッション『優秀賞 (産学連携「クリエイティブネットワーク」賞)』キャンパス・コンソーシアム函館 2021.
4. Y. Nishida, W. Saburi, Y. Miyabe, H. Kishimura, Y. Kumagai. Characterization of Antioxidant Activity of Heated Mycosporine-like Amino Acids from Red Alga Dulse *Palmaria palmata* in Japan. *Marine Drugs* (2022) **20**:184.