

海藻のフコキサンチン分析と利用加工

鳥海 滋、青木 央、吉岡武也

Quantitative Analysis and Usage Characteristics of Fucoxanthin in Seaweeds

Shigeru Toriumi, Hiroshi Aoki, Takeya Yoshioka

要 旨

フコキサンチンはコンブやアカモク等の海藻に含まれるカロテノイド色素であり、抗肥満作用等の機能が注目されている。海藻のフコキサンチンを利活用するために、簡易な分析法を開発し、コンブ市販品や加熱加工・保存にともなうフコキサンチン含量の変化について調査した。

海藻は健康素材としてあらためて注目されている。北海道は従来より海藻の主要な生産地であり、特に北海道南部で生産されるマコンブは、葉が大きく良質なダシが取れるとして評価されてきた。最近の研究により、褐藻類に含まれるカロテノイド色素のフコキサンチン (fucoxanthin) に抗肥満作用、糖尿病予防効果等の機能が明らかにされている^{1), 2)}。フコキサンチンを含有するコンブ、アカモク、ウガノモク等の褐藻類は、函館近郊において生産される海藻である。これらの海藻の機能性成分を活かして付加価値の高い製品の開発を行うためには、フコキサンチンの分析法をマニュアル化し、保存方法や加工特性を評価する必要がある。ここでは、産業利用の多いコンブ (昆布) を例にしながら、分析方法の開発とその実施例を紹介する。

フコキサンチンは全ての褐藻類に含まれ、藻類生体内では葉緑体の膜タンパク質と結合し、光合成補助色素として機能している。化学的には、フコキサンチンはカロテノイド色素に分類され、カロテノイドに共通する共役二重結合 (イソプレノイド構造) に加え、エポキシドやアレン構造を有する (図1)。

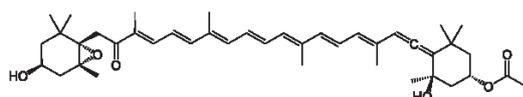


図1 フコキサンチンの構造式

一般にカロテノイドは光や熱、酸素に対して不安定であると言われている。また、フコキサンチ

ンは橙色を呈し (極大吸収波長450nm)、極性の低い溶媒に溶けやすい等の性質を有する。

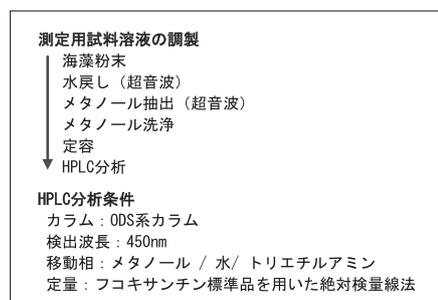


図2 フコキサンチン分析法の概要

フコキサンチンの分析法は北海道大学・宮下³⁾、神戸大学・金沢⁴⁾らの生の褐藻類のフコキサンチン分析で用いられる方法をもとに、操作工程の簡略化と分離の改善を図った。すなわち、コンブ乾燥品はミルで粉碎して微粉末を得、水戻しした後、メタノールを溶媒として超音波で繰り返し抽出して測定用試料溶液とした。ODSカラムを用いたイソクラチックな高速液体クロマトグラフィー (HPLC) により成分を分離し、可視部の吸収によりフコキサンチンを検出した。定量は市販のフコキサンチン標準品のピーク面積との比較により行った (図2)。本法によるフコキサンチン定量下限値は0.2mg/100gであった。クロマトグラム例を図3に示した。

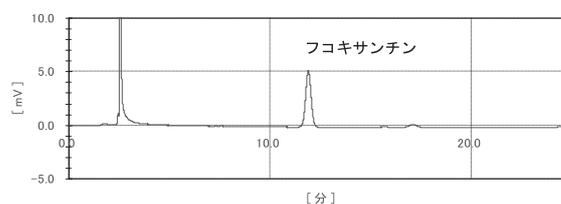


図3 コンブ乾燥品のクロマトグラム例

食品分析フォーラム（事務局：国立研究開発法人産業総合技術研究所・四国センター内）は全国の公設試験研究機関等を会員とし、地域特産食品の機能性成分について統一された信頼性の高い分析法を確立する活動を行っている⁵⁾。フォーラムでは、会員機関が各地域産食品に含まれる機能性成分の分析法プロトコルを提案し、事務局が共同分析用サンプル（各地特産食品の凍結乾燥粉末試料）を製作する。プロトコルは参画機関の試験室間の共同分析により改善し、最終的に査読委員会がフォーラム標準分析法として承認する（平成29年度までに7つの分析法のフォーラム標準化を達成）。

北海道立工業技術センターからは「コンブのフコキサンチン分析法」を提案し、共通試料（コンブ乾燥粉末）を用いた室間共同分析を2回実施して妥当性を評価した。前述の分析法に改善して臨んだ第2回目の室間共同分析（9試験室）では、フォーラム基準である分析値の相対標準偏差10%以内であることを満たすなどし、平成29年1月に食品分析フォーラム標準分析法として承認された⁶⁾。

市販のコンブ乾燥品を収集して、フコキサンチン含量を調査した。コンブ乾燥品は、函館市内・近郊のスーパーや小売店において市販品を購入して試料とした。分析の結果、20アイテム（マコンブ、ミツイシコンブ、リシリコンブ、ガゴメ）全てのコンブ製品からフコキサンチンが検出された（図4）。コンブ乾燥品のフコキサンチン含量は、コンブの種類による一定の傾向は見出されず、0.5～42mg/100gと幅があった（平均13mg/100g程度）。カロテノイドは熱や光、酸素に対して不安定と言われているため、コンブ市販品においても原料自体のフコキサンチン含量の違いに加え、加工や保存方法によって製品の含量が大きく変化した可能性が考えられた。

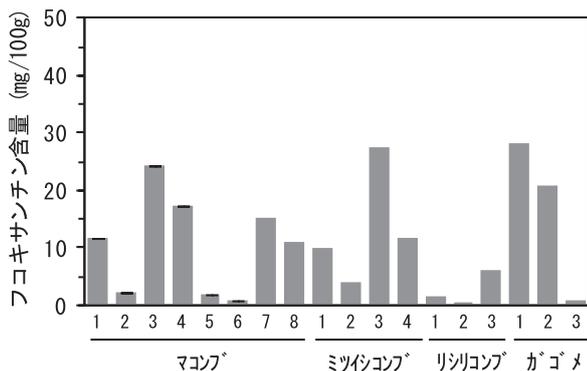


図4 市販コンブ乾燥品のフコキサンチン含量

そこで、海藻素材の加工処理によるフコキサンチンの量的変動に関して、乾燥コンブ（乾熱加工）、生コンブ（湿熱加工）をモデルとして、素材におけるフコキサンチンの熱安定性について検討した。その結果、フコキサンチンを含むカロテノイドは熱に対して不安定であるとされるが、コンブ素材のまま（フコキサンチンが海藻組織内に保持された状態で）加熱加工した際は、フコキサンチンは100℃・10分程度の短時間の加熱加工では損なわれないことが分かった（図5）。ただし乾熱・湿熱加工とも、温度・時間の増加とともにフコキサンチンは減少した（乾燥コンブの焼成では100℃・1時間、生コンブのボイルでは100℃・1時間でフコキサンチン含量が半減）（生コンブはデータ示さず）。

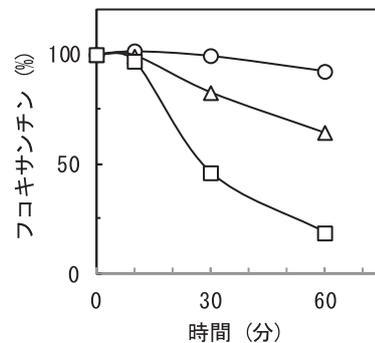


図5 コンブ乾燥品の耐熱性
80℃ (○)、100℃ (△)、120℃ (□)

また、保存時のフコキサンチンの安定性について調査した。コンブ乾燥品は、高ガスバリア性の袋に密封し、遮光して所定の温度で保存した（25℃のみ脱酸素剤条件、および約1,500lx 光照射条件を設定）。異なる条件下で90日間保存した結果、4℃以下では概ねフコキサンチン含量は保たれるのに対し、25℃、40℃では明らかに減少した（各40%、10%）。また、25℃では光の影響によるフコキサンチン量の減少も確認された（図6）。

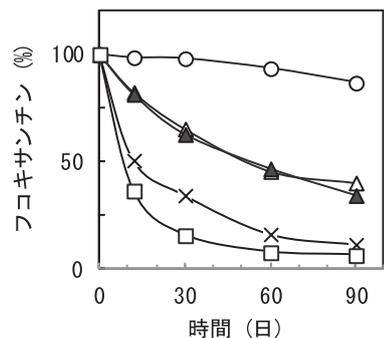


図6 コンブ乾燥品の保存性
4℃ (○)、25℃ (△、▲脱酸素剤、×光照射)、40℃ (□)

以上、フコキサンチンの簡便な分析法を開発し、これにより多検体の分析が容易となった。また、分析プロトコル「コンブ乾燥品のフコキサンチン分析法」は食品分析フォーラム標準分析法として承認された。本法を用い、市販コンブ乾燥品のフコキサンチン含量を調査したところ、0.5～42mg/100gと幅があった(平均13mg/100g程度)。フコキサンチンは熱により減少する傾向にあるが、10分程度の短時間の加熱加工ならば、コンブのフコキサンチンはほとんどが残存することが分かった。一般的に、コンブは湿気を避け、乾燥した状態で保存するのが良いとされている。しかしながらフコキサンチンに着目した場合、これに加え低温(冷蔵以下)で保存するのが好ましいことが分かった。本取り組みで得た知見を用い、地域企業の海藻の機能性成分を活用した製品開発を支援したい。

謝 辞

フコキサンチン分析法についてご教示いただいた北海道大学大学院水産科学研究院・宮下和夫教授、分析プロトコル「コンブ乾燥粉末のフコキサンチン分析法」の標準化に関してご指導いただいた食品分析フォーラム関係各位に心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 西川翔、細川雅史、宮下和夫：化学と生物、54巻、8号(2016)、P580-585
- 2) 宮下和夫：化学と生物、46巻、7号(2008)、P483-490
- 3) M. Terasaki, A. Hirose, N. Bhaskar, Y. Baba, C. Kawagoe, H. Yasu, N. Saga, M. Hosokawa, K. Miyashita : J. Phycology、Vol.45 (2009)、P974-980
- 4) K. Kanazawa, Y. Ozaki, T. Hashimoto, SK. Das, S. Matsushita, M. Hirano, T. Okada, A. Komoto, N. Mori, M. Nakatsuka : Food Sci. Technol. Res., Vol.14, No.6 (2008)、P573-582
- 5) 国立研究開発法人産業技術総合研究所：食品分析フォーラム、URL:https://unit.aist.go.jp/shikoku/food_forum/
- 6) 産業技術連携推進会議四国地域部会食品分析フォーラム：コンブ乾燥粉末のフコキサンチン分析法、参技食2017-1 (2017)