

からだを守る海の野菜(海藻)の健康パワー!

九州大学大学院農学研究院
食品免疫機能分析学寄附講座 宮崎義之

【はじめに】

昔から身体に良い食材とされる海藻は、日本を始めとするアジア諸国の食卓に彩りを添えてきた。「海の野菜」とも呼ばれる海藻には、海のミネラル、緑や紅や橙色といった色調の元となり抗酸化作用を有する天然色素そして食物繊維が豊富に含まれている。ここに紹介する「フコイダン」は、モズク、ワカメ、コンブなどの褐藻類の”ヌメリ”の成分を構成する天然高分子多糖の一種であり、水溶性食物繊維に分類される。フコイダンの主要な構成糖は、ガラクトースに類似した構造を持ったデオキシ糖のフコースであり、構成糖の約 2 割程度が硫酸化修飾されることで負電荷を呈する特異な多糖である。一般的な水溶性食物繊維と同様、フコイダンは整腸作用や生活習慣病予防効果を有することが報告されている。加えて、これまで我々は、種々の機能性研究を通して、フコイダンが抗腫瘍免疫に対する増強効果および抗炎症作用を有することを明らかにしてきた。ここではフコイダンの免疫賦調節作用およびウイルス感染予防効果に関する学術知見を紹介する。

【フコイダンの免疫賦活作用】

1. フコイダンの免疫増強効果に関する基礎エビデンス

これまで我々は、褐藻類由来の機能性成分であるフコイダンの生理機能について、特に抗腫瘍免疫に対する賦活効果の検証を進めてきた。初期の研究では、実験動物の皮下に移植したがん腫瘍の拡大が、オキナワモズク (*Cladophora okamuranus*) およびメカブ (*Undaria pinnatifida*) 由来フコイダンを含む飼料を摂取することで抑制され、その際、がん細胞の排除に関わる免疫細胞であるナチュラルキラー (NK) 細胞が活性化することを見いだした。また、それら 2 種類のフコイダンとアガリクス (*Agaricus blazei* Murill) 菌糸体抽出物から成るフコイダン-アガリクス混合エキス粉末 (以下、CUA フコイダン) では、本免疫増強効果が相乗的に高まることが明らかとなった。

さらに、CUA フコイダンのがん治療サポート能力を検証するため、動物試験によって抗がん剤の副作用である骨髄抑制 (NK 細胞などの免疫細胞の減少など) に対する CUA フコイダンの摂取効果を検討したところ、抗がん剤治療の問題点である免疫力の低下が CUA フコイダンによって緩和されることが示された。また、抗腫瘍ワクチン投与による免疫誘導モデル動物試験において、ワクチン効果によるがん抗原特異的な細胞傷害性 T リンパ球 (CTL) の誘導が CUA フコイダンの摂取により更に高まることが示された。以上の結果から、CUA フコイダンはがん治療の効果的サポートと癌患者の QOL 向上に有効な免疫賦活作用を有することが明らかとなった。

2. 臨床的研究による効果検証

基礎研究で示された知見がヒトでも有効であることを示すため、健常人を対象とした CUA フコイダン摂取の安全性および免疫増強効果の検証試験を実施した。まず、40~50 歳代の男女 5 名の被験者に、1 日 2.5 g の CUA フコイダンを 30 日間継続して摂取いただき、試験前後の免疫機能を比較評価した。その結果、個人差はあったものの、ほぼ全ての被験者において、CUA フコイダンの 30 日間継続摂取によって NK 活性が上昇する傾向がみられた。次に、60 歳未満の男女計 15 名を被験者とする試験では、1 日 1.0 g

の CUA フコイダンを 12 週間摂取いただき免疫増強作用を検証した。その結果、病原体やアレルギー物質などの異物を排除するはたらきを担う唾液中の分泌型 IgA 抗体の産生量が CUA フコイダン摂取後に促進されることが示唆された。また、両試験において CUA フコイダン摂取に起因する異常所見は認められず、本摂取用量および摂取期間における CUA フコイダン摂取の安全性と有効性が確認された。

【フコイダンの感染症予防効果】

これまで、フコイダンの免疫増強効果に関してがん治療を主眼に検討してきたが、ウイルスなどの病原体の感染に対する防御免疫は抗腫瘍免疫と同様の作用機序を有している。実際に、インフルエンザなどのウイルス感染に関して免疫の活性化を介したフコイダン摂取による抗ウイルス作用が報告されており、動物試験によるそれらの研究では、マクロファージの貪食能、NK 細胞やキラー T 細胞の細胞傷害活性および B 細胞の抗体産生能がフコイダン投与に伴って上昇すると共に、感染ウイルスの減少が観察されている。また、上述の CUA フコイダン摂取に伴う分泌型 IgA 抗体産生の増加は、感染症予防に効果的にはたらくことを示唆する結果である。さらに、高齢者を対象としたインフルエンザワクチン接種の効果を検証した臨床研究において、フコイダンの摂取に伴ってインフルエンザウイルスに対する抗体量が顕著に増えることが確認されている。

一方、新型コロナウイルス感染症の重症化は、ウイルスに対する免疫応答が暴走することで肺などの組織を破壊する炎症が原因となり生じることが知られている。これに対して、病原体刺激に伴う過度の炎症反応を緩和する作用がフコイダンにあることが細胞実験によって明らかにされた。以上の研究結果から、フコイダンは病原体に対して効果的な防御応答が発揮されるよう免疫バランスを整える作用を有しており、感染症の予防に有効な機能性成分であると考えられる。

【おわりに】

我々は、これまでに実施した研究において、硫酸化多糖類フコイダンが免疫力の向上に寄与する食品成分として極めて有用であることを示す知見を蓄積してきた。また、前臨床レベルでの機能性評価においても、フコイダンが生体防御機構の根幹を成す免疫系のはたらきを高めることが示唆されている。更に、近年では、フコイダンの免疫バランス維持効果も新たに見いだされており、健康増進におけるフコイダンの利用が大いに期待される。今後、ヒトにおける安全性および機能性を立証する臨床知見の拡充を図る予定である。

略歴紹介

- (1) 最終学歴：平成 15 年 九州大学生物資源環境科学府博士後期課程修了（農学博士）
- (2) 職歴：平成 15 年 4 月 科学技術振興事業団 ポスドク研究員（九州大学医学部）
平成 16 年 5 月 佐賀大学医学部分子生命科学講座 助教
平成 22 年 1 月 特定非営利活動法人 N P O フコイダン研究所 主任研究員
平成 23 年 8 月 同上 理事長
平成 26 年 10 月 九州大学大学院農学研究院 学術研究員
平成 28 年 4 月 同上 機能性多糖分析学寄附講座 准教授
令和 3 年 4 月 同上 食品免疫機能分析学寄附講座 准教授