

アスタキサンチンについて

はじめに

スーパーマーケットや市場などに行くと、トマト、ニンジンやホウレンソウなどの色とりどりの野菜、魚介売り場では赤橙色のサケの切り身、エビ・カニなどを目にすると、これら鮮やかな色の一因はカロテノイドという色素によるものです。

トマトにはリコピン、ニンジンやホウレンソウにはβ-カロテンやルテイン、サケの身、エビ・カニにはアスタキサンチンが多く含まれています。これらの成分は、特徴的な彩りを食品などに与えるだけでなく、抗酸化作用をはじめヒトに対する様々な生理作用を持っています。

今回は、これらのカロテノイドの中から、水産物に多く含まれるアスタキサンチンを取り上げたいと思います。

アスタキサンチンを含むカロテノイドの分類

カロテノイドには、アスタキサンチンをはじめとする炭素、水素及び酸素からなる「キサントフィル類」と、炭素及び水素だけで構成されている「カロテン類」があります。構造が分かっているカロテノイドは約 750 種類以上あることが知られています。表-1 に代表的なカロテノイドと含有量が多い食品例を示します。

表-1 代表的なカロテノイドと含有量が多い食品例

分類	名称	含有量が多い食品
キサントフィル類	アスタキサンチン	サケ・マスの身、イクラ、エビ・カニの殻 タイの皮
	ゼアキサンチン	トウモロコシ、スピルリナ
	ルテイン	ホウレンソウ、ブロッコリー、ケール カボチャ
	カプサンチン	赤ピーマン
カロテン類	β-カロテン	ニンジン、カボチャ、ホウレンソウ
	リコピン	トマト、スイカ、グレープフルーツ(紅)

カロテノイドに関するデータベースとしては、米国 USDA によるデータベースが最も記載数が多く、欧州では、英国、アイルランド、スペイン、フランス、オランダの関係者の協力によるデータベースが知られています^{1), 2)}。一方、我が国では、日本食品標準成分表 2015 年度版(七訂)にα-カロテン、β-カロテン及びβ-クリプトキササンチンのデータが収載されています。



また、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構の「機能性成分含有量データベース」³⁾には、農林水産物 200 品目に含有される 70 種類の機能性成分量の記載があり、カロテノイドの情報（リコピン、ルテイン、ゼアキサンチン、カプサンチン、 β -クリプトキサンチン、フコキサンチン）も含まれています。このデータベースは、「機能性を持つ農林水産物・食品開発プロジェクト」において実施された分析試験の結果に基づくものです。

アスタキサンチンとは

アスタキサンチンは、Kuhn らによってロブスターから見出された赤色の色素で、キサントフィル類のカロテノイドの一種です¹⁾。図-1 にアスタキサンチンの構造式を示します。

他の代表的なカロテノイドは野菜や果物などに多く含まれるのに対し（表-1 参照）、アスタキサンチンは水産物に多く含まれる珍しいカロテノイドです。文部科学省の「平成 20 年度新たな健康の維持増進に関わる食品成分等に対するニーズ調査」では、アスタキサンチン含量として、エビ（桜エビ，生，殻つき）は 5.4 mg/100g，サケは 0.16~2.0 mg/100g と報告されています²⁾。

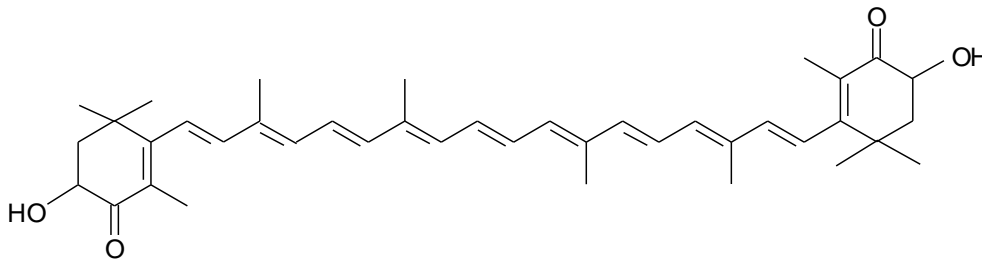


図-1 アスタキサンチンの構造式

このように水産物に多く含まれているのが特徴ですが、魚類や甲殻類はアスタキサンチンを生合成することができません。アスタキサンチンは酵母、藻類や海洋性細菌などによって作られ、食物連鎖を通じてサケ、エビ、カニなど多くの魚介類の体表や卵に取り込まれて赤色成分となるのです⁴⁾。昔から魚介類を摂取してきた日本人にとって、食経験が豊富な食品素材となっています。

ところで、エビやカニの殻は調理前には褐色をしていますが、調理の際に加熱をすると赤色に変わります。これは、たんぱく質と結合していたアスタキサンチンが加熱によりその結合が切れ、アスタキサンチン本来の赤色となるためです⁵⁾。一方、赤身の魚であるマグロやカツオは加熱をすると褐色となります。これは、赤色の由来がヘモグロビンやミオグロビンといった別の成分のためです⁵⁾。

アスタキサンチンの商業的生産

アスタキサンチンの生産は、古くは化学合成法が確立され、養殖魚の色揚げの用途に使われてきました⁶⁾。一方、天然由来のアスタキサンチンの商業的な生産は、初期の頃はオキアミが原料に用いられましたが、オキアミに含まれるアスタキサンチン含量は微量でした⁶⁾。その後、アスタキサンチン含量の多いファフィア酵母やヘマトコッカス藻が見いだされ、1990 年代初め

にヘマトコッカス藻の商業的培養が行われるようになりました⁷⁾。併せて、アスタキサンチンの生理活性が盛んに研究されるようになり、有用な機能性が報告され、ヒトに対する需要が高まりました⁷⁾。

このような背景から、大量生産されたアスタキサンチンがオイル素材、粉末素材、水溶性素材として、カプセルや錠剤、また、飲料などに用いられることになったのです⁸⁾。

機能性との関連①

健康食品や機能性表示食品の食品素材として用いられるようになった主な理由としては、抗酸化作用が注目されるようになったからです。

サケは生まれた場所で産卵するため川を遡上しますが、その過酷な運動により過剰な活性酸素が発生します。サケの筋肉にはアスタキサンチンが多く含まれていて、この活性酸素をアスタキサンチンの働きにより除去できるため、目的の場所までたどり着くことができると言われています⁸⁾。また、熱帯にすむ魚が鮮やかな赤色や黄色であるのは、カロテノイド色素によって強烈な紫外線から身を守るためだと考えられています⁵⁾。

アスタキサンチンは、古くは色素としての用途から、魚介類の代謝や吸収の研究が中心でしたが、近年ではカロテノイドの中においても、特に活性酸素を除去する抗酸化作用が注目され、視機能改善や美肌効果など数多くのヒトに対する機能が報告されています^{1), 6), 8)}。

機能性との関連②

ヒトは生体内でカロテノイドを生合成できないため、食品やサプリメントから摂取する必要があります。これらの成分は経口での摂取が必要なことから、機能性表示食品の代表的な関与成分となっています。

2015年4月に始まった機能性表示食品の消費者庁への届出受理件数は、2018年1月現在1,200件以上です。例えば、目の黄斑部の色素量維持や目のピント調節機能サポートなどの機能をうたったアイケア商品では、ルテイン、ゼアキサンチン、アスタキサンチンなどのカロテノイドが関与成分となっています。

アスタキサンチンにおいては、アイケア製品が早くから市場に登場しましたが、新たな届出機能として「肌のうるおいを守る」、「抗酸化作用」なども加わり、2018年1月現在の受理件数は20件となっています。今後のさらなる市場の拡大が見込まれます。

アスタキサンチンの分析方法

弊財団ではカロテノイドの分析をする場合、食品などの試料から有機溶媒を用いて脂溶性物質であるカロテノイド類を抽出します。脂質を多く含む試料やカロテノイドが脂肪酸エステル体として存在する場合は、けん化（アルカリによる加水分解；一部適用できない成分あり）を行い、脂質の除去や遊離型のカロテノイドとした後、対象成分を高速液体クロマトグラフで測定します。

一方、アスタキサンチンは、けん化操作におけるアルカリ溶液下では酸化されてしまいます。そのため、アスタキサンチンのエステル体を含んでいる試料に対しては、けん化操作の代わりにコレステロールエステラーゼを用いた酵素による加水分解を行い、遊離型アスタキサンチンとした後、高速液体クロマトグラフで測定します。

弊財団でも近年の機能性成分としての注目とともに、カプセルなどの加工食品のアスタキサンチンの受託数が増えてきています。

おわりに

アスタキサンチンは、色素成分としての畜水産物に対する用途、抗酸化作用などの機能性成分としてのヒトに対する用途、また、化粧品素材としての用途も広がりつつあり、様々な魅力を持った成分です。また、食経験が豊富な素材でもあることも強みとなっています。

アスタキサンチンは今後も注目を集めそうな機能性成分の一つです。

参考文献

- 1) 食品機能性の科学編集委員会 編集：食品機能性の科学， p. 72～103， p. 729～730， 産業技術サービスセンター（2008）
- 2) 資源調査分科会（第 19 回）配付資料：参考資料 5，平成 20 年度新たな健康の維持増進に関わる食品成分等に対するニーズ調査，平成 21 年 9 月 25 日，文部科学省
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/shiryo/attach/1287215.htm
- 3) 農研機構ホームページ，食品研究部門「機能性成分含有量データベース」
<http://www.naro.affrc.go.jp/nfri-neo/contents/ffdb/ffdb.html>
- 4) 矢澤一良 編著：アスタキサンチンの科学， p. 118，成山堂書店（2009）
- 5) 吉川敏一，辻智子 編集：機能性食品ガイド， p. 183～184，講談社（2004）
- 6) 北村晃利： *Haematococcus* 属緑藻によるアスタキサンチンの商業生産，生物学， **Vol. 93**， No. 7， 383～387（2015）
- 7) 西田康宏：緑藻ヘマトコッカスによるアスタキサンチンの生産とその利用，オレオサイエンス， **Vol. 12**， No. 10， 525～531（2012）
- 8) 宮下和夫 監修：カロテノイドの科学と最新応用技術， p. 183～190， p. 269，シーエムシー出版（2009）