

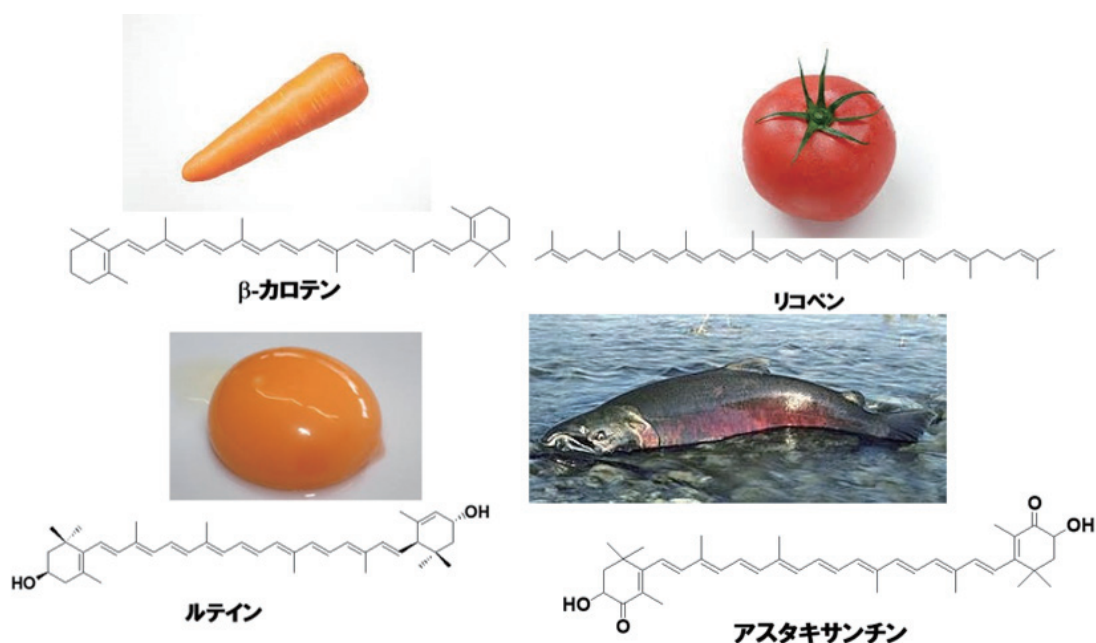
水産動物の色の役割を追求する －生産開発科学研究所のカロテノイド研究－



一般財団法人生産開発科学研究所 理事
薬学博士（京都薬科大学）
真岡 孝至

1 はじめに カロテノイド¹とは

カロテノイドは赤、橙、黄色を示す脂溶性色素で微生物、藻類、植物、動物に広く存在しています。はじめにニンジンからとれた色素なのでニンジンのCarrotに因む名前がついています。ドイツ語ではカロチノイドと発音します。代表的なものとしてニンジンの β -カロテン（カロチン）、トマトのリコペン（リコピン）、卵黄のルテイン、サケの筋肉やエビやカニの甲羅に含まれるアスタキサンチンなどがあります。現在天然にはおよそ1000種のカロテノイドが存在することが知られています。私はそのうち167個のカロテノイドを発見して構造を明らかにしました。



私たちの食べ物に含まれる代表的なカロテノイド

1 「カロチノイド」も同義です。

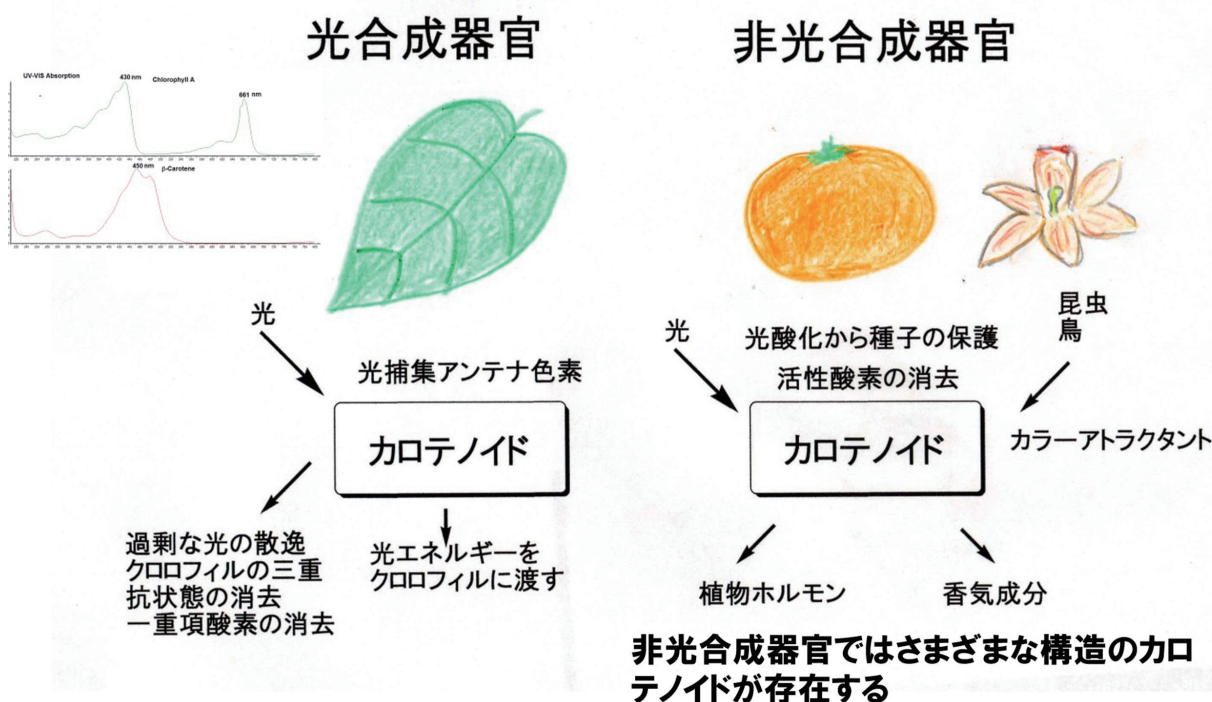
2 植物、藻類でのカロテノイドの役割

植物、藻類や光合成微生物の光合成を行う器官にはカロテノイドが必ず含まれています。カロテノイドはクロロフィルが吸収できない青色の光のエネルギーを吸収してクロロフィルに渡しています。また過剰な光エネルギーによる光酸化を防止する役割も果たしています。アスタキサンチンなどのカロテノイドが化粧品に使われるのはこの機能を応用したものです。

一方、果実、果皮、種子などの非光合成器官には様々な構造のカロテノイドが存在します。その代表的なものはミカンの β -クリプトキサンチン、トウガラシ（パプリカ）のカプサンチンやカプソルビン、トマトのリコペンなどです。果実は種子の成熟にともないカロテノイドやアントシアンなどの色素によって色づくことにより種子を光酸化から保護しています。例えばトマトやトウガラシは果実に種子ができると長い赤色のリコペンやカプサンチン、カプソルビンを蓄積し光の酸化から種子を保護します。

光合成生物（細菌、藻類、植物）におけるカロテノイドの役割

光合成生物はカロテノイドを*de novo*生合成しておりその生合成遺伝子は解明されている



3 動物特に水産生物におけるカロテノイドの役割

動物におけるカロテノイドの機能として β -カロテンなど一部のカロテノイドがビタミンAの前駆体（プロビタミンA）である事は古くから知られています。しかしプロビタミンAになりうるカロテノイドは1000種ほどある天然カロテノイドのうちわずか十数種類です。そのほかのカロテノイドは単なる色素として存在すると思われていました。この30年間ほどの間に私たちのグ

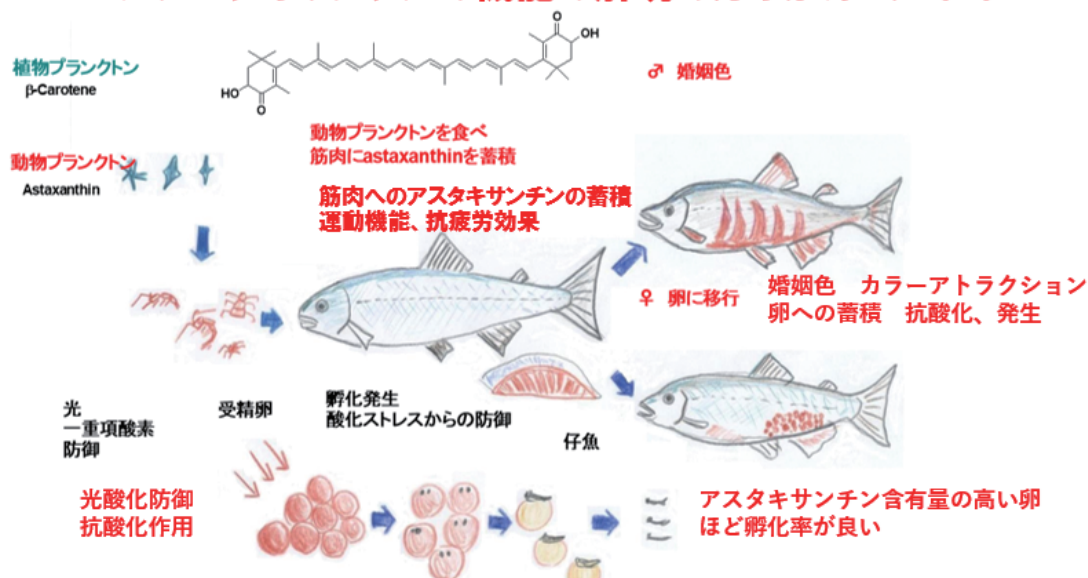
ループをはじめとする研究によって動物におけるカロテノイドの様々な機能が明らかになってきました。

動物は植物や藻類などが生産したカロテノイドを摂餌して吸収しさらに体内で代謝変換します。これらの過程によりカロテノイドの構造変換がおこりその結果さまざまな構造のカロテノイドが動物には存在します。

カロテノイドの海産動物における動態とその役割をサケでのアスタキサンチンで見てみましょう。サケは体内でアスタキサンチンを作ることができません。その起源は藻類が生合成した β -カロテンです。この藻類を食べた甲殻類が体内で β -カロテンをアスタキサンチンに代謝変換します。サケは大洋を回遊しているときに甲殻類を食べてアスタキサンチンを体内、特に筋肉に蓄積します。繁殖期になるとオスは筋肉のアスタキサンチンを表皮に移行させて体色が赤くなります。これは性的成熟度をメスにアピールする婚姻色です。一方メスは卵にアスタキサンチンを移行させ卵を成熟させます。サケは繁殖、産卵のため河川を遡上しますがこの時には海洋を遊泳する時とは異なり大気に接し、多くのエネルギーを費やすので海洋を遊泳している時に比べ多くの酸化ストレスに曝されます。この酸化ストレスの防禦にアスタキサンチンは役立っています、オスもメスも遡上、繁殖のためにアスタキサンチンを使い果たします。一方、河床に産み落とされた受精卵は太陽光などに曝されますが、卵に含まれるアスタキサンチンは一重項酸素や紫外線の障害から胚を護っています。

サケのアスタキサンチン、その起源と役割

ここにアスタキサンチンの機能の解明のカギがあった！！



また、流水の妖精として知られるオホーツク海に生息するクリオネは半透明な体で生殖巣や消化管が鮮やかなオレンジ色をしています。クリオネの生殖巣の主カロテノイドはペクテノロンというカロテノイドです。これはクリオネの餌となるリマキナの主カロテノイドであるジアトキサンチンというカロテノイドからクリオネがより抗酸化活性の高いカロテノイドに変換したものです。

すなわちクリオネは食物由来のカロテノイドをより抗酸化作用の強い形に代謝変換して生殖巣

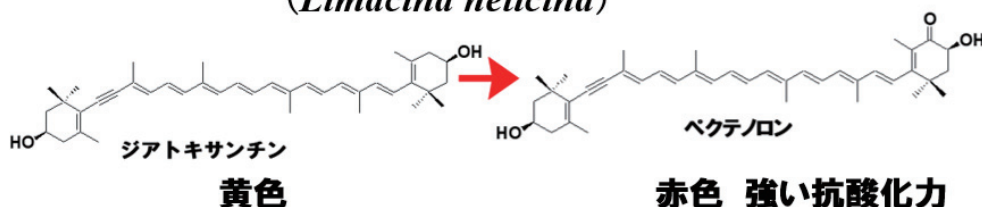
に蓄積していたのです。流水の下の方には強い太陽光に曝されているのでカロテノイドがクリオネの生殖巣を光酸化から保護していたのです。このように動物においてカロテノイドの役割を解明してきました。



珪藻

**藻食性巻貝
リマキネ
(*Limacina helicina*)**

**肉食性 クリオネ
*Clione limacina***

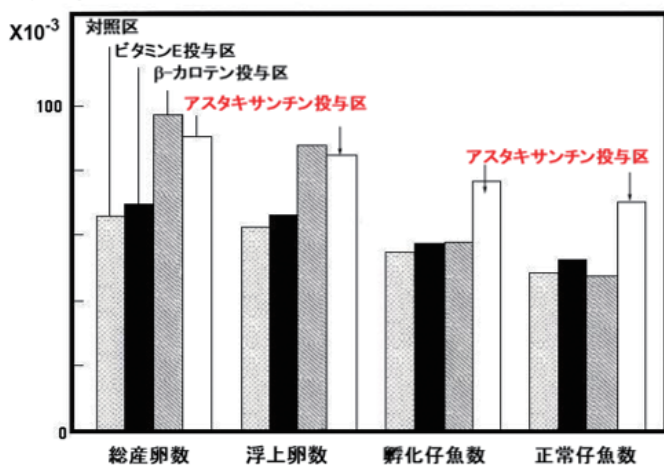


4 基礎研究から水産養殖へのカロテノイドの利用

これまでに述べた水産生物におけるカロテノイドの役割についての基礎的研究から現在アスタキサンチンはマダイ、サケマス、クルマエビなどの養殖に利用されています。

Astaxanthinの生理活性、特に抗酸化作用の研究は水産生物の研究から始まった マダイの産卵孵化におよぼすAstaxanthinの効果 幹渉博士の研究成果(1991年)

卵、仔魚数/個体/日



アスタキサンチンによるマダイの卵質改善 Miki (1991)

例えばアスタキサンチンを与えることによりマダイの産卵、孵化率が向上することが1990年代に私の共同研究者である幹博士の研究により明らかになりました。

私はその後畜産動物に対する酸化ストレスの軽減や水族館で飼育されている動物などへのカロテノイド利用にも取り組んでいます。

またカロテノイドは発がん予防効果や生活習慣病の予防効果をもっています。1900年代に京都府立医科大学との共同研究で私たちが日常食べている野菜や、果物、魚介類に含まれる多くのカロテノイドがこのような効果を持つことを見出してきました。

それらの成果は生産開発科学研究所のホームページ<https://seiken-site.or.jp>に挙げていますので興味があればご覧ください。

【眞岡孝之：履歴】

1956年 滋賀県甲賀市に生まれる
1979年 京都薬科大学製薬化学科卒業
1981年 同 修士課程修了
同 年 京都薬科大学助手に就任（天然物化学）
1990年 薬学博士の学位取得（京都薬科大学）
1993年～ 一般財団法人生産開発科学研究所勤務
2008年 アスタキサンチン研究会 アワード受賞
2011年 日本カロテノイド研究会 アワード受賞
2012年 国際カロテノイド研究会 フェローに選ばれる
2017年～ 一般財団法人生産開発科学研究所理事
現在まで約45年間、カロテノイドの研究を続けている。