

## アスタキサンチンと植物 その1

### はじめに

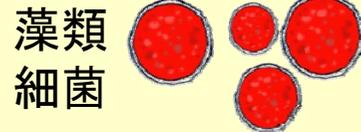
アスタキサンチンは抗酸化活性の高いカロテノイド色素の1つで、赤色の色素です。肌のしみやしわなどの防止にも効果が高いことから、最近化粧品にも利用されています。また、疲労や炎症軽減、免疫強化や持久力にも効果があるとされ、需要が伸びています。

## アスタキサンチンをもつ生物

高い機能性が注目されているアスタキサンチンですが、生合成できるのはプランクトンや海洋性バクテリアなど海洋性微生物だけです。他の生物は、これらアスタキサンチンを作る海洋微生物を食べることにより、体にアスタキサンチンを取り入れています。

### アスタキサンチン生合成

海洋微生物



### 他の生物は、食べて蓄積・利用



オキアミ



魚類  
甲殻類



鳥類や私達も

例えば、エビやカニなどの甲殻類、サケ、マダイなどの魚類の赤色がアスタキサンチンです。アスタキサンチンを作るプランクトンをオキアミなどが食べ、そのオキアミをエビ、カニや魚類が食べ、体にアスタキサンチンを取り入れています。

鳥類もアスタキサンチンを作ることは出来ませんが、アスタキサンチンを含む餌を摂取することにより、体にアスタキサンチンを蓄積し赤色となっている場合があります。フラミンゴなどの羽や皮膚の赤色、トリの繁殖期の羽毛の赤色などが知られています。

こうしてみると、アスタキサンチンという自然の賜を、食物連鎖を通じて多くの動物が享受しているようです。

## 藻類のアスタキサンチン生合成

アスタキサンチンの商業生産が行われている海洋微生物の1つに、藻類の**ヘマトコッカス**があります。ヘマトコッカスは、日本も含め、自然界に広く分布する藻類です。

増殖期(グリーンステージ)にはクロロフィルをもち緑色をしています。増殖のための環境が悪くなると赤色のシスト(休眠)細胞になります。この赤色の色素がアスタキサンチンです。この変化は、ちょうど、ピーマンの果実の発達に伴う変化と似ています。ピーマン果実も、肥大期にはクロロフィルをもち緑色をしています。肥大が終わり完熟期になると赤いカロテノイド色素であるカプサンチンなどを作ります。

ヘマトコッカスでは、この増殖期とアスタキサンチン合成期を制御して、商業生産が行われます。アスタキサンチン合成を誘導する条件としては、強光ストレスと栄養塩類(主に窒素)の欠乏、高塩濃度や高温ストレスなどが知られています。アスタキサンチン生産性の高い優良株も選抜されています。培養器は、屋外で行う簡易なオープンタイプや室内で行う密閉タンクがあります。

室内の密閉タンク培養では、初期投資と維持費に見合う生産量と品質が課題になります。ヘマトコッカスのタンク培養では、最適の培養条件でエネルギーコストをカバーし、衛生的で安全性が高く、高純度の製品を作っているそうです。人工光源としてLEDが利用されるようになれば、さらにコスト減になると期待されています(生物工学 第7号 p383-387、2015年)。

## 海洋細菌のアスタキサンチン合成

天然アスタキサンチンの供給源オキアミや赤色酵母、藻類のヘマトコッカスをしのご新たな供給源として注目されているのが、**海洋細菌**です。

藻類では細胞壁が強固なため、添加物として利用する際にはアスタキサンチンを抽出する作業などが必要になりますが、海洋細菌の場合は遠心分離による回収の後乾燥するだけで利用できる場合もあるそうです。さらに、**アスタキサンチン生産性菌に突然変異を誘導し、アスタキサンチン蓄積量が元の10倍、菌体重量あたり1%となる菌株が作出**されています。

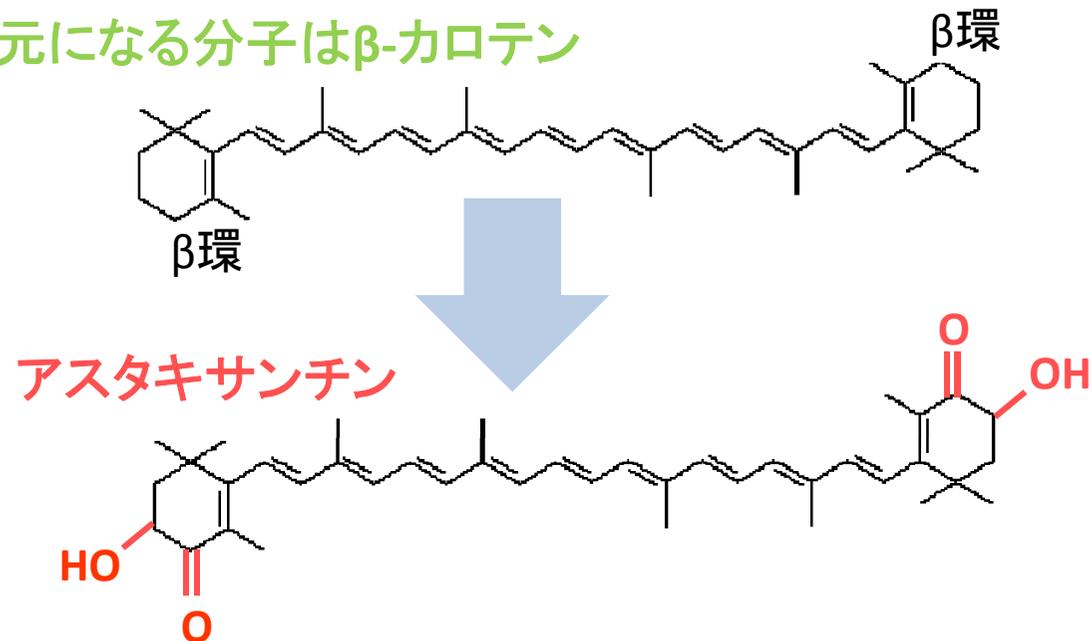
化学合成品に対抗するコスト競争力があることから、さらに実用化に向けた安全性試験が行われているそうです(東ソー研究・技術報告 第51巻、p69-73、2007)。

## 園芸植物のアスタキサンチン

植物では、最近夏咲き福寿草が**アスタキサンチン**を作っているという報告がありました。

夏咲き福寿草では、海洋細菌や紅色酵母とは異なる生合成経路でアスタキサンチンを作ります。**β-カロテン**が元になることは同じですが、途中の経路が異なります。

元になる分子はβ-カロテン

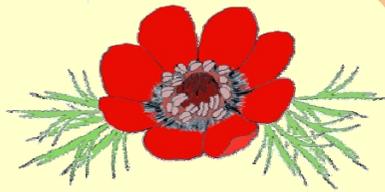
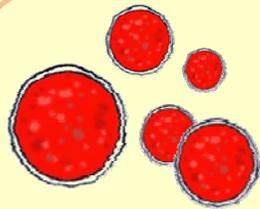


ところでアスタキサンチンを始め、カロテノイドをつくる酵素遺伝子を単離する過程では、関係する酵素遺伝子が大腸菌に導入し、**リコピンをつくる大腸菌**や**β-カロテンをつくる大腸菌**、そして**アスタキサンチンを作る大腸菌**なども作られています。ですから、アスタキサンチンは遺伝子組換え大腸菌を利用した大量生産も可能ということになります。

また、ニンジンやトマト、タバコやレタスに**アスタキサンチン合成遺伝子を導入した遺伝子組換え植物**の成功例も報告されています。これらは、カロテノイド合成経路の調節機構という側面から研究が行われています。

## おわりに

$\beta$ -カロテンからアスタキサンチンに変換できる野菜がないのは、野菜に関わるものとしては残念なようにも思います。しかし考えてみると、赤色カロテノイドのカプサンチンもピーマンとユリにしか報告がありません。一部の生物が、このように特化した酵素遺伝子を獲得していることは、興味深いと思います。



アスタキサンチンをつくるのは  
海洋微生物と夏咲き福寿草だけ

