

カロテノイド研究開発の現状と展望

特集によせて

三沢 典彦¹・原田 尚志²

春に咲く色とりどりの花々や、秋を彩る美しい木々の紅葉など、私たちの身近に存在する自然は多様な色彩により構成されている。この自然界の色を構成する主要な色素成分が、カロテノイドとフラボノイドである。カロテノイド（カロチノイド, carotenoid）は、陸上植物に限らず動物、真菌、藻類、細菌や古細菌（アーキア）など、生物界に広く存在していることが明らかになっている。たとえば、サケやエビなどの魚類や甲殻類の表皮や筋肉組織、両生類や爬虫類の表皮組織、鳥類の卵黄や羽毛、あるいはヒトを含む霊長類の網膜組織（黄斑）などにはカロテノイドが含まれることが知られている。産業界においてカロテノイドは、食品の着色料、養殖魚の体色改善（色揚げ）や鶏卵色の色付けなどの用途に以前から用いられ、私たちの生活を支えてきた。このような色素としての特徴だけではなく、カロテノイドはプロビタミンA作用をはじめとし、抗酸化作用、免疫賦活作用、抗腫瘍作用など、優れた生理活性を示すことがこれまでに報告されている。このような理由から、さらに近年の健康志向の高まりも反映して、健康補助食品や化粧品添加物としての需要も年々増加している。ある調査によると、2018年度には世界のカロテノイド市場規模は14億米ドルに達すると予想されており、今後もニーズに応じてさまざまな用途への活用が期待されている。

カロテノイドについては長年、化学合成品による供給が主たる市場を占めてきたが、21世紀に入りこれに代わる生産方法による市場供給も行われ始めている。たとえば、*Haematococcus* 属緑藻や *Paracoccus* 属細菌の効率培養によるアスタキサンチンの商業生産が日本企業により開始されるなど、バイオテクノロジーによるカロテノイド生産が近年注目を集めている。また、細菌や植物のカロテノイドの生合成経路や遺伝子については1990年以降急速に知見が拡大し、最近では古細菌についても解明が進んできた。遺伝子組換え微生物または組換え植物によるカロテノイドの生産研究は世界レベルで精力的に行われており、 β -カロテンを産生する組換えコメ（Golden Rice）の商業栽培も近い。本特集では、主にバ

イオテクノロジーに関連したカロテノイド研究開発に焦点を当て、基礎研究から実用生産まで幅広い研究者の方々に最前線の現状と展望について紹介いただいた。

富士化学工業（株）の北村氏のグループには、*Haematococcus* 属緑藻を利用した天然アスタキサンチンの商業生産について、大量生産を目的とした培養法や抽出法の検討、実用生産を行う上での課題と展望のトピックを交えつつ紹介いただいた。JX日鉱日石エネルギー（株）の石橋氏には、*Paracoccus* 属細菌を利用したカロテノイドの商業生産について、生産性向上を目指した取組みや製造・販売の実情、養殖魚への給餌による効果の検証などについて概説いただいた。（株）サウスプロダクトの伊波氏には、沖縄近海に生息するユニークな大型海藻類を利用した機能性物質事業について、各種海藻類の培養法や含有する有用カロテノイドの増産に関する研究成果を中心にご紹介いただいた。東京工業大学の八波氏には、古細菌におけるカロテノイド生合成経路について、高度好塩性古細菌 *Haloarcula japonica* における研究を中心に紹介いただいた。鳥取大学・原田および神戸天然物化学（株）のグループからは、大腸菌や酵母などを宿主とした組換え微生物によるカロテノイド生産研究について、大量生産を目的とした生産系構築や新規・希少カロテノイド生産に向けた研究開発、さらには新規生産宿主の探索などについて概説した。石川県立大学・三沢は、光合成を行う真核生物、特に陸上植物におけるカロテノイドの生合成経路、および各種カロテノイド生合成遺伝子の機能を解説し、また、アスタキサンチンを農作物に生産させるためのパスウェイエンジニアリング研究について概説した。

本特集においては、商業生産の現場から基礎研究までの多岐にわたる一線の研究者の方々の協力により、バイオテクノロジーによるカロテノイドの研究開発について有益な情報を盛り込むことができたと考えている。今後この特集が契機となり、多方面の研究者に興味を持っていただくことを通して、日本が同分野でさらなる競争力を発揮できるようになることを願っている。

著者紹介 ¹石川県立大学生物資源工学研究所（教授） E-mail: n-misawa@ishikawa-pu.ac.jp

²鳥取大学大学院化学・生物応用工学専攻（准教授） E-mail: harada@bio.tottori-u.ac.jp