



## 光化学系Ⅱとβカロテン

大阪市立大学 藤井 律子

光合成の中核をなす電荷分離を担うのは、葉緑素、クロロフィルである。一方、知名度は落ちるがカロテノイドも代表的な光合成色素である。近年、カロテノイドの欠損により、光化学系Ⅱ (PSII) 複合体に重篤な機能不全が起こる事が相次いで報告され、その重要性が見直されつつある[1]。

PSII にはほぼβカロテンのみが結合しており、シアノバクテリアから植物に至るまで、二量体として機能する。カロテノイドの生合成を全て阻害した系、またβカロテンを基質にする外来酵素の導入により、結果的にβカロテンの蓄積量が激減した系の両方で、PSII の二量体形成が阻害されたことより、βカロテンが PSII の二量体形成の必須要素であるということがわかった。

我々が最近携わった葉緑体遺伝子改変 (CGM) レタスは、後者の一例である[2]。βカロテンを基質に水酸基やカルボニル基の付加反応を行う外来酵素を導入したため、βカロテンは著しく減少し、代わりにアスタキサンチンを大量に蓄積した (右図)。この系では、PSII 二量体の形成阻害の他に、高等植物等における PSII の機能単位である PSII 超複合体 (PSII supercomplex, sc) の形成も完全に阻害されていた。もっとも PSII sc の形成阻害は、βカロテンはあるがネオキササンチンという他のカロテノイド色素を欠損した場合にも観測されており[3]、PSII sc の形成にはβカロテンが必須ではないと示唆される。

ではなぜβカロテンが PSII 二量体の形成に要求されるのだろうか。βカロテンが PSII 二量体の形成に要求されるということは、すなわち正常な PSII 単

量体の形成および構造安定化に寄与するという事である。

PSII におけるβカロテンの機能は、反応中心 P680 クロロフィルの近傍にあるβカロテンがクロロフィルカチオンに直接電子を供給する「二次電子移動」に関与する事、また一般にクロロフィルが吸収できない波長の光を吸収してクロロフィルに励起エネルギーを渡す「集光作用」の二つがよく知られており、これらは共に、共役二重結合の数や励起状態の対称性といったβカロテン分子の光物理的物性に依存する。

一方で構造安定化は、分子内に酸素を含まず、脂溶性が高い炭化水素である、というβカロテン分子の化学的物性に主として依存すると考えられる。

今後、X線結晶構造解析、クライオ電顕、そして遺伝子組換え技術の発展に伴い、多様な場面における複合体形成及び光合成機能が明らかになるにつれ、光合成初期過程の機能発現を行う超分子複合体形成の分子メカニズムが明らかになっていくと期待される。

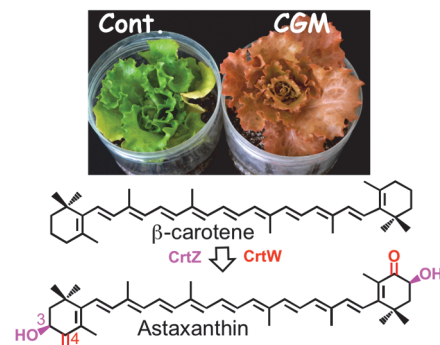


図 葉緑体遺伝子改変(CGM)レタスとカロテノイドの化学構造式。

<文献>

- [1] Domonkos I et al. (2013) *Prog. Lipid Res.* 52:539-561. [2] Fujii R et al. (2016) *Plant Cell Physiol.* 58: 1518-1529. [3] Röding A et al. (2015) *Photosynth Res* 123:157-165.