

植物の光合成の「明反応」は、クロロフィル(葉緑素)をはじめとする、種々の化学素子がタンパク内に高次に配置された複雑な光化学系である(図1)。「明反応」の中心には特殊な鍵クロロフィルが1,2個存在し、100%という驚異的な量子収率で「光→電子」エネルギー変換を実現している。

高等植物では、光化学系I (PS I)の初発電荷分離体P700 (図1)がクロロフィル(Chl) *a*のエピマー(Chl *a'*) とChl *a*からなるヘテロダイマーであること、光化学系II (PS II)の一次電子受容体がChl *a*の中心金属マグネシウム(Mg)が外れたフェオフィチン(Phe) *a*であることを発見・証明してきた(図2)。

PSII型反応中心に特有な鉄-硫黄センターを有するヘリオバクテリアでは、バクテリアオクロロフィル*g'* (BChl *g'*) のホモダイマーが初発電荷分離体P798として、また8^l-OH-Chl *a*が一次電子受容体として機能していることを明らかにした(図2)。この発見から、ヘリオバクテリアがPSIの祖先ではないかという仮説を提唱した。

この仮説を確かめるべく、PSII型反応中心を持つ緑色硫黄細菌の精密色素分析をしたところ、予想通り初発電荷分離体P840がBChl *a'*のホモダイマーで、一次電子受容体がChl *a*の長鎖フィトールに二重結合が一つ多いChl *a*であることを明らかにした(図2)。

Chl *a*ではなくChl *d*を主要色素として酸素発生型の光合成をする原核藻類*A. marina*の精密色素分析をしたところ、PSIの初発電荷分離体がChl *d/d'*のヘテロダイマーで電子受容体はChl *a*、PSIIの初発電荷分離体がChl *a/d*ヘテロダイマーで電子受容体が(Phe *d*ではなく)Phe *a*という、キメラな色素構成であることを初めて明らかにした。酵素パパイニンがChl *a*をChl *d*にすることを偶然見出し、Chl *d*の誕生に一石を投じた。

強酸性下に生息する光合成細菌の色素を分析したところ、中心金属がMgではなくZnのクロロフィル(Zn-BChl *a*)が機能していることを発見した。Mg以外の初めてのクロロフィルの発見で、光合成の研究分野に大きな衝撃を与えた。

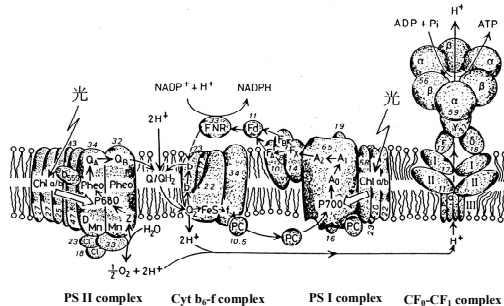


図1. 高等植物の光化学系

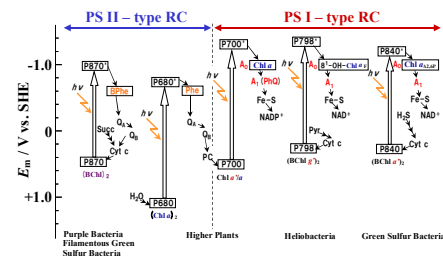


図2. 鍵クロロフィルによる光合成反応中心と植物の分類

光合成色素に関する基礎研究に加え、葉緑素による光治療にも興味をもち、様々な方にお世話になりながら基礎的な研究を行っている。

【参考文献】

Kobayashi, M. et al., *Biochim. Biophys. Acta*, **936**, 81-89 (1988)
 Kobayashi, M. et al., *Biochim. Biophys. Acta*, **1057**, 89-96 (1991)
 Kobayashi, M. et al., *Anal. Chim. Acta*, **365**, 199-203 (1998)
 Kobayashi, et al., *Photosynth. Res.*, **63**, 269-280 (2000)
 Ohashi, S., et al., *Photosynth. Res.*, **104**, 305-319 (2010)
 小林正美他、「藻類ハンドブック」, エヌ・ディー・エス, pp: 225-230 (2012)
 Kobayashi, M. et al., "Photosynthesis", Intech, Chapter 3, pp:47-90 (2013)
 Kobayashi, M. et al., "Handbook of Photosynthesis", CRC press, Chapter 6, pp: 95-147 (2016)
 Okamoto, C. et al., *Chem. Lett.*, **50**(6), 1278-1281(2021)

