

3P091

異なる CO₂ 濃度下で培養されたシアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC 6803 の光合成初期過程の変化

(神戸大院・理¹、神戸大院・工²、神戸大・分子フォト³)

○池田志保¹、藍川晋平²、近藤昭彦²、秋本誠志^{1,3}

Changes in primary processes of photosynthesis in a cyanobacterium cultivated under different CO₂ concentrations.

(Kobe Univ.) ○IKEDA, Shiho¹; AIKAWA, Shimpei²; KONDO, Akihiko²; AKIMOTO, Seiji^{1,3}

【序論】酸素発生型光合成生物であるシアノバクテリアは、チラコイド膜内に光化学系 I (PSI) と光化学系 II (PSII)、チラコイド膜外にアンテナ複合体であるフィコビリソーム (PBS) を持つ。PSI は主に三量体、PSII は二量体として存在することが知られている。これらの複合体の中には光合成色素が含まれており、そこで光捕集と励起エネルギー移動が進行する (図 1)。PBS から PSII への励起エネルギー移動以外にも、PSII から PSI (スピルオーバー) や

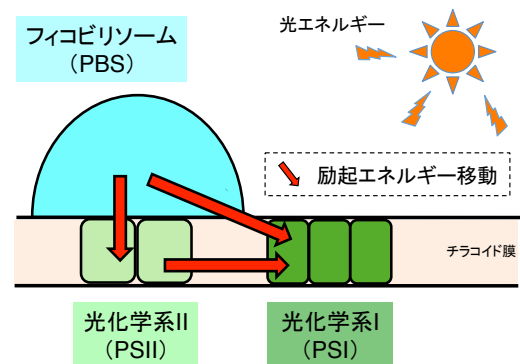


図 1. シアノバクテリアの励起エネルギー移動過程

PBS から PSI への励起エネルギー移動が存在することで、PSII と PSI のバランスが保たれている。

またシアノバクテリアは、約 27 億年前から今日まで環境の変化に順応してきた。その間地球の CO₂ 濃度にも変動があり、現在の CO₂ 濃度 (約 0.04%) はシアノバクテリアが誕生したときの 100 分の 1 以下に減少したと考えられている [1]。CO₂ 濃度の変化は、シアノバクテリアの色素組成や PSI と PSII の蛍光強度比に変化を及ぼすと報告されているが [2,3]、励起エネルギー移動過程への影響の詳細は不明である。本研究では分光学的手法を用いて、異なる CO₂ 濃度で培養したシアノバクテリア細胞における励起エネルギー移動過程の違いについて調べ、考察した。

【実験】CO₂ 濃度は 3 種類用意した。まず CO₂ 濃度無調整の大气下で、シアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC 6803 の前培養を行った。その後 CO₂ 濃度を調整して 0.4% と 4% でそれぞれ継代培養 (7 日間×2) し、さらに 3 日間培養したものをサンプルとして用いた。加えて、前培養の後も CO₂ 濃度を調整せず 3 日間培養したものをコントロールサンプルとした。定常吸収・定常蛍光発光スペクトル、および、時間分解蛍光スペクトル (TRFS) を測定した。測定はすべて液体窒素温度 (77 K) で行った。TRFS の測定では、全ての色素が励起される 408 nm を励起波長とし、時間相関単一光子計数法を用いた。また、各波長の蛍光減衰曲線について共通の時定数を用いるグローバル解析を行うことで、Fluorescence decay-associated spectra (FDAS) を得た。

【結果と考察】得られた FDAS と各ピークの帰属を図 2 に示す。PSII 領域では、PSII のコアアンテナ複合体 CP43 (685 nm) と CP47 (695 nm) のピークが確認できる。

第 1 成分 (35–50 ps) では、CO₂ 濃度 0.4% のサンプルで、PSI のピークが長波長シフトしていた。これはスピルオーバーが存在しないこと (後述) に起因する。

第 6 成分 (18–23 ns) では、PSII での電荷再結合を反映して、本来 PSII からの遅延蛍光のみ観測されるが、スピルオーバーが存在すれば PSI からの蛍光も観測される。CO₂ 濃度 0.4% のサンプルのみ PSI 蛍光が観測されておらず、スピルオーバーが存在しないということがわかる。PSII ピークに着目すると、コントロールサンプルと CO₂ 濃度 4% のサンプルでは CP43 よりも CP47 の蛍光強度が大きい。

CO₂ 濃度 0.4% のサンプルではピークの分裂が見られず、CP43 と CP47 の蛍光強度はほぼ等しい。このことから、CO₂ 濃度 0.4% のサンプルでは PSII 内における CP43 から CP47 への励起エネルギー移動が抑制されていることがわかる。CP43 から CP47 への励起エネルギー移動は PSII 単量体よりも二量体で促進されると報告されていることから [4]、CO₂ 濃度 0.4% のサンプルでは PSII が単量体としても存在していることが示唆された。

特に CO₂ 濃度 0.4% のサンプルで、光化学系内、光化学系間での励起エネルギー移動が変化していることがわかった。色素組成に関しても CO₂ 濃度 0.4% のサンプルのみ、PBS の相対色素量が増加していた (図 3、630 nm 付近のピーク)。これは、PBS から PSI への直接的な励起エネルギー移動が促進されていることと対応づけられる。

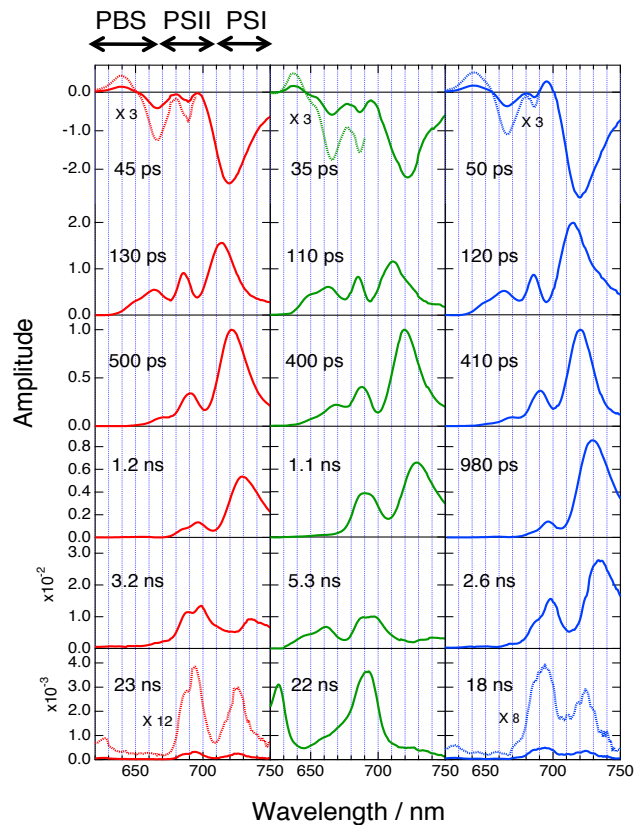


図 2. 3 種類の CO₂ 濃度で培養したシアノバクテリアの FDAS (左) control、(中央) CO₂ 濃度 0.4%、(右) CO₂ 濃度 4%

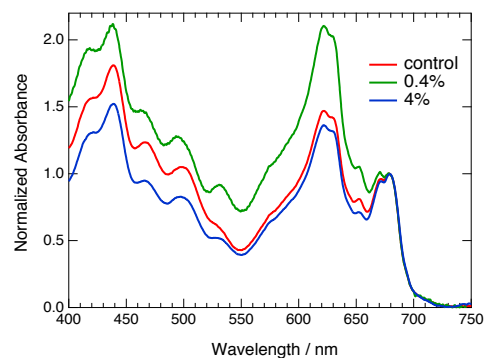


図 3. 定常吸収スペクトル
クロロフィルの吸収ピーク 679 nm で規格化

【文献】

- [1] R. A. Berner, *Nature*. **2003**, 426. ; [2] A. Manodori, A. Melis, *Plant Physiol.* **1984**, 74, 67. ;
- [3] S. Miyachi, I. Iwasaki, Y. Shiraiwa, *Photosynth. Res.* **2003**, 77, 139. ;
- [4] M. Yokono, T. Tomo, R. Nagao, H. Ito, A. Tanaka, S. Akimoto, *Biochim Biophys Acta.* **2012**, 1817, 754.