

3P090

栄養欠乏ストレス条件下でのシアノバクテリア

Synechococcus sp. PCC7002 の励起エネルギー移動過程の観測

(¹神戸大院・理, ²神戸大分子フォト, ³JST-CREST, ⁴神戸大院・工)

○仁木 健太¹, 横野 牧生^{2,3}, 藍川 晋平^{3,4}, 近藤 昭彦^{3,4}, 秋本 誠志^{1,2,3}

【序論】

シアノバクテリアを利用したバイオリファイナーが近年注目されている。シアノバクテリアはバイオリファイナーに必要な大量培養に適した特徴を持つ。例えば、バイオマス生産量が高く、非耕地も利用でき、あらゆる水源で培養できる[1]。海水を用いた大量培養は望ましい形の一つである。海水は淡水と違い地球上に豊富に存在するため、有限な淡水資源を節約できる。それに加え、海水はシアノバクテリアの培養に不可欠な Na^+ や Mg^{2+} といった無機イオンを多量に含むため、コストの面でも優位性を持つ。反面、生育に必要な硝酸イオン、リン酸イオンが不足しているため、海水をそのまま培地として用いることはできない。

シアノバクテリアは硝酸イオン、リン酸イオンなどの栄養の欠乏に際し、chlorophyll *a* (Chl *a*) や carotenoid (Car) などの色素組成の変化や酸素発生量の減少などを示すことが知られている[2]。しかしながら励起エネルギー移動過程の観測によって、栄養欠乏ストレスが光捕集過程にどのような影響を与えるかを調べた研究はほとんど行われていない。

本研究では、組成の異なる培地で培養したシアノバクテリア *Synechococcus* sp. PCC7002 (PCC7002) の細胞 (図 1) に対して時間分解蛍光スペクトル (TRFS) を測定し励起エネルギー移動過程を追うことで、栄養欠乏条件がシアノバクテリアの光捕集機構ならびにバイオマスの増加にどのような影響を与えたかを検討した。栄養条件に関しては、海洋での効率的な培養を目指し、海洋と類似の組成の培地を比較対象とした。



図 1. *Synechococcus* sp. PCC 7002.

【実験】

PCC7002 の培養に一般的に用いられる培地 Medium A (以下 A 培地) での培養した細胞 (A), 海水類似組成の培地である f/2 で培養した細胞 (F), それら二つの培地をベースに硝酸イオン濃度を入れ替えた培地で培養した細胞 (An)・(FN), リン酸イオン濃度を入れ替えた培地で培養した細胞 (Ap)・(FP), そしてその両方の濃度を入れ替えた培地で培養した細胞 (Aw)・(FW) を用意した (7 days, $50 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 30°C). これらの細胞に対し、吸収スペクトル、蛍光発光・励起スペクトルならびにピコ秒～ナノ秒時間領域の TRFS の測定 (77 K, 400 nm 励起, 時間相関単一光子計数法) を行った。得られた TRFS に対しグローバル解析を行い, FDAS (Fluorescence Decay-Associated Spectra) を得た。また培養過程でバイオマス量 (OD_{750}) の測定と, クラーク型酸素電極による光合成活性を測定した。

【結果と考察】

4-7 日後には OD_{750} で見積もった A と F のバイオマス量におよそ 2 倍の違いが見られた。しかし光

合成活性には2倍もの違いはなく、光捕集過程の違いがその要因の一つであることが示唆された。

図2に測定したサンプルの吸収スペクトルを示す。スペクトルの規格化は680 nm周辺のChl *a* Q_y帯のピークで行った。F, FN, FP, FWでは400–500 nmにおける吸収強度が強く色素組成におけるCarの比率が高い。しかし、蛍光励起スペクトルより、Carは光捕集には寄与していないことがわかった。

図3にグローバル解析の結果得られたFDASを示す。TRFSは6–7の寿命成分で解析された。A, An, Ap, AwとF, FN, FP, FWでいくつかの大きな違いが見られる。例えば第1成分(10–25 ps)、第2成分(30–60 ps)においてChl *a* 蛍光領域(680 nmより長波長)でA, An, Ap, Awは一つの正のピークを持つのに対し、F, FN, FP, FWでは2つの正のピークを持つ。これは海水中でPCC7002の光捕集機構に通常とは異なるアンテナ色素タンパク質が存在することを示唆する。

また、硝酸イオンやリン酸イオンの欠乏も励起エネルギー移動へ影響を示した。AnとAwのFDASでは第1成分、第2成分の700 nmより長波長で大きな振幅があり、Aベース培地での培養において硝酸イオンの欠乏はPSIの低エネルギーChl *a* へのエネルギー移動を促進させることが考えられる。

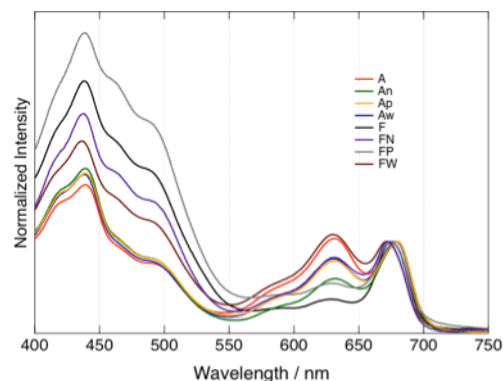


図2. 吸収スペクトル。

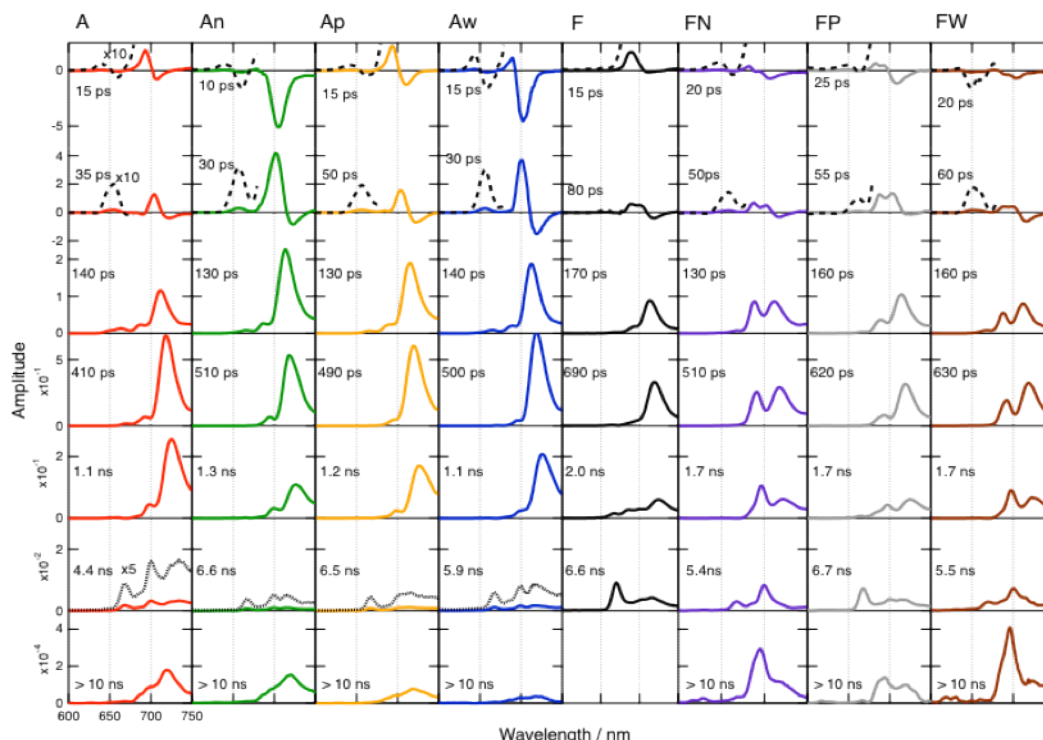


図3. グローバル解析の結果得られたFDAS。

【参考文献】

[1] A. Parmar, N. K. Singh, A. Pandey, E. Gnansounou and D. Madamwar. *Bioresour. Technol.* **102**, 10163–10172 (2011).
 [2] J. L. Collier, S. K. Herbert, D. C. Fork and A. R. Grossman. *Photosynth. Res.* **42**, 173–183 (1994).