

3P085

種々のホヤ中における藍藻 *Prochloron* の励起緩和ダイナミクス

(神戸大院理¹, 神戸大分子フォト², 琉大理³, 神戸大内海域⁴)

○浜田 文哉¹, 横野 牧生², 広瀬 裕一³, 村上 明男⁴, 秋本 誠志^{1,2}

【序論】

Prochloron は、(亜) 熱帯サンゴ礁海域に生息する無脊椎動物ホヤに共生する酸素発生型光合成生物である。単独での生息が困難であるといわれており^[1], 培養の成功例も報告されていない。藍藻に分類されるが、(1)光合成色素としてフィコビリンを持たず、緑藻や高等植物と同様にクロロフィル *a* (Chl *a*) の他に Chl *b* を持っている、(2)クロロフィルの構成は同じ Chl *a/b* 系でも、緑藻や高等植物が持つ Light Harvesting Complex I (LHCI) と LHCII は持たず、光化学系 I (PS I)、PS II のアンテナとして Prochlorophyte chlorophyll-binding protein (Pcb) を持っている、といった特徴的な色素系を有している。

本研究では、ホヤの体内に共生した状態の *Prochloron* の時間分解蛍光スペクトル (TRFS, Time Resolved Fluorescence Spectra) を測定し、その解析結果も用いて、光合成初期過程における励起エネルギー移動について検討した。

【実験】

異なる環境に生息する 5 種類の宿主動物 *Lissoclinum bistratum*, *Trididemnum miniatum*, *Trididemnum cyclops*, *Diplosoma* sp., *Lissoclinum timorensis* に共生する *Prochloron* のピコ秒領域からナノ秒領域における TRFS を、時間相関単一光子計数法を用いて測定した。光源にはチタンサファイアレーザー (Spectra-Physics Tsunami) を使用し、励起波長を 425 nm とした。また、温度は液体窒素温度の 77 K とした。

【結果と考察】

図 1 に、これまでに測定した *Prochloron* の TRFS を示す。スペクトルの上に示されているのは *Prochloron* が共生するホヤの種類である。どのサンプルにおいても、時間初期に光化学系 II (PS II) のコアアンテナである Chlorophyll-Protein Complex 43 (CP43) が持つ Chl *a* の蛍光が現れ、励起後 15 ps 以降に、同じく PS II のコアアンテナである CP47 が持つ Chl *a* の蛍光が現れる^[2]。これらのシグナルから、全てのサンプルにおいて CP43 から CP47 へのエネルギー移動が時間初期に起こっていることが分かる。また、PS I が持つ Chl *a* のシグナルは、ほとんどのサンプルで時間の経過とともに長波長側にシフトしていることが分かる。さらに、68–75 ns の領域では、全てのサンプルで 685 nm 付近と 695 nm 付近に遅延蛍光が見られた。これらの遅延蛍光は、PS II において電荷再結合が起こっていることを示す。

また、各サンプルの TRFS の間には幾つかの違いが見られた。まず、PS I が持つ Chl *a* のシグナルの強度に大きな違いがある。例えば *Lissoclinum timorensis* に共生する *Prochloron* では、時間初期において PS II 中の Chl *a* よりも強いシグナルが存在するが、*Lissoclinum bistratum* に共生する *Prochloron* では全ての時間領域でほとんど存在しない。また、*Lissoclinum bistratum* に共生する *Prochloron* については、570 ps 以降に 678 nm のシグナルが現れ、時間後期で支配的なものになっている他、68–75 ns の領域で

は、遅延蛍光の強度が他のサンプルに比べてかなり弱くなっていた。

また、文献では *Prochloron* が光合成色素としてジビニルプロトクロロフィリドを持っている^[3]という報告があるが、今回の測定ではどのサンプルについてもそれに帰属できる蛍光は観測されなかった。

発表では、この TRFS の他に、グローバル解析^[4]によって得られた FDAS (Fluorescence Decay-Associated Spectra) を議論に用いる。グローバル解析とは、式 (1) により、全ての波長で共通の時定数 τ_n と波長に依存するアンプリチュード $A_n(\lambda)$ を持つ指数関数で各波長の蛍光減衰曲線をフィットするものである。FDAS では各時間成分においてどの波長領域が減衰し、立ち上がっているかが示されるので、各色素間で起こる励起エネルギー移動の時定数と効率について、より詳細に考察することができる。

$$F(t, \lambda) = \sum_n A_n(\lambda) \exp\left(-\frac{t}{\tau_n}\right) \quad (1)$$

【参考文献】

- [1] Hirose, E., Neilan, B.A., Schmidt, E.W., Murakami, A. in *Handbook on Cyanobacteria: Biochemistry, Biotechnology and Applications*, eds. Gault, P.M. and Marler, H.J. (Nova Science Publishers. New York), pp. 161–189 (2009).
- [2] T.S. Bibby, J. Nield, M. Chen, A.W.D. Larkum, and J. Barber, *Proc. Natl. Acad. Sci.* **100**, 9050 (2003).
- [3] M. Helfrich, A. Ross, G.C. King, A.G. Turner, and A.W.D. Larkum, *Biochim. Biophys. Acta* **1410**, 262 (1999).
- [4] I. H. M. van Stokkum, D. S. Larsen, and R. van Grondelle, *Biochem. Biophys. Acta*, **1657**, 82-104 (2004).

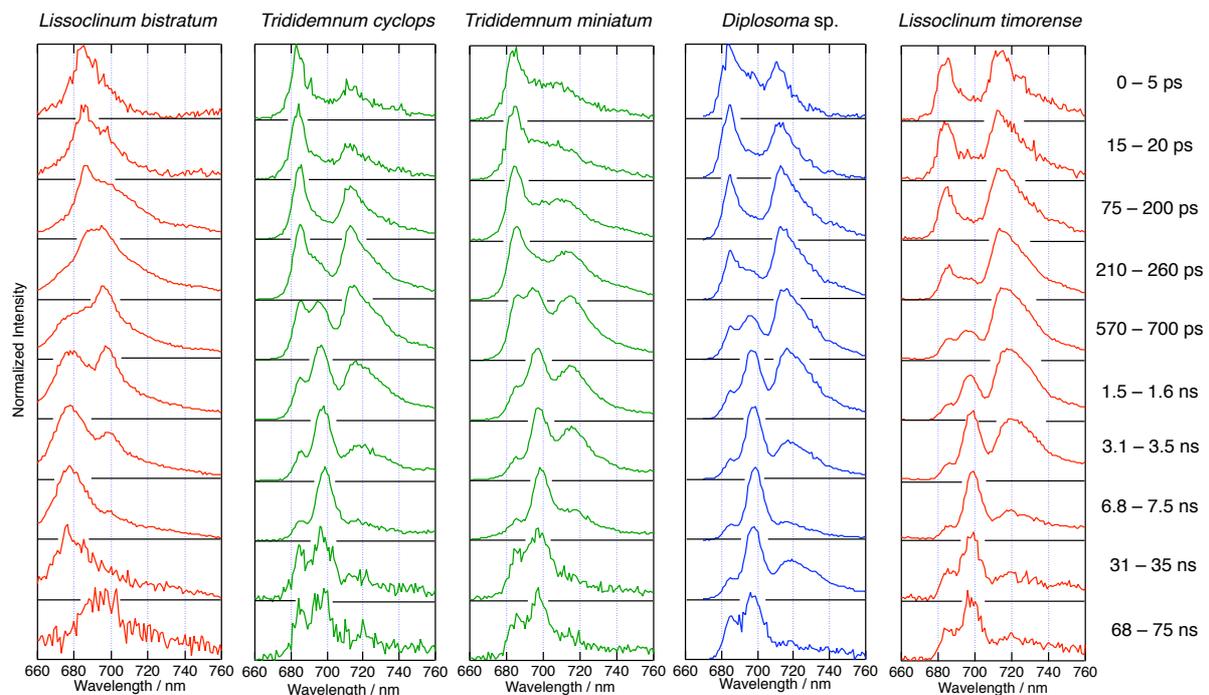


図 1. 5 種類のコヤに共生する *Prochloron* の時間分解蛍光スペクトル