

シアノバクテリア *Rivularia* sp. IAM M-261 の 光屈性の作用スペクトル

○日大生産工 片山光徳

1 まえがき

光屈性は植物、菌類が光の照射方向と関連した方向に成長する光環境応答であるが、原核生物（いわゆる細菌）からの報告はほとんどなく、光の受容や屈曲の形成のメカニズムは不明である。我々は光屈性を示すシアノバクテリアの一種である *Rivularia* sp. IAM M-261 (図1) を用いて、光屈性の生理学および分子生物学的な解析を進めている。本シアノバクテリアにおいて光屈性を誘導するためには橙色または青色の背景光を照射しつつ側面から光を照射する必要があることが分かっている。そのため、橙色または青色の背景光の下で様々な波長の側面光を照射し、光屈性の作用スペクトル (action spectrum) を作成することにした。得られた作用スペクトルと既存の光受容体の吸収スペクトルを比較することで、シアノバクテリアの光屈性に関わる光受容体の推定を行なった。

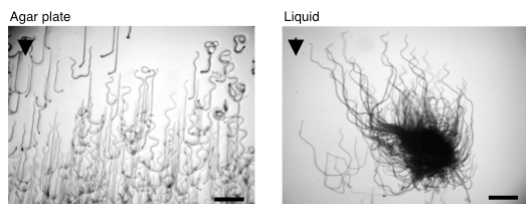


図1 光屈性を示している *Rivularia* sp. IAM M-261 の糸状体。写真の上から下向きに白色光を照射している。

2 実験方法

光屈性の誘導には、図2Aに示す2つのLEDを装着した暗箱を使用した。使用したLEDの発光スペクトルを図2Bに示す。初めに、一方向からシアノバクテリアに30~50 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ の白色光を照射して糸状体を一方向に成長させた後に、暗箱にシアノバクテリ

アを移し、LED (図2A, a) で初めに照射した光の方向から90°ずらした方向から各種波長、光量の側面光を照射しつつ、背景から橙色 (611 nm) または青色 (460 nm) の光 (40 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) (図2A, b) を30°Cで24時間照射し光屈性を誘導した。シアノバクテリアの糸状体を写真に撮り、画像解析ソフト (ImageJ) を用いて糸状体の屈曲角度を測定し平均値を求めた。同一測定を3回以上行い、測定結果の平均値を求めた。照射した側面光の光量と屈曲角度をプロットしてフルエンス応答曲線 (fluence response curve) を作成し、応答が飽和する光量の50%の反応を与える光量の逆数を波長に対してプロットすることで作用スペクトルを作成した。

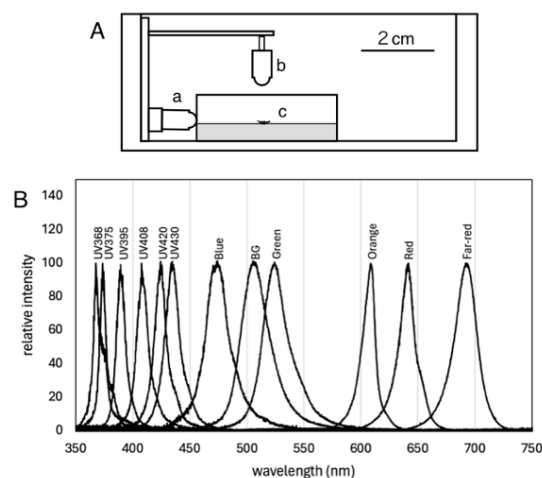


図2 A. 光屈性誘導用の暗箱の模式図。A:側面光LED, b:背景光LED, c: シアノバクテリア, B. 使用したLEDの発光スペクトル

3 実験結果と検討

図3に橙色の背景光 (611 nm) (図3A) および青色光 (460 nm) (図3B) の下で測定

した光屈性のフルエンス応答曲線を示す。得られたフルエンス応答曲線より、反応が飽和する角度の約 50% の 20° の屈曲をもたらし光量を求め、その逆数を波長に対してプロットすることで、作用スペクトルを作成した。橙色背景光下での光屈性の作用スペクトルは 420 nm 付近にピークを持ち (図 4 A 実線)、青色光下での作用スペクトルは 527 nm 付近にピークをもつことが明らかとなった (図 4 B 実線)。また、420 nm の光による反応は、527 nm の光による反応に比べて約 60 倍高感度であった。

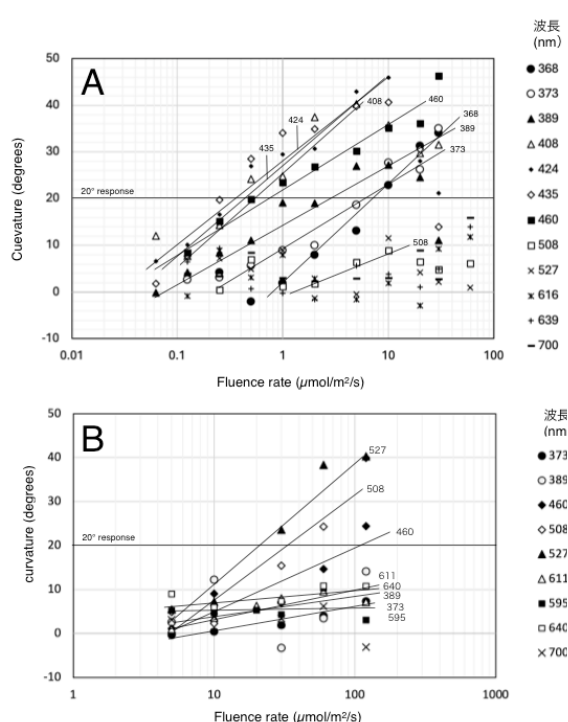


図 3 橙色光 (A) および青色光 (B) の背景光下で測定した光屈性を誘導する光のフルエンス応答曲線

ある波長で一量定の反応を引き起こすのに必要な光量の逆数は、その波長における色素の吸収係数に比例するため、作用スペクトルの形状から光の受容に関わる光受容体を推定できる¹⁾。本実験の結果得られた作用スペクトルを既存のシアノバクテリアの光受容体と比較したところ、青色光吸収型と緑色光吸収型の間で光変換おこす光受容体であるシアノバ

クテリオクロム PixJ の青色光吸収型 (PixJ-Pb) (図 4 A, 破線) および PixJ の緑色光吸収型 (PixJ-Pg) (図 4B 破線) の吸収スペクトルと類似していた。

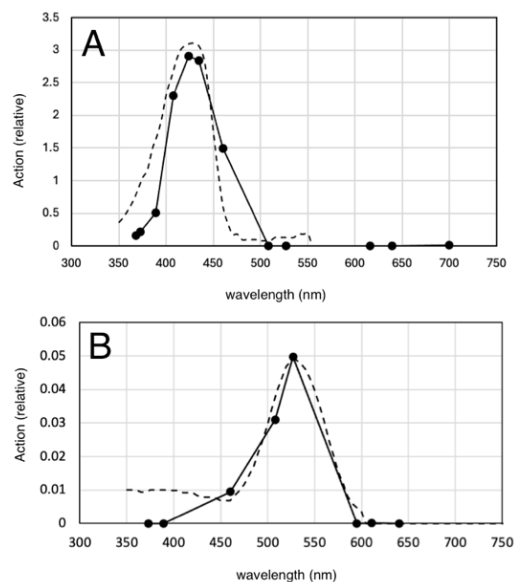


図 4 橙色光の背景光下における光屈性の作用スペクトル (A 実線) と PixJ-Pb の吸収スペクトル (A 破線)、青色光の背景光下における光屈性の作用スペクトル (B 実線) と PixJ-Pg の吸収スペクトル (B 破線)

4 まとめ

Rivularia sp. IAM M-261 の作用スペクトルより、光屈性への PixJ の関与が示唆された。本シアノバクテリアのゲノムには 2 つの PixJ 遺伝子のホモログが存在している²⁾。今後はこれらの遺伝子の破壊が光屈性に及ぼす影響を調査する予定である。

「参考文献」

- 1) BIOLOGICAL ACTION SPECTRA
Holly L. Gorton, Photobiological Sciences Online (PSO), <http://photobiology.info/Gorton.html>
- 2) Draft Genome Sequence of the Phototropic Cyanobacterium *Rivularia* sp. Strain IAM M-261.
Hirose Y, Katayama M. Microbiol Resour Announc. 2021;10(39):e00790-21.