

# 物理的処理と土着微生物群の潜在機能を組み合わせたハイブリット方式によるアオコとその毒素の制御

## Controlling cyanobacterial bloom and toxins by a hybrid technology: physical treatments and potential function of indigeneous microbes

温州大 ○井芹 寧・姜 雨晴・顔 志雄・郝 愛民・小林 草平・李 仁輝・趙 敏

### 1. 背景及び目的

世界各地の閉鎖性水域において、表層水の高水温化や富栄養化により、cyanobacteria の異常増殖（アオコ）が頻発している。アオコの発生は、発癌の Promoter となる microcystin や、アルツハイマー等の神経障害を引き起こす可能性が指摘されている  $\beta$ -methylamino-L-alanine (BMAA) 等の cyanotoxin の産生を伴い動物や人の健康に影響を及ぼし社会問題化している。アオコ発生や cyanotoxin の制御対策として多種の対策法が試みられているが、未だ抜本的な解決法は確立されていない。近年、アオコ発生の起源となる休眠細胞からなる底質中の seed-population (種場) に対する対策が重要視されている。本研究では殺菌効果のある UV-LED に着目し、多波長の同時照射が可能な UV 照射実験装置を開発し、cyanobacteria の種場に対する複合 UV 波長照射による種場不活性化効果及び microcystin の UV-LED 照射による分解効果を検証する基礎実験を実施した。

### 2. Seed-population 制御実験

新たに製作した多波長 UV 照射実験装置を図-1 に示す。実験装置は最大 8 種類の紫外線灯の装着と多波長 UV の同時照射が可能である。また、UV-LED に関しては、外部の制御装置により、それぞれ独立して照射強度の調整が可能である。実験に供する Cyanobacteria の休眠細胞を含む底質は、中国太湖南部水域の底泥をコアサンプルにより層別に採取し、表層泥 1cm 厚の底泥を混合均一化した後、滅菌済みの 24well 細胞培養 plate の各 well に湿重量として 0.4g 分取し、現地の湖水の 0.45 $\mu$ m 孔径メンブランフィルター濾過水を約 1mL 水密状態になるように満たした。紫外線照射処理後は、25°C、白色 LED 約 3000Lux, 24hr 明の条件で 14 日間培養を行い (図-2)、発生したアオコ (*Planktothricoides raciborskii*) 栄養細胞数を、検鏡により定量化した。

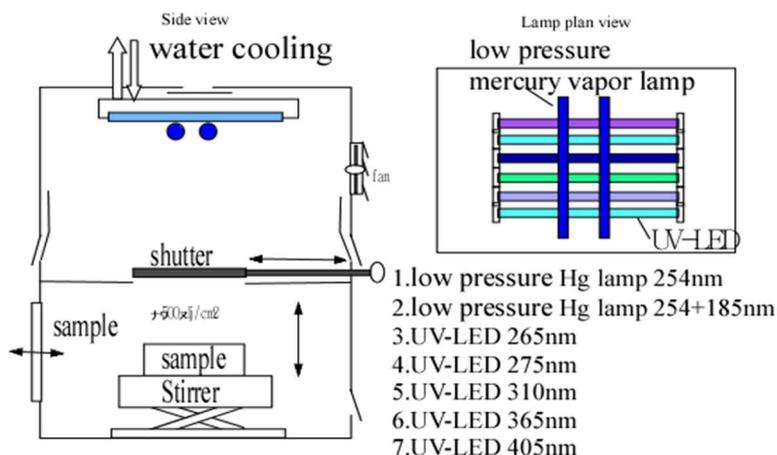
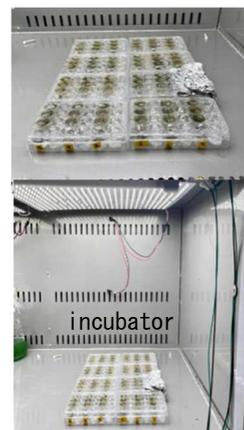
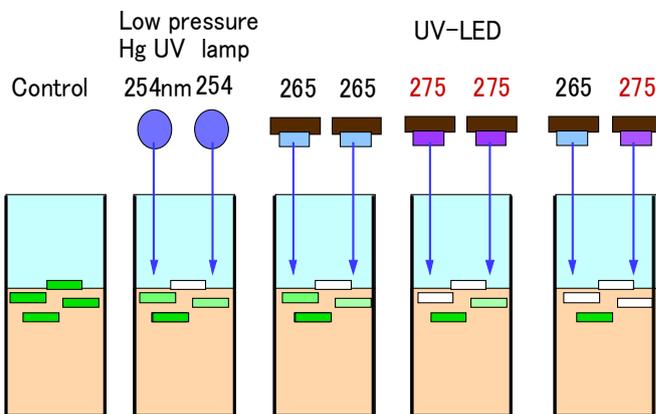


図-1 多波長 UV 照射実験装置

Wavelength (nm)	Time (min)	Voltage (V)	Current (A)
Hg 254		/	/
LED 265	4 min	34.4	0.35
LED 275	8 min	32.7	0.67
LED 265+275	16 min	265:34.3	265:0.32
		275:31.8	275:0.30



Incubate test(n=3) 1 case of 6 series 4-16min irradiation

図-2 実験条件

キーワード UV-LED, cyanobacteria, microcystin, seedbank, 土着生物

連絡先 〒325035 中国浙江省温州市茶山高教園区 温州大学 生命環境科学学院 10C222 E-mail: [iseri@wzu.edu.cn](mailto:iseri@wzu.edu.cn)

今回は 254, 265, 275nm の各単独及び 265+275nm 複合波長を用いた UV 照射処理実験結果について報告する。実験結果を図-3 に示す。

底質への同 UV 照射強度(約 2640  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>)の条件下で、*Planktothricoides raciborskii* 種場の栄養細胞初期発生抑制及びその後の増殖抑制に関して、265+275>275>265=254nm の順に発生・増殖抑制効果が確認された。最大、初期発生で 7 割, 14 日後の増殖で 9 割程度の抑制効果が示された。また、14 日後には紫外線処理にもかかわらず、control と類似した多様な緑藻, 珪藻などの土着藻類や原生動物等の増殖が確認された。

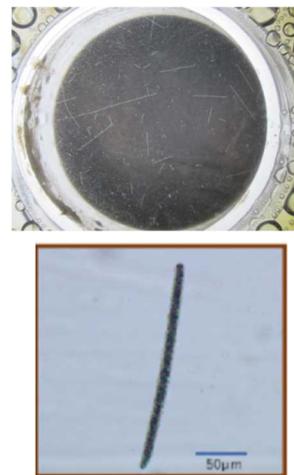
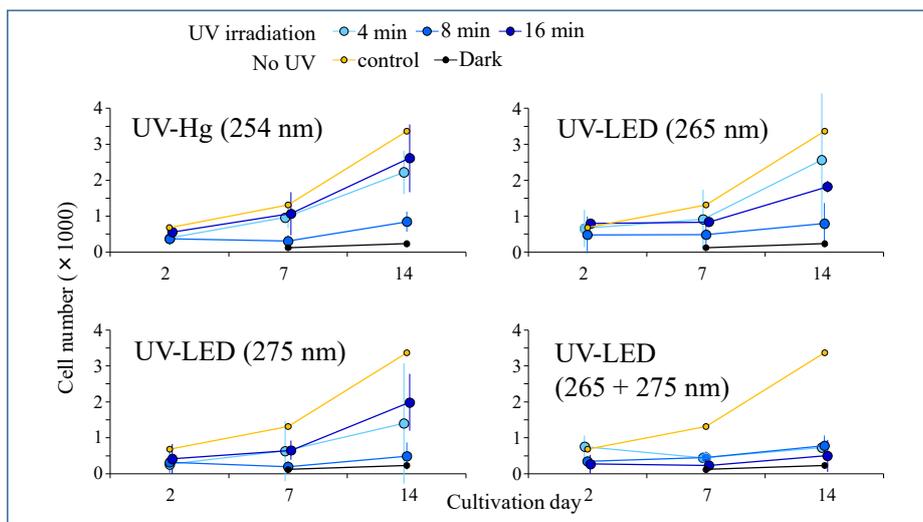
### 3. Microcystin 分解試験

太湖で採取した *Microcystis flos-aquae* 主体のアオコの群体分散化処理検体と未処理検体を供試試料とした。シャーレに試料を分取し、約 5mm 水層厚, スターラー攪拌条件において、多波長 UV 照射実験装置を用いて UV-LED265nm, 照射強度 2640  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>, 照射時間 1, 4, 8 分の条件で処理を行った。照射処理前後の試料について ELISA 法により Microcystin の分析を行った。実験結果を図-4 に示す。

未分散処理試料では, MCs 濃度は UV1 分照射処理で 3 割減少し, 照射時間の増加にとともにさらに減少し 8 分処理で最大 6 割の濃度減少が確認された。分散前処理試料では UV 照射後, MCs の濃度は 1 分処理において半減し, 照射時間による変化は比較的少なかった。あわせて, 低圧 Hg UV 灯 254nm の照射実験を行い, 同供給電力量条件においては, UV-LED 265nm 処理の方が効率的に MCs を分解可能であること, また, 物理処理後, 試料採取水域の湖水と混合することで, 数日間後の MCs 分解促進効果が得られることが明らかとなった。

### 4. 実用化に向けて

当研究室では, タブレット PC で航行が control 可能なアオコ分散処理船が完成済みである。本年度より新たに国際共同研究(国家重点研发计划政府间国际科技创新合作项目 2021YFE0112000)をスタートさせ, 数種のアオコ対策法の実用化を目指す計画である。その中で, 図-5 に示すとおり, 処理船と水中ドローン等を連携した底質種場 UV 処理システムに関する研究開発を実施する予定である。



*Planktothricoides raciborskii*

図-3 種場処理実験結果

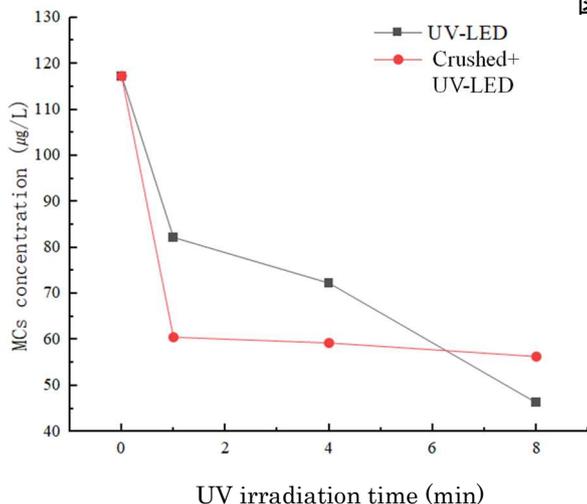


図-4 Microcystin 分解実験結果

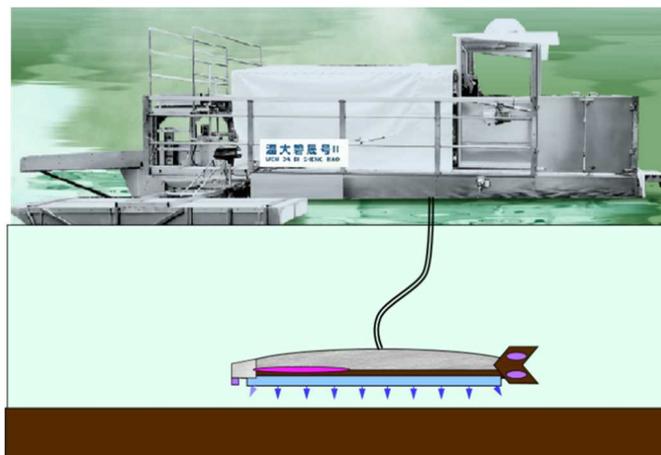


図-5 アオコ総合対策実用化イメージ図