

Wu, Y., J. Liu, L. Yang., H. Chen, S. Zhang, H. Zhao, and N. Zhang (2011)

Allelopathic control of cyanobacterial blooms by periphyton biofilms

J. Environ. Microbiol. **13** (3) : 604 – 615.

付着バイオフィーム (BF) のアレロパシー作用による藍藻ブルームのコントロール

藻類ブルームは世界的な問題になり、実用可能な防除法の開発が喫緊な課題である。付着 BF は水圏環境における固体の表面を覆う薄い微生物層であり、藻類へのアレロパシー効果があると考えられた。本研究では付着 BF を微生物の集合体と見なし、付着 BF 及び付着 BF の分泌物が藍藻の増殖に与える影響の解明、藍藻の増殖を抑制する物質の同定、及び野外実験により付着 BF の藍藻ブルームを抑制するアレロパシー効果を評価した。

実験用の付着 BF は、人工の模擬池 (ガラス製、1.2m x 1.0m x 1.0m) で 63 日間培養して調製した。人工池には、夏に藍藻ブルームが発生する中国武漢市の月湖から採取された 15cm 深の堆積物及び 85cm 深の水を入れた。0.1M 塩酸に 24 時間浸けた後に再蒸留水で 3 回洗浄した繊維担体 (SFC) は水 1m³ に 0.3m³ の密度で水面下 0.5m に固定した。夜は 0-200 Lux、昼間は 1250-6200 Lux の光強度、13°C-34°C の水温の条件下で培養した。人工池中の付着 BF が藍藻ブルームに与える影響を調べるため、BF を 3 つの人工池の水面下 0.5m に設置し、SFC から剥離した BF 対水のバイオマスの比は 1.882:1000 (w/w) とした。BF 無添加の 3 つの人工池をコントロール区として、36 日間培養した。また、池における藍藻ブルーム抑制要因として、BF 添加による栄養塩の枯渇、動物プランクトンによる捕食、BF からの他感物質のどれなのか確認するため、各要因による藍藻の増殖への影響を調べた。各池中の栄養塩濃度は実験終了時に測定した。動物プランクトンの影響を調べるため、メッシュサイズ 20µm のプランクtonネット及び孔径 0.22µm のフィルターでろ過した富栄養無菌水により培養した付着 BF は、再蒸留水により動物プランクtonを洗浄し、BF 対 BG11 培地の比が 1.882:1000 (w/w) になるように、150mL の藍藻培養に添加した。BF 無添加の藍藻培養をコントロール区として 20 日間培養した。また、BF 分泌物の藍藻の増殖への影響を調べるため、約 1.88g 動物プランクtonを含まない付着 BF を 1.0L の再蒸留水に 30 分浸けて (BF 対再蒸留水の比は 1.882:1000)、0.22µm のフィルターでろ過した後、藍藻培養に添加した。再蒸留水添加区をブランク区として 20 日培養した。BF の分泌物から有効物質を同定するため、1.88g の付着 BF を 1.0L の超純水に 24h 浸けた後、水を孔径 0.45µm のフィルターでろ過した。ろ液中の物質は、固相抽出を用いたガスクロマトグラフ (GC/MC) により同定した。付着 BF の実用性を検討するために、2004 年 6 月から 2005 年 3 月の期間で月湖に、竹及びゴムライニングにより 5.0 x 5.0 x 3.5m の範囲で囲い域を 6 つ設けて野外実験を行った。また、BF の分泌物中にインドール及び 3-オキソ-α-イオノンを含むことを確認するため、GC/MC 分析を行った。

SEM 及び光学顕微鏡観察により、野外と人工池の BF は類似し、珪藻及び細菌が優占していた。BF の無いコントロール区の Chl.a 濃度は時間経過に従って上昇しており、17 日後に藍藻ブルームが発生した。BF 添加区では、逆に 17 日後に Chl.a 濃度が検出不可能になった。培養終了後、BF 添加区のアンモニア、N 及び TDP 濃度はそれぞれ 0.54 mgL⁻¹、0.67 mgL⁻¹、0.12 mgL⁻¹ であり、コントロール区 (1.40 mgL⁻¹、2.46 mgL⁻¹、0.41 mgL⁻¹) より低かったが、この栄養塩濃度は藍藻の増殖を維持できる。動物プランクtonは藍藻の増殖をほとんど影響しなかった。さらに BF の分泌物であるインドール及び 3-オキソ-α-イオノンは細胞のチラコイド膜を損傷し、電子伝達系を阻害し光化学系 II の有効量子収量を減少させることにより、藻類の増殖を抑制することが分かった。効果は時間及び濃度依存的であった。野外実験ではコントロール区で藍藻ブルームが発生したが、実験区では発生しなかった。SFC は藍藻の増殖にほとんど影響しなかった。本研究の結果により、付着 BF は有効、安全かつ環境にやさしい藻類ブルームを予防する生物的手法であり、研究室の条件下で簡単に育成できるし、実用の可能性が高いことが示唆された。