

S. Cirés, L. Wörmor, R. Agha and A. Quesada (2013)
Overwintering populations of *Anabaena*, *Aphanizomenon* and *Microcystis*
as potential inocula for summer blooms
J. Plankton Res. **35**: 1254–1266.

夏季のブルームの潜在的接種源としての
Anabaena, *Aphanizomenon*, *Microcystis* の越冬個体群

藍藻類は温帯の冬季や亜熱帯・熱帯の干魃のような不利な環境でも生存できることから、全世界の水系で著しい生態学的な成功を収めている。また、頻繁にブルームを形成し、藍藻毒を産生するので、水管理において重大な脅威となっている。藍藻類の生存戦略として、クロオコックス目の休止期のコロニーや、ネンジュモ目・スチゴネマ目の胞子様のアキネートの形成が知られている。夏季のブルーム後、これらは秋季に堆積物に沈積し、越冬した後に、春季の水理環境の好転に伴って水柱に放出される。夏季のブルームは前年の秋季に堆積物に沈積した休止期の細胞が接種源になっている。しかし一方で、湖底の越冬細胞だけでなく、湖水中に浮遊したまま越冬する細胞が夏季のブルーム形成に影響するという研究報告もある。これまで湖沼において堆積物中に存在する底生期の *Microcystis* 属のコロニーとアキネート (ネンジュモ目) についての研究がなされてきた。本研究では、知見が少ない貯水池を対象として調査を行い、堆積物中だけでなく表層水や底層水中の底生期の *Microcystis* 属コロニーとネンジュモ目 (*Anabaena* 属・*Aphanizomenon* 属) のアキネートについて研究を行った。それら休止期の細胞の時空間的な分布を調査し、再懸濁によるこれらの細胞の湖底堆積物から底層水への供給と、堆積物中の休止期の細胞が夏季のブルームを発生させる潜在的可能性について評価を行った。

調査は 2006-2008 年に、スペイン北西の 6 ヶ所の貯水池 (Cachamuiñas, La Barca, Las Conchas, Prada, Salas, Trasona) で行い、試料は上流側の浅い点 (1-30 m 深) とダム側の深い点 (3-65 m 深) の 2 点にて採取した。表層の採水は毎年夏季 (7-9 月) に行い、冬季は *Chl. a* の鉛直分布が認められた場合のみ採水した。透明度の 2.5 倍の深度までを有光層とし、そこから 5 L の採水を行った。湖底堆積物は 2007 年と 2008 年の 1-2 月に表層 (0-5 cm 深) をエクマンバージ採泥器で採取し、黒色ビニール袋に保存した。同時に湖底上 1.5 m から底層水として 5 L 採水した。2009 年晩春 (5-6 月) には La Barca と Salas を除く貯水池で、表層水、底層水、及び堆積物の追加採取を行った。全試料は 4°C に保って持ち帰り、24 時間以内に以下の実験に供した。堆積物試料はよく攪拌した後、発芽実験用の試料とホルムアルデヒドで固定 (終濃度 4%) した検鏡用の試料に分け、冷暗所に保存した。

表層水中の藍藻類の生物量は *Chl. a* 濃度として算出した。浮遊性藍藻については、1 日室温で放置後に容器の上部に集積した試料をホルムアルデヒドで固定 (終濃度 4%) し、それを 4°C 保存後に同定計数した。堆積物中の休止期の細胞は、1 mL の固定泥を濾過底層水 (GF/F フィルター使用) で 50 倍希釈したものを孔径 41 μm ナイロンメッシュで濾過捕集してスライドグラスに載せ、カバーグラスで水性封入剤と共に封入して、大型のアキネートとコロニーの計数に供した。濾液については孔径 0.2 μm のフィルター上に濾過捕集し、アキネートの計数に供した。底層水は 500-1000 mL を堆積物と同様に処理した。落射蛍光顕微鏡で観察し、*Microcystis* 属のコロニーとアキネートを同定計数した。

また、2007-2008 年冬季に採取した堆積物は、発芽実験に用いた。直接培地で希釈した懸濁液と、密度勾配遠心分離後の上澄みを培地に入れて、それぞれを約 2 週間培養し、発芽して増殖した *Microcystis* 属とアキネートの同定を行った。

ダム側の *Chl. a* 量の最大値は La Barca の 43.4 $\mu\text{g L}^{-1}$ であった。ダム側と上流側の値が類似する場合もあったが、ダム側が上流側より大きい値を示すことが多かった。*Microcystis* 属は La Barca, Trasona, Las Conchas で優占し、堆積物中で最大 1.4×10^7 cells mL^{-1} (28000 colonies mL^{-1}) 以上であった。ネンジュモ目 (*Anabaena* 属・*Aphanizomenon* 属) のアキネートは Cachamuiñas, Prada, Salas で優占し、最大値は 1.9×10^5 cells mL^{-1} であった。コロニーとアキネートは上流側よりダム側の堆積物中に多い傾向があり、貯水池内の分布は河川水の流れに影響されると考えられた。堆積物中から底層水に再懸濁された *Microcystis* 属とアキネートの割合は、底から 1.5 m 上まで均一であると仮定して算出した。*Microcystis* 属の懸濁率は Trasona のダム側で最大 0.5% と見積もられ、Las Conchas では 0.1% 以下であったが、堆積物中の膨大な細胞密度を考慮すると、*Microcystis* 属は 3.6×10^8 cells m^{-2} (7×10^5 colonies m^{-2}) が湖底から水柱に放出されたと算出された。ダム側での *Microcystis* 属コロニーの存在量は、調査期間を通して、冬季より春季の方が多かった。また、Trasona と Las Conchas では、堆積物中での越冬だけでなく、表層水中での越冬が確認された (水温 7.5-9.8°C)。*Microcystis* 属とネンジュモ目の堆積物から水中への再懸濁は、全体の 0.02-0.5% であったが、底層水に供給された初期量と室内実験で得られた比増殖速度からモデル化すると、最短 2-5 週間、最長 9-25 週間で夏季ブルームの最大細胞数に達したことから、堆積物からの水柱への細胞の接種量は、十分に夏季のブルーム発生を説明しうる。また、初期の放出量 (最大 38%) よりも、初期の比増殖速度の変化 (最大 75%) の方が、ブルームまでの時間の減少に効果を示した。しかしこのモデルは、藍藻類の流出や捕食、比増殖速度の変化、コロニーやアキネートの発芽率等を考慮しておらず、今後検討していく必要がある。藍藻類の越冬や水温等の要因を改変するのは不可能なため、栄養塩類の流入規制等によって、藍藻類ブルームに対処すべきと考えられる。

小林淳希

次回のゼミ (11/4 [火] 13:30~, W103 にて) は修論中間発表です。