

Golber, C. J., T. W. Davis, K. J. Coyne and G. L. Boyer (2007).

Interactive influences of nutrient loading, zooplankton grazing, and microcystin synthetase gene expression on cyanobacterial bloom dynamics in a eutrophic New York lake.

*Harmful Algae*. 6: 119-133.

ニューヨーク富栄養湖でのシアノバクテリアブルームにおけるミクロキスチン合成酵素の遺伝子発現と栄養塩流入および動物プランクトンの捕食における相互作用的な影響

ここ数 10 年の間、有害有毒藻類ブルームは増加の傾向にあり、特に淡水系では主に *Microcystis* sp. による有毒 (主にミクロキスチン) シアノバクテリアブルームが増加しているが、その原因は未だに完全には解っていない。これまでに野外調査では、全窒素量の増加に伴い毒素の産生に正の相関が、硝酸塩濃度とは負の相関が報告されている。しかしながら、現場における増殖や毒素合成に対する栄養塩の影響は未だに研究されていない。また、現場および室内実験から、動物プランクトンの摂餌がシアノバクテリアによる影響を受けていることが明らかになっている。特に、枝角類やカイアシ類は摂餌量や同化効率の減少や、死亡する例も報告されている。本研究は、栄養塩流入や動物プランクトンの摂餌、毒素の合成酵素が、有毒なシアノバクテリアブルームへどのように影響を及ぼしているのかを研究したものである。

現場における調査は2004年5月から11月にかけてニューヨークにあるアガワン湖 (40° 52' N, 72° 26' W) にて 1~2 週間に一回の間隔で行った。水温・pH・溶存酸素量は YSI 556 MPS を用いて観測した。採水は 20 L のカーボイを用いて表層 50 cm から採水した。採水試料は栄養塩 (硝酸塩、アンモニア塩、珪酸塩、リン酸塩)、PCR 及び RT-PCR 解析によるミクロキスチン合成酵素の検出 (*mcyE*)、毒素量 (ミクロキスチン及びアナトキシン-a)、Chl. a 量、植物プランクトンの細胞密度そして動物プランクトン個体数密度の計測・計数に供した。また、7 月から 10 月にかけて現場での栄養塩添加実験も行った。実験には 250 ml のポリカーボネイト製のフラスコを用いた。栄養塩は硝酸塩 (20 μM)、リン酸塩 (1.25 μM) をそれぞれ添加した実験区、両者を添加した実験区、何も添加しない実験区の 4 つを設定した。これらの実験区に、緑藻 (*Selenestrum capricornutum*) および *Microcystis* sp. を加え、見かけの増殖速度およびミクロキスチン濃度を測定した。さらに、*Daphnia pulex* の摂餌実験および希釈法 (100, 70, 40, 15 %) により、摂食速度の推定を行った。

アガワン湖は *Microcystis* sp. と *Anabena* sp. のブルーム ( $> 10^5$  cells mL<sup>-1</sup>) が見られ、常時高濃度のミクロキスチン (1.0-25 μg L<sup>-1</sup>) が検出された。アナトキシン-a は常に低濃度 ( $< 1.0$  μg L<sup>-1</sup>) であった。PCR 解析によって *Anabena* sp. では無く、*Microcystis* sp. が *mcyE* を発現させ、ミクロキスチンを合成していることが明らかとなった。RT-PCR 解析によって、*Microcystis* sp. が *mcyE* を発現させるのは夏季の間のみで、細胞密度が低下する秋季には検出限界以下となっていることが明らかとなった。*mcyE* を発現している *Microcystis* sp. は夏季に増加しており ( $> 8 \times 10^4$  cells mL<sup>-1</sup>)、この時期に行った *D. pulex* を加えた実験では *Microcystis* sp. の細胞密度は減少していなかった。しかしながら、*mcyE* が検出されず *Microcystis* sp. が減少している秋季では、*D. pulex* を加えた実験区で *Microcystis* sp. の細胞密度が有意に減少していた。対照的に、アガワン湖では本研究を通して動物プランクトンの高い摂食速度 (1.2 ± 0.3 day<sup>-1</sup>) が見られた。栄養塩を添加した実験においては、*Microcystis* sp. の細胞密度は、初夏では影響が見られなかった。しかしながら、晩夏から初秋にかけて成長速度および毒素量は硝酸塩を添加した実験区で著しく増加する傾向にあった。このように、夏季に見られる *Microcystis* sp. が優占するブルームでは十分な栄養塩の存在が重要であると考えられ、さらにメソ動物プランクトン (マイクロ動物プランクトンではない) による摂餌は *Microcystis* sp. による毒素合成が影響していると考えられる。以上の点から、シアノバクテリアブルームの終焉は窒素制限によって *Microcystis* sp. の成長速度と毒素合成の低下が影響し、さらに動物プランクトンの摂餌が促進されるために引き起こされると考えられる。

扇 航平

\*\*\*\*\*

次回のゼミ (11/17、W303 にて) 松野さんと三島さんをお願いしています。