

Akao, S., Y. Hosoi and T. Fujiwara (2013)  
Utilization of water chestnut for reclamation of water environment  
and control of cyanobacterial blooms  
*Environ. Sci. Pollut. Res.* **21**: 2249-2255.

水環境の改善と藍藻類ブルームの抑制を目指した水草ヒシの利用

水生植物ヒシ (*Trapa* spp.) の過剰繁茂は船舶航行の阻害や、生分解に起因する水質悪化を引き起こすため、生息域のアジアや北米で問題として報告されてきた。自治体ではヒシを刈り取り、回収しているが、回収後の処理が問題となっている。また、ヒシは高濃度のフェノール類を含有し、強い抗酸化力を持つことが明らかにされている。さらに、フサモ由来のフェノール類は藍藻類の増殖を阻害することが知られていることから、ヒシ由来のフェノール類も同様の作用能をもつ可能性があるが、必要な量等は未だ明らかにされていない。そこで本研究では、藍藻類ブルームを抑制するために必要なヒシ由来のフェノール類を定量し、ヒシの特性を評価するため、藍藻類 *Microcystis aeruginosa* および *Planktothrix agardhii* に対するヒシ由来のフェノール類の増殖阻害についてアッセイを行った。また、ヒシは栄養塩を吸収するため、ヒシを回収すると水環境中から栄養塩を除去できる。しかし一方で、藍藻類ブルームの抑制のためにヒシの抽出物を利用すると水環境中に栄養塩が供給されることになる。そこで、栄養塩バランスの観点から、ヒシの回収と抽出物の利用が湖沼環境に与える影響を評価するため、ヒシの植物体と抽出液に含まれる栄養塩の組成と量を調べた。

ヒシの採取は、鳥取県の湖山池で2010年7月28日、8月28日、2010年10月4日、および2011年6月16日に行った。採取したヒシは水道水で洗浄後、根と種子を除いて約20 cmの長さに切断した。フェノール類の抽出は、ヒシ50 g (湿重量) を室温で3日間もしくは5日間80% (v/v) メタノール300 mLに浸して行った。藍藻類の増殖阻害アッセイは、対数増殖期の藻類培養を1% (v/v) 濃度でMA培地に植え付け、フェノール類抽出液を0.1-1% (v/v) 濃度で加えて培養した。フェノール類の濃度はフォーリン・チオカルト法 (Folin-Ciocalteu method) により測定した。また、鉄還元力アッセイ (Benzie and Strain 1996) によりヒシの抗酸化力 (FRAP) を測定した。栄養塩組成と定量に関しては、ICP発光分光分析法 (ICP-AES) を用いて測定した。窒素については、液体サンプルを全窒素分析装置で、固体型サンプルをケルダール法によって測定した。

増殖阻害アッセイの結果、ヒシ由来のフェノール類の藍藻 *M. aeruginosa* と *P. agardhii* に対する増殖阻害の半飽和濃度はそれぞれ  $5.8 \text{ mg L}^{-1}$  および  $3.3 \text{ mg L}^{-1}$  であった。草体中のフェノール類の含量は、いずれも乾重量で浮水部分は  $89.2 \text{ mg g}^{-1}$ 、沈水部分が  $32.8 \text{ mg g}^{-1}$  であり、増殖阻害効果も浮水部分の抽出物が沈水部分のものに比べて大きかった。また、抽出物のフェノール類の濃度は浮水部分で  $1,840 \text{ mg L}^{-1}$ 、沈水部分で  $679 \text{ mg L}^{-1}$  であり、抗酸化力 (FRAP) の値と正の相関を示した。窒素、リン、カリウムの含量は乾重量でそれぞれ  $23.1, 2.9, 18.7 \text{ mg g}^{-1}$  であった。ヒシの回収により湖水中の窒素、リン、カリウムの濃度はそれぞれ約  $0.20, 0.03, 0.16 \text{ mg L}^{-1}$  減少すると予測される。湖水の総窒素濃度と総リン濃度がそれぞれ  $0.66, 0.065 \text{ mg L}^{-1}$  であることから、ヒシを回収することの影響は大きいといえる。湖山池の場合、抽出したフェノール類を全て利用すると湖水中のフェノール類の濃度は約  $0.48 \text{ mg L}^{-1}$  まで上昇する。しかし、*M. aeruginosa* に対する増殖阻害の半飽和濃度は  $5.8 \text{ mg L}^{-1}$  であり、実用化できる湖沼の規模はより小さなものに限られる。小さな湖沼で抽出物をすべて利用してフェノール類の濃度を  $5.8 \text{ mg L}^{-1}$  にすると、窒素、リン、カリウムの濃度はそれぞれ約  $0.15, 0.11, 1.69 \text{ mg L}^{-1}$  増加するため、水質に悪影響を与える可能性がある。

以上より、ヒシ由来のフェノール類を藍藻類ブルームの抑制に利用するためには2段階抽出などにより抽出物から栄養塩を除去する必要がある。さらに、フェノール類が動物プランクトンや魚類といった水生生物に与える影響も検討する必要がある。また、抽出後のヒシをバイオエタノールの原料に利用するなど、さらなるヒシの利用法についての研究が求められる。

大洞 裕貴

\*\*\*\*\*  
今回のゼミ (7月27日 [月], 9:30~, N204にて) は成果報告です。