

## ウキクサが未来を救う？小さな水草と微生物の可能性

米田 恭子

盛夏、田んぼや金魚鉢の水面に浮かぶ小さな緑色の水草「ウキクサ」に気を留めたことはあるだろうか。時には水面を緑一色に席卷するほど爆繁する植物であるが、このウキクサが人類のエネルギー問題や食料問題の解決に役立つかもしれないとして昨今、注目を集めている。

ウキクサ（ウキクサ科, *Lemnaceae*）は単純な構造をしており、水面に浮かぶ葉のように見える「葉状体」という器官と葉状体から水中に垂れ下がる「根」から成る。根は地面に張ることなくウキクサは浮遊生活を送る<sup>1)</sup>。図1のように葉状体の長さは大型の種でも1 cm程度であり、小型の種は1 mmに満たない。被子植物であるため「世界最小の花」を咲かせるが、開花は稀で通常は葉状体の栄養生殖で増殖する。ウキクサは成長が早く（条件が良ければ1日で倍になる）、栄養価に優れ、タンパクやデンプン含有量がそれぞれ乾燥重量の40%（豆類と同等）に達することもある<sup>2)</sup>。ウキクサの単位面積あたりの生産量はバイオ燃料の原料に使われる陸上作物（トウモロコシなど）を上回り、浮遊性であるため回収も比較的容易である。さらにウキクサの栽培に排水を使えば排水処理（植生浄化）とウキクサ生産が同時にできて一挙両得である。

ウキクサを使った排水処理では富栄養化の原因となる窒素やリンの除去とともに芳香族化合物などの汚染物質の分解や重金属の除去が主眼となる。また栄養価に富んだウキクサを効率よく増やす手法の開発も課題である。ここで活躍するのがウキクサに共生する微生物たちである。

遠山らはウキクサを使ったフェノールなどの芳香族化合物の分解実験において、ウキクサ（*Spirodela polyrhiza*）の根に共生する微生物によって芳香族化合物が素早く分解されることを明らかにした<sup>3)</sup>。無菌化ウキクサの場合、芳香族の分解が始まるまでにタイムラグ

が生じるものの、時間が経つと分解菌が根に集まり芳香族化合物の分解が進む。この実験により無菌化ウキクサや微生物のみの場合に比べ、ウキクサ微生物共生系は芳香族化合物を速やかに分解できることを示した。

山賀らはフェノールを分解するばかりでなく、ウキクサの成長も促進する微生物P23株を初めて発見した<sup>4)</sup>。植物成長促進細菌はPGPB（plant growth promoting bacteria）と呼ばれており、陸上植物ではよく知られた存在であるが（たとえば、マメ科の根粒菌など）、水草での分離例は未だわずかである。このP23株と無菌化したウキクサ（*Lemna* sp.）を約1週間共培養すると、ウキクサの葉状体数は倍以上に増加し、根に微生物が付着している様子が観察された。

Tangらはウキクサ（*Lemna* sp.）を使った重金属クロム（Cr）の吸収実験において、ウキクサ単独では増殖が阻害される高濃度 Cr存在下であってもウキクサの成長を助け、Cr除去能力を高めるPGPBを報告している。このPGPBもウキクサに付着していることが確認されている<sup>5)</sup>。

これらの研究例が示すように、ウキクサと微生物それぞれ単体ではなく、ウキクサと微生物を組み合わせることによって相乗的な効果が期待できる。しかし、水草共生菌に関する知見は陸上植物に比べて圧倒的に少なく、今後、水草と微生物にまつわる新たな発見が続くと期待される。

ウキクサの利用価値はすでに1970年代から提唱されていたが、特に近年、環境の諸問題が意識されるようになり、ウキクサに関する研究は加速している<sup>6)</sup>。アメリカでは大規模なウキクサ農場が作られ、ウキクサからのバイオ燃料やバイオポリマーの生産、さらにはウキクサを食料にできないかといった研究が進められている。水質汚染が問題となっている中国ではウキクサを使った植生浄化に関する研究も盛んである。もしかすると遠くない将来、ウキクサを原料とした環境にやさしいプラスチック製品や食品が店頭に並ぶ日が来るかもしれない。

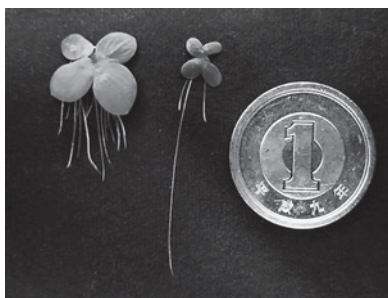


図1. ウキクサ *Spirodela polyrhiza* (左) と *Lemna minor* (右)

- 1) 角野康郎：日本水草図鑑，文一総合出版（1994）。
- 2) United Nations Food and Agriculture Organization: <http://www.fao.org/ag/againfo/resources/documents/DW/Dw2.htm> (2017/05/12)
- 3) Toyama, T. et al.: *J. Biosci. Bioeng.*, **101**, 346 (2006).
- 4) Yamaga, F. et al.: *Environ. Sci. Technol.*, **44**, 6470 (2010).
- 5) Tang, J. et al.: *Environ. Sci. Pollut. Res.*, **22**, 9686 (2015).
- 6) Appenroth, K.-J. et al.: *Plant Mol. Biol.*, **89**, 647 (2015).