

# 琵琶湖における水中ロボットを用いたプランクトン・ベントス調査

○ 石川 可奈子 ・ 熊谷 道夫  
(琵琶湖研) (立命館大)

キーワード：水中顕微鏡・画像処理・AUV・ROV

(はじめに)

琵琶湖(平均水深41m, 最大水深104m)は、日本最大の湖で、世界有数の古代湖の1つである。夏季には水温躍層が形成される一循環湖である。1960年代の後半から富栄養化が問題となり、近年は地球温暖化に伴う成層構造の変化がみられる等、環境変化も著しい。したがって、そこに生息する生物相も場所・季節・時代とともに大きく変化してきた。

琵琶湖では、水産資源および環境保全の観点から、長期にわたりプランクトン・底生生物調査が行われてきたものの、その方法は、ネットや採水・採泥器を用いてサンプル採取した後、実験室に持ち帰り、濃縮や選別といった処理を行い、顕微鏡観察により同定するといった時間と手間のかかる手法であるため、多くのサンプルを処理できないことが問題であった。琵琶湖のような深くて広い湖における生物の動態をもっと簡便に、迅速に、詳細に知りたいとの要望から、高精度な野外用観測ツールの開発が進められ、研究や環境教育の場で利用されてきた。

本講演では、琵琶湖における画像を用いたプランクトン・底生生物調査ツールの開発およびそれを用いた研究に関する来歴について、まとめ、現在進行中のROV調査を含めた発表を行う。

表1 琵琶湖における画像を用いたプランクトン・底生生物研究ツール開発の来歴

年代	内容	文献番号
1980年代	レーザー光ファイバーによる植物プランクトン計測技術の開発	1)
1994~	水中顕微鏡の開発	2)
~2000	自律型潜水ロボット「淡探」の開発	3)
1999~	シアバクテリア自動分類ソフトの開発	4)
2003~	淡水赤潮原因種ウログレナ・アメリカーナ群集の3次元構造解析	5)
2004~	船上型プランクトン自動モニタリングシステムによるアオコの平面分布	6)
2004~	「淡探」を用いたヨコエビの日周運動調査	7)
2012~	ROVを用いた底生生物の定量化手法の開発	8)

(結果と考察)

表1に画像を利用したプランクトンおよび底生動物研究手法の開発についての年表を示した。琵琶湖における1980年代は、富栄養化に伴って増加する植物プランクトンの一次生産の把握を目的としたプランクトンレーザーカウンターの開発 [1] が先駆的であったが、形態が見えないと原因となる種類が分からないとのことから野外型の水中顕微鏡が開発され、動物プランクトンの摂餌行動までも野外で観察できるようになった [2]。この水中顕微鏡は、琵琶湖の生態系におけるプランクトンの役割を子供から大人にまで理解してもらうためのツールとして大変活躍した。さらに、平面および立体分布を知るために、2000年には水中顕微鏡を搭載した自律型潜水ロボット(淡探)が開発され [3]、琵琶湖のプランクトンおよび底生生物の分布研究に活用されるようになった。当時は淡水赤潮・アオコが毎年のように発生しており、それらの動態を知ることが課題であった。淡水赤潮の原因種ウログレナ・アメリカーナ(黄色鞭毛藻類)は、琵琶湖北湖では春季、

水温約13℃、水深4m付近に多く集積する傾向が見られるが、風による水の動きに従って、湖面に押し上げられるプランクトン群集の3次元構造が、AUVによる正確な位置制御、映像撮影と環境センサーによる水温、流速分布の同時計測によって可能になった [5]。植物プランクトンの自動分類プログラムの開発では、プランクトンの形態に基づく情報をパターン認識により自動分類を行うことにより、アオコ種の自動計測にも成功した [4]。さらに、近年では、深水層において、低酸素化に伴う底生生物の死亡の様子が観測可能になるなど、ロボットを用いた監視が期待されている。湖底を広域的に観察できる水中ロボットは、底生生物の定量化だけでなく、ヨコエビがメイトイングする等の繁殖活動や、遊泳状況から活性に関わる情報も得られる。また、デジタル化した画像は、多くの人と容易に共有でき、一般の人々に言葉や数値データで示す以上の感動と研究活動への理解を得られるといった利点もある [7]。現在、琵琶湖環境科学研究センターでは、操作が簡便な有索型水中ロボット(ROV)を用いて月1回の頻度で水深90m湖盆に生息するヨコエビ・スジエビ等の底生生物について定量的把握を行っている [8] が、このように、水中ロボットおよび画像を用いたプランクトン・底生生物の調査に用いられる観測ツールは、琵琶湖における環境変化と時代のニーズと共に発展してきたことがわかる。これからも、新しい課題に対応できるような技術開発に取り組んでいくことが重要であると考えている。

(文献)

- [1] 熊谷道夫・津田良平 (1990) 湖沼における植物プランクトンの迅速測定 水質の簡易分析・測定法 環境技術19(9); 546-551
- [2] 琵琶湖研究所 編 「ミクロの生態系」環境学習ビデオ
- [3] 浦環・熊谷道夫・榊原孝志・野口正男・佐々木学 (2001) 自律型湖水観測水中ロボットの開発 大ダム 176;19-27.
- [4] Ishikawa, K., M. Kumagai & R. F. Walker (2005) Application of autonomous underwater vehicle and image analysis for detecting the 3D distribution of freshwater red-tide *Uroglena americana* (Chrysochyceae) J. Plankton Res. 27, 129-134.
- [5] Ishikawa, K., M. Kumagai & R.F. Walker (2005) In situ 3-D distribution survey of *Microcystis* colonies in Lake Biwa using Autonomous Underwater Vehicle and onboard plankton automated monitoring systems, BDUA J. Biol. 1, 106.
- [6] Walker, R., K. Ishikawa & M. Kumagai (2002) Fluorescence-assisted image analysis of freshwater microalgae. J. Microbiol. Meth. 52, 149-162.
- [7] 環境生態研究会 (2005) 平成16年度 琵琶湖研究所委託研究報告書「淡探を用いた湖底監視手法の開発」
- [8] 現在研究進行中のため未発表