

事業名		代表者所属	津山工業高等専門学校
12KJ-021		代表者	准教授 細谷 和範
水辺の環境モニタリング用双胴式サンプル回収装置の試作		開催地	津山市
		助成金額	10 万円
活動概要	<p>(教材試作のため、日時場所等は設定せず)</p> <p>内容：水辺の環境保全を学ぶ出前授業用に、湖沼等の水中モニタリングや表層水のサンプルを回収する簡単で壊れにくいサンプル回収船を試作しました。</p>		

事業の目的・ねらい

申請者らはこれまでに自然科学や工学への興味の向上を目指し、波を作る水槽や水生生物の動きをまねた水中ロボットを用いて、身近な水辺の環境をテーマにした小中学生向けの公開授業を行ってきた。しかしながら、授業アンケート結果を見ると、沿岸などの水辺を模した屋内実験のみでは自然環境への興味が必ずしも向上しているわけではないことがわかった。このため、わずかな時間でも身近な水辺に赴き、普段見ない水中の様子を観察したり、手が届かない岸から離れた場所の水サンプルを得て水質を調べるなど、現場での貴重な体験を経るテーマを検討した。しかしながら、ボートなどを使って採水したり、水中の様子をモニタリングするには費用面だけでなく安全上の配慮も求められるため、気軽に実施できない。そこで今回、市販のラジコンボートを用いた簡単な水中モニタリング及び採水装置を試作し、その実用性を調べることとした。

事業の概要

①双胴式の水中モニタリング及び採水装置の試作

試作する水中モニタリング装置は、図1に示すように、市販のエンジン付ラジコンボートで曳航する半水没式の双胴船形状で、防水カメラやフィルムケース程度の採水器を数個内蔵できるペイロードを有する。カメラはGPS付であるものを搭載すればインターバル撮影された写真の場所が記録できる。採水器はマイコンによるタイマー制御を行い、採水器(注射器)を順次吸引させる。採水器が収められた双胴船はラジコン本体と別体とすることで、さまざまな大きさや仕様のラジコンボートにも装着できるよう工夫した。また、採水器や船体は簡単に取り外しが可能であり、壊れても応急修理しやすいように設計した。

半水没式の採水器船体形状は流体抵抗を抑え、また回頭時の流体抵抗で母船との接続ジグが破損しないよう、事前に簡単な二次元非定常の数値シミュレーションモデルを用いて船体形状を決定した。

②水中モニタリング装置の利用方法

試作したサンプル回収装置は図2のように、場所によって水質が大きく異なる汽水湖等での採水やモニタリングを想定している(例えば、申請者の所属する高専がある岡山と隣の鳥取県湖山池では汽水湖化のため、2012年3月より海水注入が始まっており、場所によって水質が異なる)。汽水湖では場所によって水質(pHや塩分)が異なるため、公開授業等では参加者が調べたい領域を地図上で大まかに決めて採水し、位置と値を地図上にプロットすることで水質分布を直観的に把握することができる。

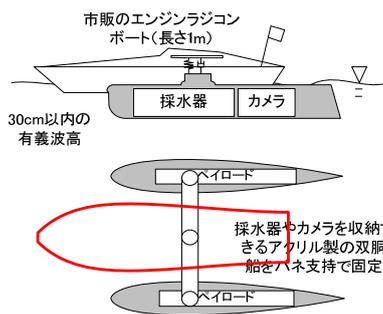


図1 試作する双胴式サンプル回収装置

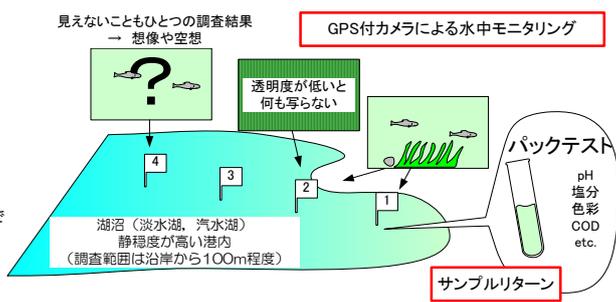


図2 水質モニタリングのイメージ

結果及び効果

①完成した装置の概要

製作した装置を実際にラジコンボートに取り付けた様子を図3に示す。双胴船形のモニタリング部はレーザー加工機によって切断された厚さ3mmのアクリル平板を組み合わせて製作され、全長400mm、幅60mm、高さ75mmの翼型に近い形状である。翼型船体の前面部や側面部の曲面加工はヒーターを用いて加工した。船体内部は前方にサンプル回収装置を設置し、中央から後部にかけてカメラを設置する。双胴船体に収められる採水サンプル回収装置には数本の注射器型計量器を使用し、図4に示すように引張バネの張力によって水を採取する(引張バネは線径0.5mm、外径5mm、全長30mmのものを使用した)。バネによって引っ張られた状態の注射器を板状のストッパーで支持し、マイコンで制御されるサーボモーターによって指定時間にストッパーをスライドさせてシリンジを動作させ、5cc程採水する。

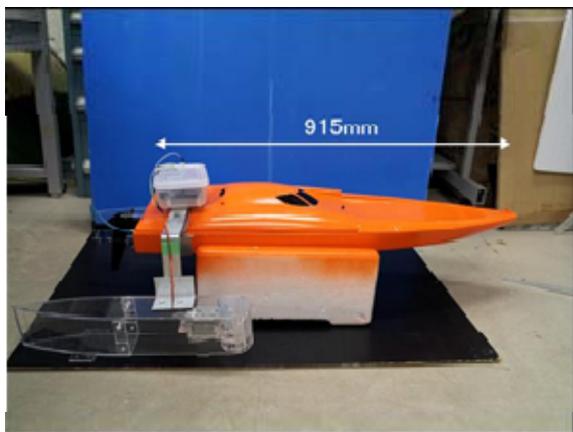


図3 試作したサンプル回収装置(全体)

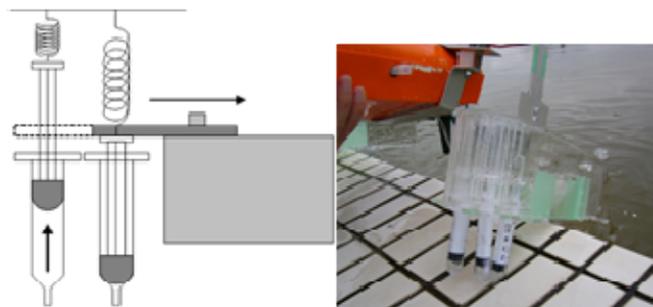


図4 注射器を利用した採水器

②曳航テストと課題

2013年2月4日に校内の水路で試験航行を行った。採水器の開閉タイマーは1分間隔を設定した。はじめに旋回時の船体の挙動を調べるため、糸でボートを左右に曳航した。事前に室内の回流水槽内で双胴船にかかる力を測定したところ、30°に傾くと最大3.5Nの力が発生することがわかったため、取り付けジグには十分な強度を持たせ、また接続部での疲労破壊が生じないように、スプリングジョイントを用いていたが、水路での実験では特に破損・脱落は見られなかった。曳航中の船体は安定しており、転覆の心配がないことが確認された。しかしながら、装置の脱着方法や採水器の動作に問題が見つかった。テスト日の気温は10℃以下と寒く、ラジコンのエンジンの始動が難しく、ストール(失火)を繰り返した。双胴船型のモニタリング装置は、ラジコンボートのエンジンをかけた後、双胴船の付いたアルミのフレームをボートに締め付ける。このためエンジンがストールする度に、装置をボートから外さなければならず、また始動時は高速で回るスクルーに気を配りながら装置の

着脱作業を行う必要があった。これは室内実験では想定していなかった課題であった。また採水器の動作について、室内実験ではマイコンで制御されるサーボモーターの動きに問題は見られなかった。しかしながら、気温が低い屋外実験ではバッテリーからモーターに供給される電力が減じたため駆動力が小さくなり、採水が十分に行えなかった。このため重量のかさむバッテリーの増加が必要となり、浮力不足となった。

以上のように、試作したモニタリング装置は、現段階では湖などの水域で利用することは困難である。今回見つけた①簡単な装置の脱着、②採水器駆動電源の増強のそれぞれの問題を克服し、湖沼での試験を実施したい。また、現場での修理も容易なようにできるだけ簡素な作りにするこで、水質を調べる出前授業だけでなく、将来は東日本大震災で被害にあわれた漁港内に堆積した瓦礫の簡易的な調査や教育にも使用できる可能性があるため、今後も継続して改善を試みる。



図5 校内の水路でテストされる供試装置



図6 採水試験風景