

新技術開発探訪

水質自動観測装置の開発

1. 開発の背景と目的

活発な産業活動に伴い、多量の栄養塩類（リンや窒素など）を含む廃水が湖沼に流入し、水質の富栄養化を引き起こしている。この結果、湖沼に生息するプランクトンの異常増殖による淡水赤潮や藍藻類の異常増殖によるアオコ（写真—1）と呼ばれる現象が頻繁に観察されるようになった。淡水赤潮やアオコが大発生すると、貧酸素化による生物生息環境の悪化や、景観の阻害、悪臭の発生等によりレクリエーションの場としての水辺の環境を損なうなどの悪影響がある。また、アオコには肝臓毒、神経毒などの有害な化学物質をつくるものがあり、湖沼が水道水の水源となっている場合にはさらに深刻な問題を引き起こす懸念がある。淡水赤潮やアオコの発生などの水質障害を防止するために湖沼の状態を把握し、水質保全をはかることは緊急を要するものの一つであり、観測装置の開発は急務である。

従来の水質観測装置では、湖沼の水質観測を広範囲で行うことは非常に手間と費用がかかり、観測データの整理・とりまとめにも時間を要し、そのため、広範囲な多数の観測を連続して実施し、観測データを直ちに確認することは困難であった。

中国技術事務所では、このような背景を踏ま



写真—1 アオコ発生状況

え、広範囲の観測に係る手間の低減、データ分析などに係る時間の短縮が可能となる水質自動観測装置の開発を行った。

2. 検討内容

水質観測用の各種センサーを装備した観測船で、湖沼内を自律航行し、自動で観測を行うことのできる水質自動観測装置の検討を行った。

(1) 開発機械の検討条件

開発にあたり、下記の事項について留意し検討を行った。

① 作業負担の軽減

観測、データ整理、分析にかかる手間を、極力軽減すること。

② 観測費用の縮減

専門知識を必要とせず、職員が少人数で観測可

能であること。

③ 観測結果の分かりやすい表示

数値出力だけでなく、分布図出力などでビジュアル的に分かりやすく表示できること。

3. 観測装置概要および観測の流れ

(1) 観測装置概要 (図-1)

観測装置の構成および機能は下記のとおりである。

① 陸上局（デスクトップパソコン）

管理所などの陸上基地局に設置され、以下の機能を持つ。

- ・観測計画の作成・送信
- ・観測船の航行状態のモニタリング
- ・観測船の遠隔操船・モード切替え
- ・観測データの受信
- ・観測データの処理・出力

② 無線局 (ミニノートパソコン)

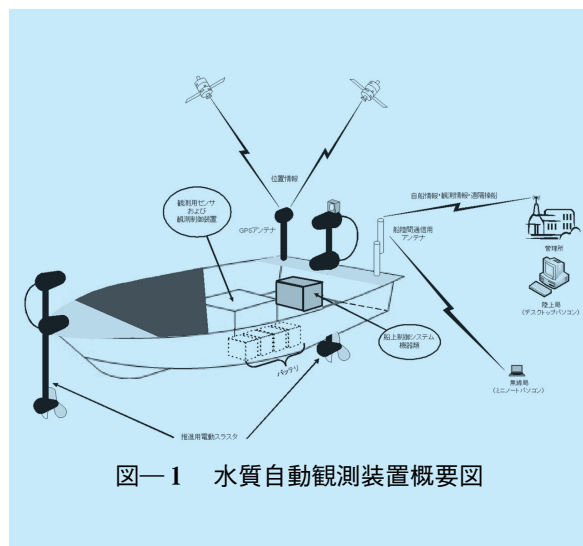
持ち歩き可能で、以下の機能を持つ。

- ・観測計画の送信
- ・観測船の航行状態のモニタリング
- ・観測船の遠隔操船・モード切替え

③ 無線中継局

陸上局と観測船間の見通しが悪い、距離が離れた観測ポイントがある場合など必要に応じて設置し、通信を中継する。

なお、電力はソーラーパネルより供給される。



④ 観測船

- ・ 陸上局，無線局からのモード切替え指令により，自律航行観測，遠隔操船が可能。
- ・ 観測データは陸上局に自動送信される。
- ・ ダム湖において使用するため，推進装置を電動とし，また，転覆時にも沈没しない不沈構造とするなど，万が一の事態においてもダム湖の水質に影響を与えない構造とした。

(2) 観測船諸元 (写真-2)

- ・ 船 体：FRP
- ・ 推進装置：電動スラスト
- ・ 動 力：バッテリー
- ・ 最大船速：3 knots以上
- ・ 航行時間：連続10時間
- ・ 通信装置：無線LAN
- ・ 測位装置：GPS
- ・ 観測装置：

観測装置名称	観測項目	観測方法
多波長励起蛍光光度計	藍藻類細胞数	後方散乱光
水温・電気伝導度計	水温 電気伝導度	サーミスタ 電磁誘導セル
クロロフィル・濁度計	クロロフィル 濁度	蛍光測定 赤外後方散乱

(3) 特 徴

今回の観測装置は下記の特徴を有し、簡単に広
 範囲で毎日観測することができる。

① 簡単（少人数かつ短時間の作業で観測可能）

自動航行式観測船を湖面に降ろし、スイッチを入れるだけで観測を開始する。



写真—2 観測船

観測後は保管場所付近に自動で戻ってくる。

② 広範囲（多くのポイントで観測可能）

従来、定点での自動観測システムはあったが、当観測装置は広範囲で自動観測可能。

観測船はあらかじめ設定した最初の観測ポイントに向かって自動航行し、第1ポイント通過後、次のポイントに向かう。その後、順次ポイントを通過していき広範囲の自動観測を行う。

③ 迅速（観測結果を直ちに確認可能）

観測したデータは管理所の執務室などに設置したパソコンに送信され、数値のみならず、平面分布図や経時変化図などの形で直ちに出力可能である。

（4）観測の流れ

① 事前準備

- ・観測ポイント・観測ルートの設定（図—2）

1度ルートデータを作成すれば、水位の大幅低下、湖面設備の増設などでポイント・ルート変更の必要がない限り、ルートデータを繰り返し使用可能。

② 観測準備

- ・観測船を浮きドックから湖面に降ろす（写真—3）。

③ 観測開始

- ・パソコン画面上で観測ボタンを押す。
- ・観測船が観測モードになり自律航行観測（自動）（写真—4）。



写真—3 観測船保管状況



写真—4 観測中

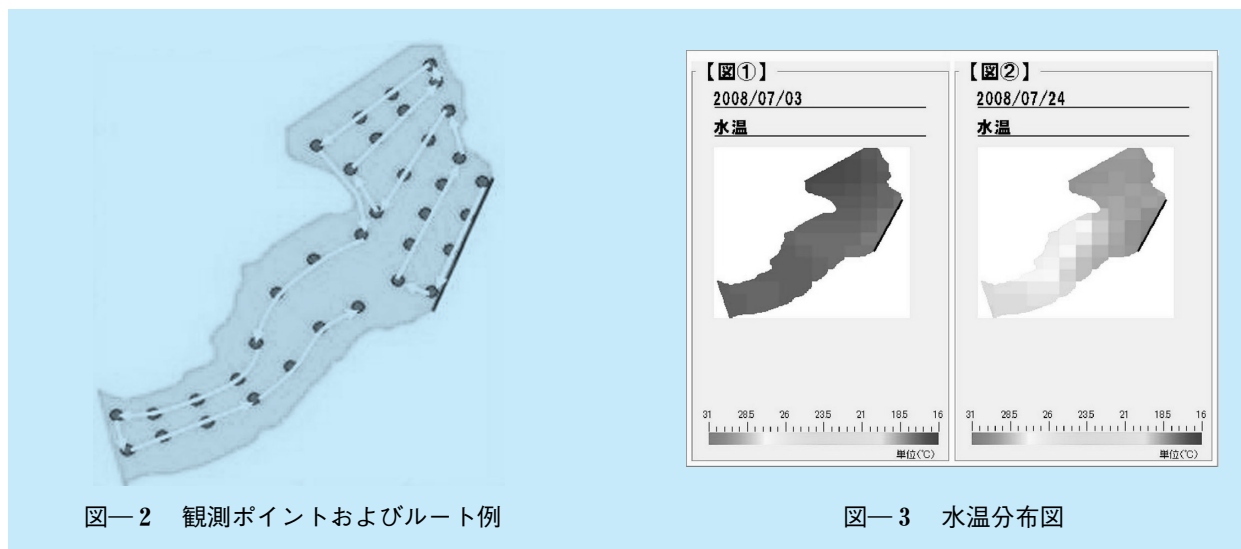
- ・観測データ自動送信（観測船→陸上局）。

④ 観測船片付け

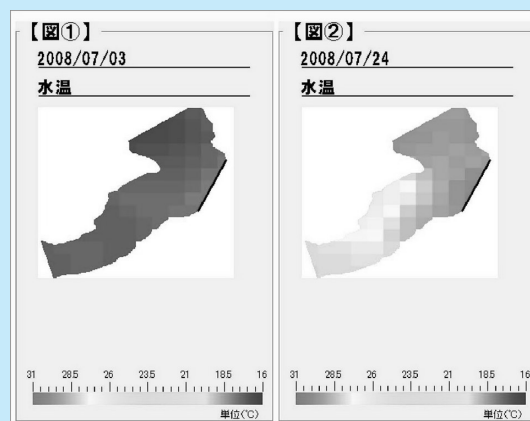
- ・無線操縦で観測船を手元まで移動。
- ・観測船を浮きドックに載せる。

⑤ 観測結果の出力

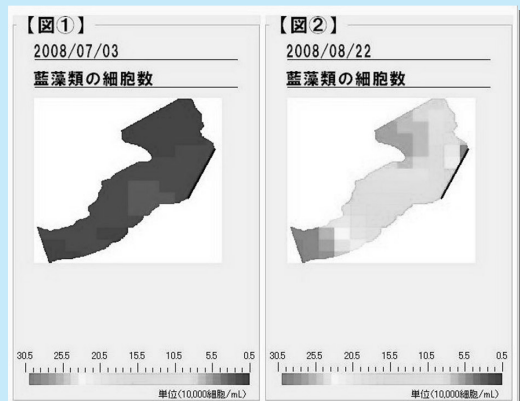
- ・陸上局パソコンで観測結果の出力。
- 水温分布、藍藻類細胞数分布、経時変化出力例を図—3～5に示す。



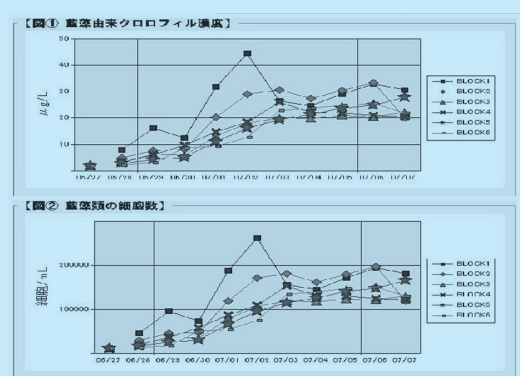
図—2 観測ポイントおよびルート例



図—3 水温分布図



図—4 藍藻類細胞数分布図



図—5 経時変化

4. 観測作業に伴う日々の拘束時間

観測に伴う作業者の日々の拘束時間（開発装置を運用したダムの場合）の目安は下記のとおり、およそ1～1.5時間程度となる。

なお、1人でも作業可能だが湖面付近での作業となるので、安全のため2人以上での作業を推奨する。

	作業内容	時間
準備	執務室から観測船保管場所へ移動	10分
	観測船を浮きドックから湖面へ	10分
	観測船の電源投入、通信確立等	10分
	観測開始ボタンで観測開始	
	観測船保管場所から執務室へ	10分
観測	自動観測なので作業者は観測中に作業者は拘束されない	注1
片付け	執務室から観測船保管場所へ移動	10分
	観測船を遠隔操作で手元へ移動	10分
	観測船を浮きドックに引き揚げ	10分
	観測船保管場所から執務室へ	10分

注) 観測ポイント数、ルート延長、風などにより観測時間は増減するが、図—1に示すルートの観測時間はおおむね1時間程度。

また、図—1ルートの諸元は下記であるが、観測船搭載のバッテリー容量では下記の10倍程度まで対応可能。

- ・観測範囲面積：約15万m²
- ・観測延長：約2.2km
- ・観測ポイント数：36点（約50m間隔）

観測終了後、観測船は保管場所付近に戻り自動停船する。

5. 拡張性

観測船に搭載されている観測機器で観測可能な項目は前述のとおりであるが、観測機器を追加、変更することで、他の項目を観測することも可能である。

例えば、多層流向流速計を装備し、ダム湖内の水の流れを観測することで、以下のような項目の確認ができる。

- ・出水時の濁水の動き
- ・冬期、夏期の循環の違い
- ・曝気循環施設の効果確認 等

6. まとめ

(1) これまでの成果

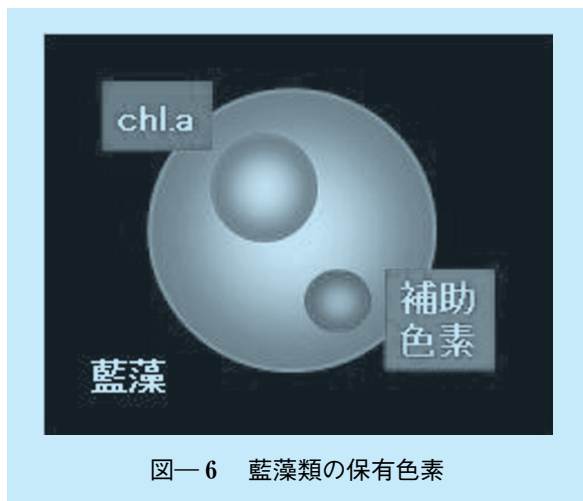
平成20年度より開発機械をダム湖に持ち込み、現地実証試験を実施し、以下のことが確認できた。

また、実証試験の中で船体スイッチの位置、船体カバーの固定方法、操作手順の見直しなどを行い、作業者の負担軽減に取り組んだ。

① 作業負担の軽減

従来、観測機器を持ち込み巡視船に乗り観測すると、観測だけで1日仕事となり、その後、さらにデータ整理、分析などの手間がかかっていた。今回の観測装置は1～1.5時間程度の作業時間で観測でき、観測結果も直ちに出力できる。

② 観測費用の縮減



図一6 藍藻類の保有色素



写真一5 多波長励起蛍光光度計

従来は観測・採水・分析・とりまとめ作業が必要で、観測コストが高く、また、観測を実施する度に費用が発生し、観測回数に制約があった。当観測装置は、観測にかかる費用は発生せず、定期的にバッテリーの充電を行うだけで、日々観測可能である。

③ 観測データのビジュアル化

観測データを直ちに平面分布図等で確認できる。水温分布や植物プランクトン、藍藻類の分布状況等を視覚的にとらえることができるなど、従来の水質観測機器にはない機能を備えている。

④ その他

アオコの発生状況は目視でも定性的に観測可能であるが、アオコの元となる水中に潜む藍藻類となると目視ではわからない。従来手法では、採水

して顕微鏡で数をカウントしていたため、非常に手間と時間がかかり、広範囲な細胞数の分布を連続して計測することは困難であった。

しかし、今回は、藍藻類特有の補助色素（図一6）に着目し、当観測装置は、その蛍光特性を利用して藍藻類の発する蛍光強度を測定するセンサー（写真一5）を搭載している。測定した蛍光強度と藍藻類の量は相関があり、藍藻類の細胞数を割り出すことができる。

そのため、当観測装置を用いて藍藻類のダム湖内での分布および日々の変化を観測することができ、その発生源・移動・増殖過程を明確にすることが可能である。このデータを蓄積していくことでアオコ発生メカニズムの解明に有用なのではないかと考える。

(2) 今後の予定

引き続き、ダム湖において水質観測を実施する予定である。

その際、問題点があれば改善を行い、使い勝手の良い装置として完成度向上に努めたい。

また、当装置を多くの方に知っていただけるよう、情報発信し、普及に尽力していきたいと考える。

技術の視点

■開発のコンセプト

気象条件等によりダム湖の状態は日々変化するので、観測したいときに、いつでも短時間で容易に水質観測が行えること。

■開発で苦労した点

自動観測とはいえ、観測開始・終了時の準備・片付けは人手に頼らざるを得ず、その際の手間をいかに少なくし、使い勝手をよくするかという点。

国土交通省中国技術事務所 施工調査課長 大石 静夫
機械調査係長 香出 聡一郎