湖沼用ブイ式気象ステーションの製作†

奥村 康昭*・遠藤 修一**

Meteorological Station Using Buoy on a Lake†

Yasuaki OKUMURA* and Shuichi ENDOH**

This paper deals with the constitution of a meteorological station using buoy on a lake. This instrument is able to measure the direction and velocity of wind and the temperature of air and water. These data are then trasfered to the base station by means of the Multichannel Access (MCA) radio system.

Key Words: Lake Biwa, meteorological observation, meteorological station, MCA radio system

1. はじめに

クロロフィル a や濁度の分布など、湖沼環境の調査を行う場合、水温とともに気象条件の観測を行うことは重要である。気象データとしては、通常は気象庁が全国展開している、AMeDAS のデータを用いているが、調査地点の近くに観測点がない場合や、特別な目的には独自に観測をする必要がある。筆者らは、琵琶湖の調査を 10 数年来続けている^{1),2)}が、湖中には AMeDAS の観測点はないので彦根気象台のデータを用いたり、携帯型の測器で調査時に同時に観測している。特に、時系列のデータが必要な場合には、湖岸近くに連続記録の出来る測器を臨時に設置している。しかし、それでは不十分な場合もあるので、湖中に観測所を設置することが望ましい。この場合、湖中の島に測器を置くのが一番簡単であるが、位置が限られることや景観、メンテナンスの面で問題がある。この問題の解決のためには、ブイ式の気象ステーションを使用するのが一番簡単である^{3)~5)}。ブイ式気象ステーションの代表的なものとしては、気象庁が太平洋や日本海に設置しているものや、海洋科学技術センタの製作したもの⁴⁾などがあるが、海洋用に開発されたものは、直径が 5m にもなる大きなものがほとんどで、湖沼で使用するのには適していない。琵琶湖で観測することを目的に、筆者の一人がブイ式気象ステーションを製作したことがある³⁾が、データはブイに蓄積する方式で、データを即座に入手できない欠点があった。この論文では、湖で使うことを目的に、新たに設計・製作をしたブイ式気象ステーション（以下では簡単に気象ブイと呼ぶ）について述べている。データは研究室まで MCA 無線システムを使用して電送している。

Fig. 1 Schematic picture of meteorological station using buoy

2. ブイ式気象ステーション

琵琶湖では調査船としてあまり大きな船舶の使用はできないし、また測器の設置や回収に人力に頼ることが多いので、数人で持ち運びができて、可能なかぎりシンプルな構造にな

† 日本陸水学会第 62 回大会で発表 (1997.8)

* 大阪電気通信大学 四條畷市清滝 1130-70

** 滋賀大学 大津市平津 2-5-1

* Osaka Electro-Communication University, Shijonawate

** Shiga University, Otsu Shiga

(Received September 28, 1998)

(Revised January 28, 1999)

るように留意して設計をし、フロート以外は全て既製品を組み合わせて製作した。フロートの基本的な構造は、計測・制御部を納める直径0.25m、長さ1mのアルミニウム製の太い本体パイプの上部に、直径3cm、長さ1.4mの細いパイプを取り付けたスパーブイ型⁶⁾で、両パイプの接合部あたりの太いパイプに、直径0.75m、厚さ0.2mの浮力体がある。浮力体の上面には太陽電池板を5枚取り付けてある。気象ブイの外観をFig. 1に示す。総高は2.6m、最大直径は0.75m、総質量は約62kg、計算により求めた総浮力は1254 Nである。本体パイプの最下端には浮力のバランスをとり、重心を下げるために、質量21kgの鉄円盤が装着してある。

今回製作した気象ブイの観測項目は、風向風速と気温、水温である。ブイの最上部に風向風速計（コーナシステム（株）製）があり、この風向風速計の起動風速は1.0m/sで、耐風速は60m/sである。風向風速計の下部にあるのは気温計であり、センサは温度に比例した電圧を出力するIC測温体（LM35DZ）で、自然通風式のシェルター（コーナシステム（株）製）の中に納めてある。シェルターは白色のプラスチック円盤を6枚重ねたものであり、高さ12cm、直径12cmである。快晴の炎天下で、船上の日陰に置いたアースマン通風乾湿計を使用して測定した気温と良い一致を示したので、この通風シェルターの性能に問題はないと思われる。本体パイプの下部には水温計が取り付けられており、センサは気温計と同じものである。これらの温度センサの精度は検定しないとき、つまりカタログ保証値は ± 0.25 ℃位であり、あまりよくないが、電源を接続するだけで、温度に比例した電圧出力が得られるので、構造を簡単にすることができる。温度センサは、水銀温度計で校正をして0.1℃以上の精度を得ている。

風向風速計で計測する風向はブイ本体に対するものであり、ブイ本体は波の作用によって向きを変化させるので、ブイ本体の方位を知る必要がある。ブイ本体の方位は、8ビットの分解能を持ったフラックスゲートコンパス（ロジックラフト（株）製）によって測定している。

全体の制御には、BASICインタプリタが内蔵されているCPU（Intel製8052）を搭載したワンボードマイコン（G-52BSII-AD イビデン産業（株）製）で行っている。このボードには12ビット4チャンネルのA/Dコンバータ、24ビットのデジタル入出力ポート、リアルタイムクロックなどが組み込んであるので特に外付けの部品を必要としない。特別に取り付けた部品は、風速計の出力は風速に比例したパルスであるので、パルス計数用のカウンタと、電源制御用のリレーなどである。

取得したデータは、ブイには蓄積しないで、MCA（Multi-channel Access）無線システムを使用して研究室まで電送している。MCA無線は、少ない周波数資源を多人数で利用できるように考えられた無線システムである。各利用者毎に免許番号が割り当てられ、その番号は各無線機のROMに書き込まれ、ROMが無ければ無線機は使用できない。通話する場合は一旦中継局を介す必要があり、中継局では利用番号を

照合して有効な番号を持った局にのみ通話を許可する。各利用者は特定の無線中継制御局に属し、その局のサービスエリア内でしか利用できない。サービスエリアはほぼ各府県の大きさに一致している。MCAに割当てられている周波数帯域は800MHz帯内の10MHzであり、これを12.5KHz間隔で分割し、1システムあたり制御用に1チャンネル、通話用に15チャンネルが割当てられている。通話は単信プレストーク方式で最長3分間しか使用できない。料金は一ヶ月単位の定額方式で、携帯電話を使用するより経済的である。最近では1.5GHz帯も利用できるようになった。

筆者らは琵琶湖西岸の比良山系にある蓬莱山上の中継局を利用して、データを大阪府四條畷市の生駒山系の中腹にある基地まで電送している。データの取得と電送間隔は30分である。MCA無線を使用することによって、特別な電波の割り当てを受けなくても（実際には電波の割り当てを希望しても、割り当てを受けることは困難である）、簡単にデータのテレメータシステムを構築することが出来る。

電源には、小型鉛シール蓄電池（12V28Ahのもの2個並列接続）を使用していて、補助として太陽電池を使い昼間は充電している。太陽電池板の最大出力は一枚が2.7Wであり、5枚取り付けてあるので最大の総出力は13.5Wになる。消費電流は無線機の電波発射時で3A位であるが、通常の待機時で約75mA、計測時で約150mAである。

3. 観 測

気象ブイの係留には直径6mmのステンレスワイヤーを使用し、水面から5m位のところに水中浮子（浮力127N）を取り付けて、ワイヤーの重さが気象ブイの負担にならないようにしている。アンカーは質量55kgの鉄のかたまりである。各部の接続にはステンレスのシャックル（接続金具）を使い、また、各部にスイベル（より戻し）を入れて耐回転性を高めている。

観測データの一例をFig. 2に示す。これは、琵琶湖北湖南部の水深45m、野洲川河口の北約6.5km地点に設置したときのもので、ここには、1998年8月11日から16日までのデータを示している。

一番上がスティックダイアグラムで表した風のデータ、中間が水温と気温、一番下が風速のデータを示している。なお、スティックダイアグラムで風を表す場合の風向は、横軸に向かって吹いてくるように描いている。

風速の平均値は2.9m/sであり、彦根の平年値（統計期間1975-1990）⁷⁾である2.1m/sに近い値を示している。風速の変化は規則的で日周変化を示し、午後から強くなる傾向がある。これは湖陸風によるものであり、琵琶湖の風の特徴⁸⁾を良く表している。

水温の平均値は28.3℃で、気温の平均値は27.9℃であり、水温のほうが少し高く、ともに日周変化をしている。ちなみに彦根の平年値（統計期間1961-1990）⁷⁾は26.6℃であり、気象ブイのほうが少し高い。

Fig. 2 Time variations of data measured by meteorological station from 11 to 16 August, 1998, 6.5km north of the offshore mouth of the Yasu River emptying into Lake Biwa. Top: wind shown by stick diagram; middle: temperature of air and water; bottom: wind velocity

これらのデータはこの時期の琵琶湖のものとして、いずれも妥当なものである。

4. おわりに

湖沼で使用する目的で製作した、ブイ式の気象ステーションについて述べた。観測項目は風と、水温、気温だけであるが、現在も観測を続けており、有用なデータを送ってきている。MCA無線を使用したテレメータシステムは無線従事者を必要とせず、誰でもが比較的簡単にシステムを構築することが出来る。

最後に、気象ブイの設置に当たってご協力をいただいた(有)レークリサーチの大村 仁氏と、大阪電気通信大学および滋賀大学の学生諸君に感謝いたします。

参考文献

- 1) 奥村康昭, 遠藤修一. 琵琶湖における連続測流(3) 一年間を通じた流況変動一. 陸水学雑誌, Vol. 58, pp. 293-303, 1997.
- 2) S. Endoh, M. Watanabe, H. Nagata, F. Maruo, T. Kawae, C. Iguchi, and Y. Okumura. Wind fields over Lake Biwa and their effect on water circulation. *The Japan. J. of Limnology*, Vol. 56, pp. 269-278, 1995.
- 3) 奥村康昭. 湖上気象観測用ブイステーションの製作. 計測自動制御学会論文集, Vol. 23, pp. 192-194, 1986.
- 4) Michiaki Koga, Iwao Nakano, and Gentaro Kai. Development of FRP ship-shaped buoy. In *Oceans'89*, Vol. 5, pp. 1386-1391, 1989.
- 5) S.G.P. Skey, K.C. Heidorn, S. Jarvin, and V.R. Swail. The measurement of wind speed in high seas by meteorological buoys. In *Oceans'93*, Vol. 2, pp. II-100-II-104, 1993.
- 6) W. Blendermann. Buoys. In F. Dobson, L. Hasse, and R. Davis, editors, *Air-sea interaction*, pp. 645-679. Plenum press, 1980.
- 7) 彦根地方気象台(編). 滋賀県の気象, pp. 110-111. 彦根地方気象台, 1993.
- 8) 枝川尚資, 中島暢太郎. 琵琶湖における湖陸風の研究. 地理学評論, Vol. 54, pp. 545-554, 1981.