

水域生態系調査への導入に向けた低コストな水位ロガーの試作 Prototype of Reasonable Water-level logger for Ecosystem Monitoring in Rural Area

○渡部恵司・森 淳・小出水規行・竹村武士

WATABE Keiji・MORI Atsushi・KOIZUMI Noriyuki・TAKEMURA Takeshi

1. はじめに

水位ロガー（自記水位計）は一般に高価（およそ十数万円）である．そのため農業水路（以下、「水路」）やため池など多地点で、あるいは洪水などで逸失する恐れのある地点で、水位の連続観測はあまり行なわれていない．水路の水位は洪水や渇水などによって著しく変動し、それが生物相に大きな影響を与えると予想される．水位変動の影響を定量的に把握し、それを考慮した生物生息場の保全・維持管理手法を確立するために、水位の連続観測が不可欠である．生物相と生息環境の調査は多地点で行われることが多いことから、多地点の調査に導入できる低コストな水位ロガーの開発が必要である．

本研究では、防水型の圧力センサであるアルプス電気社製 HSPPARC001（アルプス電気、2011）に着目した．このセンサは、一定の入力電流下で絶対圧（大気圧と水圧の和）に応じた電圧を出力する．水位と出力電圧との関係式が推定されれば、その後は出力電圧データから水位変動を観測できる．センサの測定圧力の範囲は 500~1,100hPa、最大負荷圧力は 3,000hPa であり、大気圧 1,000hPa（約 1 気圧）時に約 0~100cm の水位を測定できる．ここでは、このセンサを用いた圧力式水位ロガーを試作し、水位の測定精度を検証した．

2. 研究手法

2.1 水位ロガーの試作

試作した水位ロガー（以下、「試作ロガー」）は電源装置・センサ・記録装置で構成される（Fig.1）．電源装置には Texas Instruments（2011）を参考に自作した定電流（0.15mA）回路を用いた．センサからの出力電圧の記録装置には、UIZIN 社製 UIZ3635-50mV を用いた．記録装置の分解能は 0.01mV であり、これに依存する水位測定の分解能は 0.4cm である．試作ロガーの材料費は 3 万円程度であり、うち約 8 割が記録装置の費用である．

2.2 測定精度の検証

実験装置（Fig.2）を、農村工学研究所内の屋外の日陰に設置した．水位を 0→10→...→100cm、100→90→...→0cm に変える水位操作（以下、「水位操作」）を行ない、各水位を保持している間に 10 分間隔で 6 回ずつ

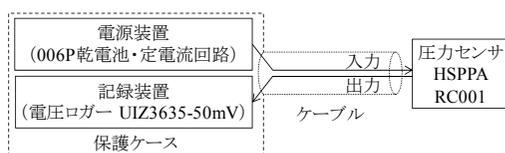


Fig.1 試作ロガーの概要
Diagram of Prototype Water-level Logger

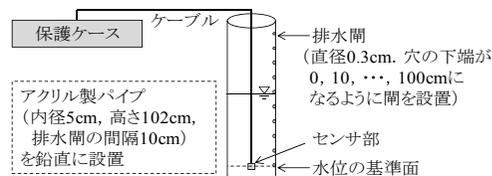


Fig.2 実験装置の概要
Diagram of Experimental Device

* 農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード：圧力式水位計，モニタリング，農村生態系，農業水路，環境配慮

出力電圧 (mV) を記録した。測定環境条件として、保護ケース内の温度、水温、大気圧を測定した。

実験は2011年2月2～3日に行なった。保護ケース内の温度は4.4～10.4℃、水温は-1.0～9.8℃、大気圧は1,017.1～1,021.2hPaであった。

3 結果と考察

水位と出力電圧の変動をFig.3に、両者の散布図をFig.4に示す。Fig.4の右軸は実験開始時(水位0cm)の電圧7.23mVを基準とした電圧差 ΔE (mV)を表す。水位90～100cmではセンサの負荷圧力が仕様上の測定圧力の上限(1,100hPa)を超えたが、プロットされた点は線形を維持していた(Pearson相関係数 $r=0.998$, $p<0.001$, $n=132$)。水位0～100cmの範囲で、電圧差 ΔE による水位WLの推定式を最小2乗法により求め、式(1)が得られた。

$$WL = 40.0 \times \Delta E + 4.30 \quad (1)$$

ここで、実際の水位と推定値との差(以下、「誤差」)の絶対値は0.11～4.30cm(平均1.66cm)であった。

実験中の大気圧 P (1,017.1～1,021.2hPa)は、差圧1.00hPaが水位差1.02cmに相当することから、水位差4.2cmに相当する。この大気圧の影響を補正するために、推定式(1)の右辺から $P \times 1.02$ を減じることとした。また、定電流回路を構成するICは温度の影響を受けるとされ(Texas Instruments, 2011)、推定式(1)の誤差と保護ケース内の温度 T との相関分析を行ったところ高い相関があった($r=-0.961$, $p<0.001$, $n=132$)。そこで温度の影響を補正する項 T を推定式に加えることとした。 ΔE および T の係数並びに定数項を最小2乗法により求め、式(2)が得られた。

$$WL = 40.1 \times \Delta E - 0.374 \times T - 1.02 \times P + 1040 \quad (2)$$

ここで、誤差の絶対値は0.01～0.83cm(平均0.25cm)であり、補正により誤差を軽減することが確認された。

水路の水位を数cm程度のオーダーで観測する場合には、試作ロガーの精度は実用の範囲にあると考えられる。ただし、推定式(2)は限られた条件(大気圧, 温度)での測定結果に基づくことから、推定式の精緻化には年間を通じた広い条件下での実験が必要である。なお、流水中での使用時には動水圧が影響しないよう、設置方法の工夫が必要である。

引用文献

- 1) アルプス電気(参照2011.2.3): ピエゾ抵抗式 防水タイプ MEMS 圧力センサ(絶対圧検知) HSPPA □シリーズ, (オンライン), 入手先<http://www.alps.com/products/j/npv_product/091217_HSPPA/HSPPA_J.PDF>
- 2) Texas Instruments(参照2011.2.3): 可変型高精度シャント・レギュレータ (Rev.K 翻訳版), (オンライン), 入手先<<http://focus.tij.co.jp/jp/lit/ds/symlink/tl431.pdf>>

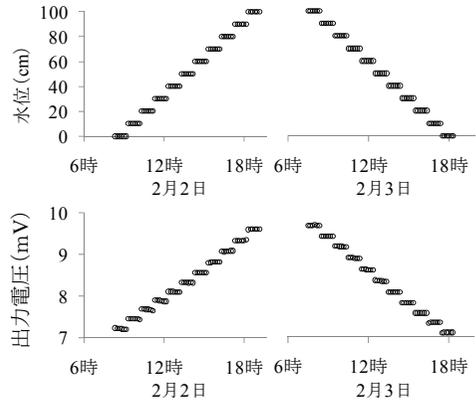


Fig.3 水位変動(上)と出力電圧の変動(下)
Fluctuations of Water-level (upper) and Output Voltage of Logger (lower)

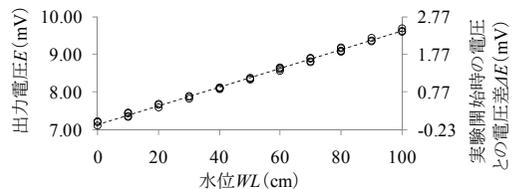


Fig.4 水位ロガーの出力電圧と絶対圧力
Water-level vs. Output Voltage of Logger