

# 市販電子部品を用いた簡易水位計の水位測定の実証

佐賀大学大学院理工学研究科 学 ○徳永亮哉

佐賀大学理工学部 正 三島悠一郎

## 1 目的

環境に関する調査・研究に加え、特に近年は防災の観点からも環境データ取得の充実化は重要で、測定機器の需要は高まっていると考えられる。しかし水位計は安価なものでも一基数十万円になるものも多く、コストが充実化の障壁となっている。佐賀市でも、農業用水路のクリークが用水確保のためだけでなく内水排除のインフラとしての役割も担っているものの、クリークの水位や流量の管理は人手不足により十分に行き届いていないと言えない。そこで、市販品で構成した水位測定のための安価かつ簡素で、再現性の高いデータが得られるシステムを構築できれば、環境把握の好適なツールとなると考えた。本研究はクリークの水位計測を想定して、市販の電子部品を用いて構築した簡易水位計の実現可能性を明らかにするために、既存観測所との比較による簡易水位計測定値の妥当性の検証、システムの安定性評価ならびに消費電力の測定を行った。

## 2 システム紹介

### 2-1 機器構成

簡易水位計は、マイクロコンピュータの Arduino pro mini を核として、RTC モジュール、測距のための超音波センサ(DFRobot 製 SEN0208、測定距離 21~600cm)、温度測定用のサーミスタ、データの記録用の SD カードシールドモジュールを接続した。電源部にはリチウムイオン電池 (KEEPPOWER 製、容量 5500mAh) を使用しておりそれをコンバーターで昇圧し、電源を供給している。以上の構成をプラスチックケースに格納している。

### 2-2 測定ルーチン

測定のフローチャートを図 1 に示す。測定間隔や一測定の観測回数といった測定イベント条件を設定し、それに基づいて測定、記録、待機 (deepsleep モード) を繰り返すルーチンとなっている。記録値は計測時刻、センサ表面から水面までの距離、温度である。

### 2-3 検証方法

- ① 波の影響を除外した条件として、静水面のクリーク上でセンサの精度を検証した。センサから水面までの距離を 3.39m から 0.5m ずつ近づけて、センサ値と水準測量の値を比較してその誤差を算出した。
- ② 実証実験は嘉瀬川水系本庄江の今重橋観測所に簡易水位計に設置して実施した。一度の測定では 500 個のデータを取得するように設定し、それを 15 分間隔で 12 月 19 日 16:00 から 12 月 21 日 16:00 の三日間継続し、同観測所の電波式水位計と簡易水位計で得られたデータを比較した。取得値群から後述の異常値を除いて平均値を測定値とした。

## 3 結果と考察

### 3-1 静水面での実験の結果と考察

静水面で得られた測定位置と測定結果の誤差の関係を図 2 に示す。エラーバーは取得した値の標準誤差である。ここで測定位置とは、水面からセンサ表面との間隔を意味する。一般的に、測定

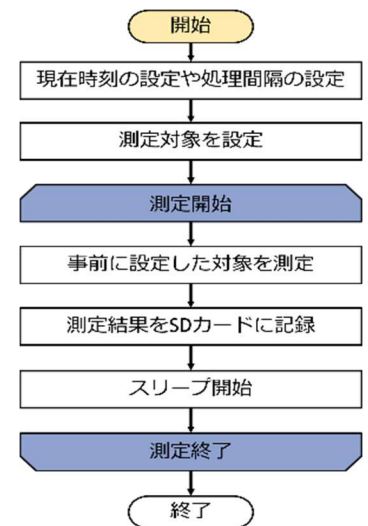


図 1 測定フロー

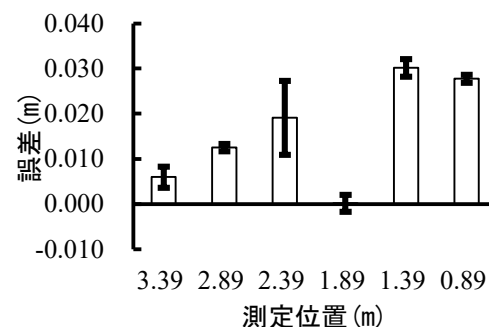


図 2 静水面上での測定誤差

距離が長いほど大きな誤差が生じる可能性が高くなるが、今回の計測ではその傾向はみられず、誤差は測定位置が 1.39m の最大で約 0.003m、3.3m の時に 0.005m となり、その精度は 1/50～1/700 となった。測定位置と誤差に明瞭な関係性は観られず、一部は誤差が大きいものの、SEN0208 でも水面までの距離を高い精度で計測できると判断される。

### 3-2 実証実験の結果と考察

図 3 に今重観測所水位と簡易水位計水位によって計測された水位の比較を示す。観測所での値と簡易水位計で得られた値は最低水位の時間で誤差が大きくなる傾向ではあるものの、概ね一致した値が得られた。図 4 では両測定値の差を測定誤差として、測定距離との関係を示した。横軸は設置部分から水面までの距離である。図から、測定距離が長くなるほど誤差が大きくなり、さらにばらつきが大きくなることが分かった。誤差が大きくなる要因としては、今回の計測ではセンサ設置に際して鉛直校正できていないことが影響している。設置方法の見直しにより、さらに安定した測定値取得は期待される。

図 5 にはデータ取得率の時間変化を示している。データ取得率とは、一測定で設定した 500 回の計測のうち実際にデータを取得できた割合である。実際に測定を行えたのは 500 回に満たないものが多く、平均で 91.8%であった。

取得値群にはセンサの測定範囲である 21～600cm を超えたものが存在した。その測定範囲を超えたものを異常値として除き、500 回中正常に測定できた割合を図 6 に示している。正常に測定できたものが 90%以上多数を占めるが、一部取得率が下がっている部分が存在する。図 3 と照らし合わせると水位が下がった時に取得率も下がっていることから、測定距離が長くなったこと、水位低下に伴う川底の干出、または波の影響によるものと考えられる。安定した測定のためには、最低水面時でも十分な水面があり、水位計測は測定範囲の上限値よりも短い距離で行われる必要がある。後半のグラフでは大きくエラー回数が出たところがあるが、これは 12/21 午前の降雨により筐体内に雨水が侵入してショートしたからである。

最後に消費電力について言及する。簡易水位計は、計測時には 23.5mA、待機中の Deepsleep モードでは 7mA を消費した。実証試験の設定では一回の測定で 500 個のデータ取得としており、その場合には約 5 分を要する。すなわち、1 時間のうち 20 分間が測定、待機時間が 40 分であることから消費電流は約 12.5mAh である。今回用いた 5500mAh の電池であれば 18 日程度は計測できる。

## 4 まとめ

市販電子部品を用いた簡易水位計によって水位計測を試み、電波式と比較して使用したセンサの測定精度は劣るものの、致命的な誤差は生じることなかった。またシステムも全て設定通りに稼働できていないが安定してデータを取得することができた。

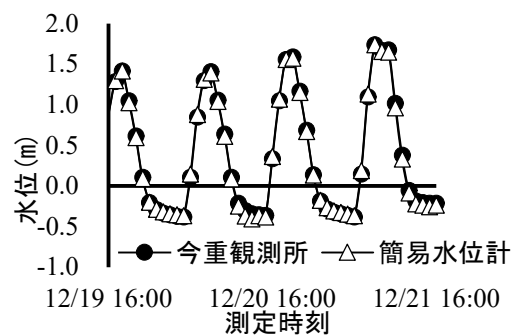


図 3 嘉瀬川水系本庄江での試験結果

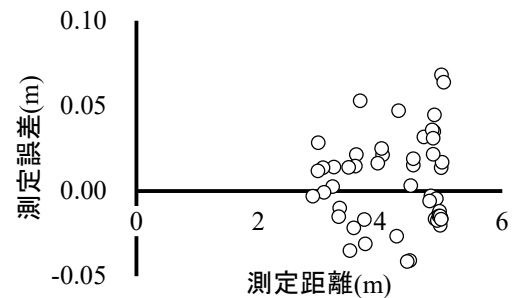


図 4 測定距離と測定誤差の関係

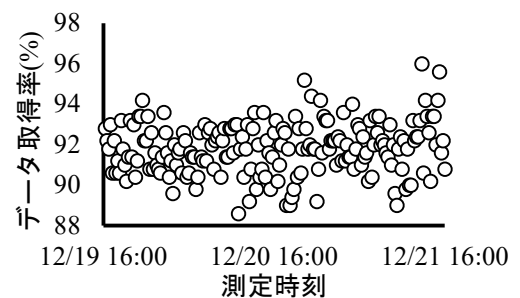


図 5 データ取得率

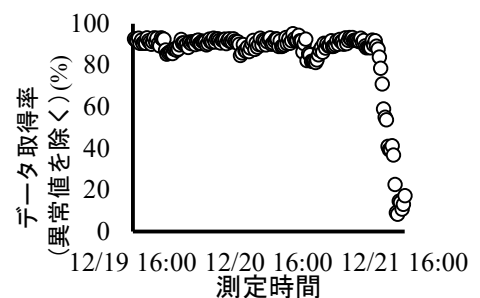


図 6 異常値を除いたデータ取得率