



作物とヒトとのインターフェース

農業センシングの世界

最終回

その38…導電率計測で植物の養分吸収が見える化

星 岳彦



写真1 密閉容器を使ったECセンサ部分の加工方法

Arduinoを使ったECメータの自作

前回(その37, 2021年12月号)に続き, EC (Electric Conductivity: 導電率) メータの製作法を紹介します。回路図など, <https://hoshi-lab.info/interface/ArduinoECmeter.zip> からダウンロードできます。

● EC センサ部の製作

まず, EC計測電極と補償用温度センサから構成されるECセンサ部を写真1のように製作します。今回は, 円筒形の密閉容器を使って, 培養液を容器に入れて計測する方式にしました。培養液にセンサを挿入するプローブ・タイプにしたい場合には, 電極を露出せずに円筒形の絶縁カバーで覆う加工をします。その方が, 電場の乱れが少なく安定して計測できます。ステンレスねじの表面は, 油などの汚れが付着することが多く, 電極として使用するのに親水性が悪いので, 中性洗剤やアルコールでよく洗浄します。そして, 電極表面に溶液が親和するように, 1日以上容器に水を貯めてエージングします。

● 計測プログラム

回路を組み立てたら, 配線の誤りがないかよく

リスト1 Arduino用スケッチで記述したEC計測の核心部分

```
// 導電率計測 戻り値 ds m-1
float measEC() { // 電圧がmV単位でも約分され計算式は同じ
  float mVEC, ECval;
  mVEC = ECVmeas(); // EC電圧計測
  ECval = (10 * CellK * (Vc - mVEC)) / (Rc * mVEC);
  ECval *= 1 + 0.02 * (MeasTemp() - 25.0); // 温度補正
  return ECval; // Vc = 5000 mV (HIGH - LOW 論理電位差)
}

// EC電圧測定 戻り値 mV
float ECVmeas() {
  float mVEC;
  ECVmeasPos(); // 空測定
  mVEC = ECVmeasNeg(); // 本測定4回
  mVEC += ECVmeasPos();
  mVEC += ECVmeasNeg();
  mVEC += ECVmeasPos();
  return mVEC / 4.0;
}

// 正方向電圧印加電圧計測
float ECVmeasPos() {
  float measV;
  pinMode(ECD00pin, OUTPUT); // 順電圧印加
  digitalWrite(ECD00pin, HIGH);
  pinMode(ECD01pin, OUTPUT);
  digitalWrite(ECD01pin, LOW);
  measV = 0; // 5回電圧測定した平均値
  for(int i = 0; i < 5; i++) {
    measV += (float)analogRead(ECAI0pin) / 1023.0 *
              5000.0;
    measV -= (float)analogRead(ECAI1pin) / 1023.0 *
              5000.0;
  } // AD変換1回に約117µs要するので10回で1.17ms delayは不要
  measV /= 5.0;
  pinMode(ECD00pin, INPUT); // 電圧OFF
  pinMode(ECD01pin, INPUT);
  return measV;
}

// 逆方向電圧印加電圧計測
float ECVmeasNeg() { (略) }
```

チェックします。計測アルゴリズムは, 前回説明しました。EC計測の核心部分をリスト1に示します。ArduinoをPCと接続し, ダウンロードしたプログラムをArduino IDEで書き込みます。液晶画面に写真2のような内容が表示されれば, 完成です。

● 較正の方法

写真2で, k=の後に示されているのが, 製作したECセンサの固有のセル定数です。プログラムには, 試作時の値を仮に設定しました。ECを正確に計測す

◆引用文献◆

(1) 星 岳彦: 農業情報研究, 30(3): 121-130, 2021年.