

土中の水分状態を簡易的に検知できる土壤水分センサーの開発

長崎大学 工学部 学生会員 境田 龍之介 長崎大学大学院 学生会員 松永 涼介
長崎大学 大学院 正会員 大嶺 聖

1. はじめに

近年, ICT を活用した農業の水管理システムが普及してきている. 精度も優れており効率的であるが, 省力化やコスト面が課題となっている. そこで, 本研究では低コストで簡易的に, 農地で水分の管理ができる無線のセンサーの開発を行い, その適用性を検証する.

2. 実験方法

本実験では, 簡易的に土壌の水分を把握できるセンサーを作成し, Arduino や無線と併用する, 併用することによって, 離れた場所からでも計測が可能になり, 課題でもある省力化の解決にもつながる. また, 学内の土壌で試験的に実験をし, 経過観察を行う. また, 動作を確認したうえで佐賀県の玄海町の畑に適用する.

(1) 水浸状態を検知できるセンサーの作成

図 1 はセンサーの全体写真である. また, 図 2 はセンサーの構成である. その中で, 上部の炭素棒は飽和度 100% (水浸) を検知するセンサーである. 図 3 に示すように, 土粒子が入り込まないようにトリカルネットを巻き, その上から不織布を巻いている. 図 1 と図 2 に示す下部の 3 つの炭素棒は土壌の水分状態を 3 段階に分けて検知する土壤水分センサーである. 抵抗

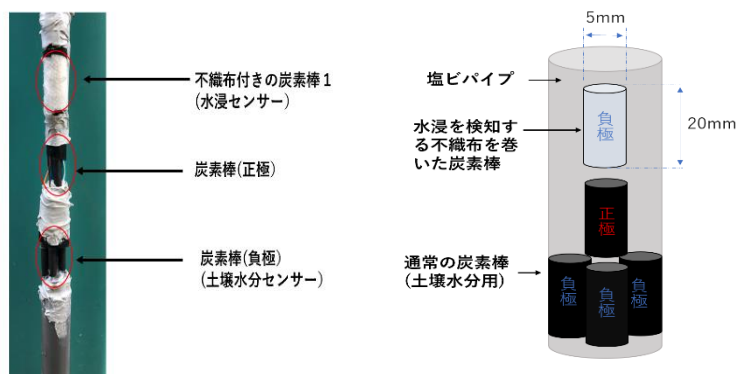


図 1 センサーの全体図

図 2 センサーの構成

を任意で変更することで土壌状態を把握する

ことができる. すなわち, 今回のセンサーは, これまでの土壤水分センサー²⁾と水浸センサーを組合せたものとなっている.

(2) 土壤水分センサーの作成

土壤水分センサーで用いる回路の簡易図が図 4 である. また, 各炭素棒に取り付けた抵抗 R_i の算出方法を図 5 に示す. この式により, $R_1=0\Omega$, $R_2=50K\Omega$, $R_3=150K\Omega$, $R_4=300K\Omega$ とすれば, 等分的に電圧が流れるため, センサーの精度を上げることができる. 去年の実験の課題でもあった炭素棒の腐食防止のためにマイコン (Arduino pro mini) を併用して瞬間的に電圧をかけるプログラム

も併用している. また, 本実験の実験装置では市販の無線通信 (TWELITE) を使用している.

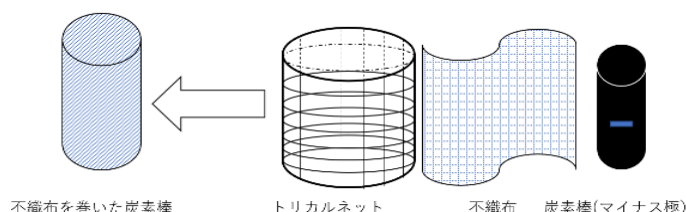


図 3 土壤水分センサーの上部の構造

$$R_i = \frac{R'(N-i)\{N-(i-1)\}}{N}$$

N : 抵抗の最大数
 i : 抵抗の数

図 5 抵抗値 R の求め方

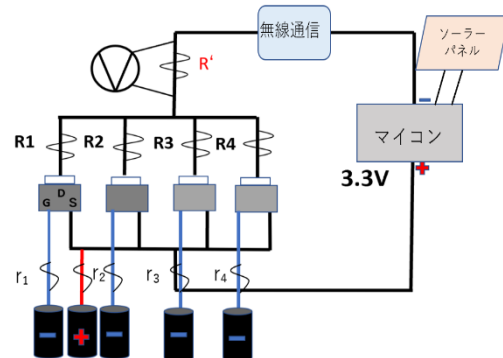


図 4 回路の簡易図

実験結果

1) センサーの検証

図 5 は実験で使用した
ケイ砂の pF と体積含水
率を測定した結果である。
植物の育成に適切な範囲
が体積含水率で約 5%～
15%であることがわかる。

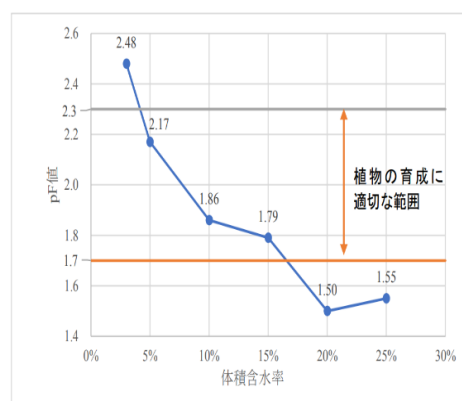


図 6 ケイ砂の pF と体積含水率の関係

一方、ケイ砂の体積含水

率と土壤水分センサーの抵抗値 r 関係係
を図 6 に示す。つまり、適切な水分状態を検知するためには、
 $r_3=90K\Omega$ と $r_2=450K\Omega$ を用いれば良いことがわかる。また、
体積含水率 3%の乾燥状態は $r_1=1.0M\Omega$ となる。さらに、4 つ
目の水浸検知センサーが反応すれば、飽和度 100%に
達したことが検知できる。

2) センサーの適用

本研究では、開発したセンサーの農地での適用を検討
している。図 7 は農地で適用する際の装置全体のイメージ
図である。子機にはマイコン(Arduino pro mini)と水
浸状態を検知できる土壤水分センサーを用いている。親
機にはマイコン(Arduino pro mini)に SD カード、
時計機能を併用しており、データを保存すること

も可能である。また、実験装置の主電源は 3.3V のソーラーパネルを用いる。ソー
ラーパネルを用いる理由としては、晴れた日にどの程度土壌が乾燥しているかを把
握するためや大雨が降って時間が経過した後でどの程度土壌に水分が含まれてい
るかを把握するためである。

本実験では、無線通信(子機)に繋がっている土壤水分センサーが反応して、
親機に情報が送信され、親機が受信して LED を点灯させることに成功した(図 7,
図 8)。また、LED の点灯だけではなく、光量の増減によっても水分状態を可視化で
きることを確認できた。

4. おわりに

本研究では、低コストで簡易的に土壌の水分状態を簡易的に検知できる無線のセンサーの開発を行った。
植物の生育に適切な水分状態を把握するだけでなく、過剰に水が入り土壌が水浸した状態も検知することが
できる。この簡易センサーを安価な無線通信でデータを送信するとともに LED を用いて土壌の水分状態を
可視化できることが確認できた。今後は、このセンサーを実際の農地で適用する予定である。

参考文献 : 1) 松永ほか: 無線通信機器を用いた傾斜地における水浸検知センサーの開発と適用性の検討,
令和 3 年度土木学会西部支部研究発表講演概要集, 2022 (投稿中), 2)野寄ほか: 土壌水分可視化センサーの
開発と自動灌水装置への適用に関する研究, 令和 2 年度土木学会西部支部研究発表講演概要集, III, 2021

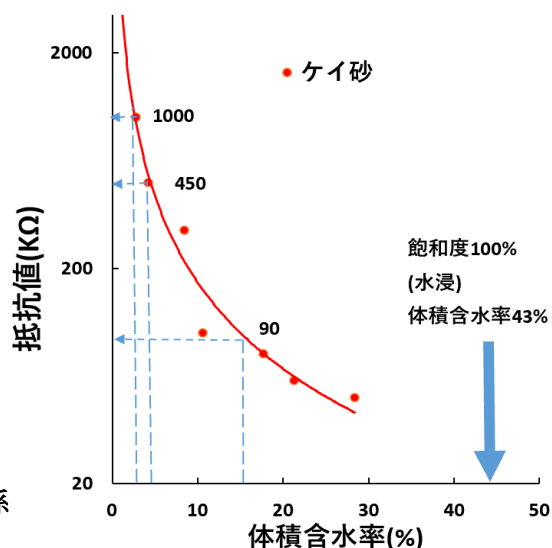


図 7 土壤水分センサーの抵抗値 r と体積含水率の関係

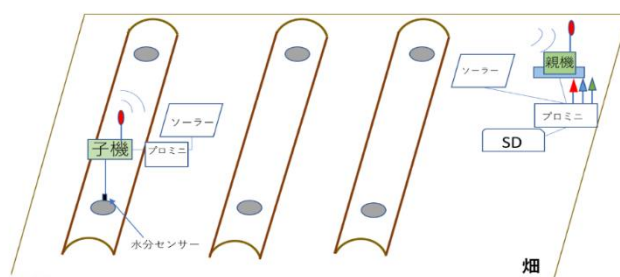


図 8 実験装置全体のイメージ図

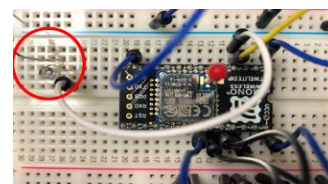


図 9 LED が OFF の場合

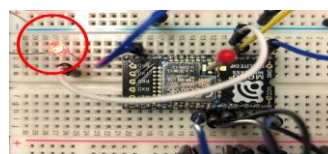


図 10 LED が ON の場合