

# ADR 法と静電容量式センサの測定値比較及び 土壌水分量の状態判別法の検討

## Comparison of Measured Values between ADR Method and Capacitive Sensors and Discrimination of Soil Moisture Content

近藤 優衣  
指導教員 吉田将司

サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 情報通信工学研究室

キーワード:スマート農業、IoT、土壌水分センサ

### 1. 背景

現在の日本の食糧自給率は低く、中でも大豆の自給率は令和元年で 6%に留まっている[1]。原因として、大豆は栽培の難易度が高いことが挙げられる。大豆の種子は急激に水分を含むと、膨張し砕けてしまう[2]。日本では大豆の種まきが梅雨の時期に行われるため、この現象が起きやすい[3]。湿害の影響が出るとまき直しが必要になるが、その時期は土の状態を目視することで判断している。そのため経験の少ない新規参入者には難易度が高く、生産者が増えない一因になっている。本研究室では IoT を利用しまき直しの時期を定量化する研究を行っており、数値で判断できれば経験の少ない人でも収穫量への影響が減ることが期待できる[4]。本稿では重量比に対する出力電圧を静電容量式センサで測定すると同時に、ADR 法のセンサ(以下 ADR センサとする)を用いて土壌水分量を測定した。次に両者を比較し、土壌水分量の状態を判別する方法を検討した。

### 2. 実験方法

図 1 はシステム構成を示す。静電容量式センサの出力値を M5StickC から Google スプレッドシートにアップロードする。なお、実際の農場で用いられる予定の通信方法はデータを M5StickC から LoRa を経由して基地局に送信、そこから受信したデータを Google スプレッドシートにアップロードするものであるが、今回は Wi-Fi で直接基地局に送信した。センサは静電容量式センサ(DiyStudio 社製)と ADR センサ(株式会社 FUSO,MS-7004SD)の 2 つを使用した。土は農場の土と配合土(赤玉土 6,腐葉土 3,鹿沼土 1)を 1kg、2 つ

ずつの計 4 つを使った。土 1kg に対し水を 10%の割合で加え、出力電圧を静電容量式センサで測定した後、ADR センサで測定した。このとき温湿度センサを用いてその場の温度、湿度を測定した。計測時間は 30 分、データの送信間隔は 1 分間とした。ただし、水分を含んでから土に浸透させるまで 5~10 分程かかるため、重量比 10%からは土に水分を混ぜた後 15 分放置し、水分を浸透させた。結果で使用する値は 30 分間の平均値を 2 種類の土ごとに平均した値を使用した。

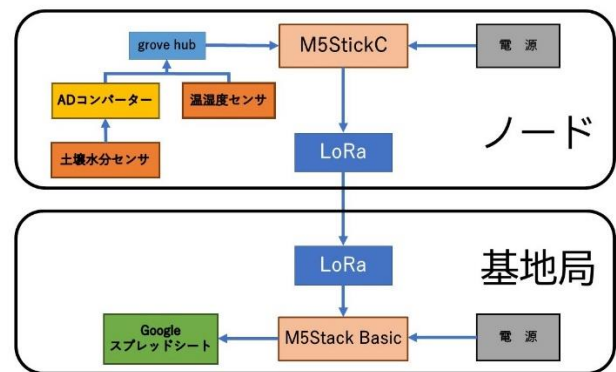


図 1 システム構成図

### 3. 結果

#### 3.1 農場の土

図 2 は重量比と ADR センサの測定値の関係と、それぞれの一次近似式を示す。重量比 20~40%の間に ADR センサの測定値は約 5~45%に変化していることから、重量比と実際の水分量は違いがあることが示された。重量比 20~40%時は誤差率 12.5~75.0%と大きな誤差が見られるが、図 2 では近似式と実測値で一部を除けば概ね一定の傾向がある。そこで ADR セン

サの実験結果から農場の土について、6.45~46.9%の区間の土壌水分量を求める以下の近似式を算出した。

x:出力電圧[V], y:土壌水分量[%]とすると、以下の式で示される。

$$y = \frac{1.29 - x}{0.0131} \quad [\%]$$

図3は重量比と出力電圧の関係を示す。農場の土は水分量が重量比の30%の時までは土の状態を保っていたが、40%を超えると水を吸収し切れていないような状態になり、60%を超えると水分に近い泥状となった。図4からも重量比40%を超えると出力電圧が急激に下がっていることが分かった。

図4より0%以上~5%未満の出力電圧は若干の変化が見られるが、土の状態から誤差と考えられるため、また45%以降は出力電圧の値がほぼ一定であるため算出しなかった。以上より、0%以上~5%未満の時は乾燥、5%以上~45%未満の時は湿潤、45%以上~は冠水状態と判断した。

### 3.2 配合土

配合土は水分を重量比の60%まで追加しても冠水しなかった。図2の配合土のグラフから、水分が重量比の60%含まれている場合でも測定値は25.3%となった。図3では水分量が重量比の60%でも、出力電圧が農場の土より0.3Vほど高いことが分かった。また、農場の土のように特定の値で出力電圧が大幅に減少するのではなく、一定の割合で減少した。なお、配合土の近似式は図4より土壌水分量と出力電圧に一定の関係が見られないため今回は算出しなかった。

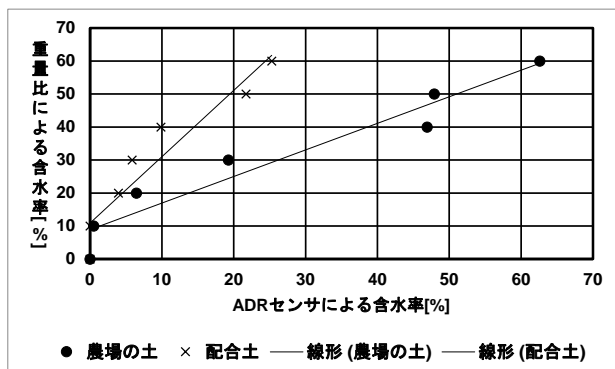


図2 ADRセンサの重量比の比較

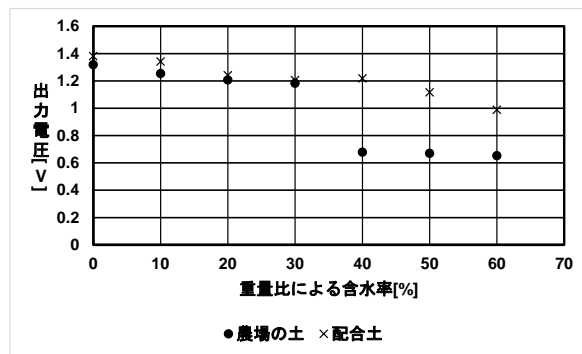


図3 重量比と出力電圧の関係

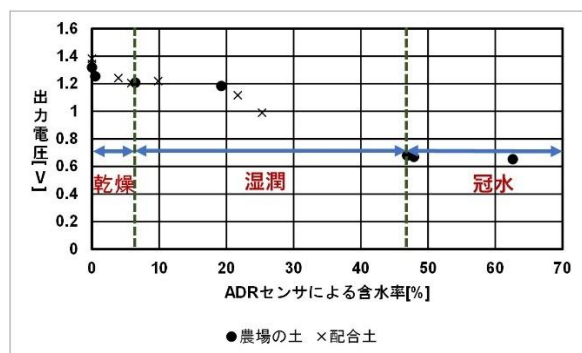


図4 ADRセンサの測定値と出力電圧の関係

## 4. 結言

本研究では、農場の土に関して土壌水分量の判別法を提案した。しかし、図2から重量比とADRセンサの測定値が異なることが分かった。原因は土の性質そのものの可能性があるが、水分を追加した際に土を均等に混ぜ切れていなかった可能性も考えられる。今後は同一の実験を繰り返し、判定精度を高める。また、配合土の水分量の変化に一定の傾向が見られれば、近似式を算出する。

## 参考文献

- [1] 農林水産省, "知ってる?日本の食料事情" [https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu\\_ritu/ohanas\\_i01/01-01.html](https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/ohanas_i01/01-01.html)
- [2] 農研機構, "ダイズの湿害軽減技術 ダイズ種子の含水率調整は冠水障害を軽減する" [https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/files/naro-se/daizu-go.pdf](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/naro-se/daizu-go.pdf) (2005)
- [3] 加藤雅康, "ダイズの苗立ち時の「湿害」の原因は何だろうか", 第235回日本作物学会講演会, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcsproc/235/0/235\\_446/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcsproc/235/0/235_446/_article/-char/ja/) (2013)
- [4] 尾本一樹, "大豆と二条大麦を対象とした湿害モニタリングの検討", 八王子コンソーシアム, A115, (2021)