

電極を用いて土砂災害の予測をする～バナナ電極土砂災害予測装置～

神奈川県立生田高等学校 1年 小浦晴人 湯浅健司

1. はじめに 近年、土砂災害が多くみられる。被害を予測できる装置を作ることができれば被害を最小限に留められると考えた。

2. 目的 本校のある関東地方の多くは酸性土壌であるローム層に覆われている。どれぐらい水を含むとローム層およびローム層起源の土壌が流れ始めるかを、電流との関係を明らかにするための機器を作製する。ローム層およびローム層起源の土壌において、測定した値を用いて土砂災害の起こりうる電流状態の指標を作成し、関東地方の土砂災害の防止に寄与する。
ローム層起源と考えられる土壌からなる、本校テニスコートわきの西向き 29°斜面(図1)を用いて指標作成に取り組む。



図1 本校テニスコートわきの西向き 29° 斜面

3. 機器 PC、防水延長コード(ドラム 30m)2本、電源装置、銅線(コンセント)、防水ゴムコードコネクタ(銅線に接着済み)、銅線(バナナ電極)、ワイヤレス電流センサを組み合わせ、作製した(図2・3)。屋外に設置した電源装置より、土壌へ電圧をかける。屋外での長期的に安全な測定ができるよう、次の2点を工夫した。
・ワイヤレス電流センサより、室内のパソコンにデータを飛ばせるようにする。
・延長コードの接続が可能とすることで、装置本体を土砂崩れなどの可能性が低い安全な場所から電源を確保することができる。

屋外

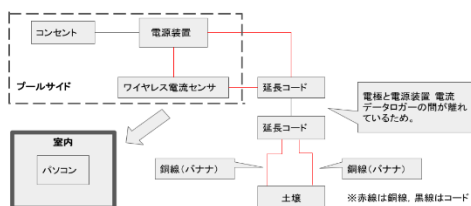


図2 バナナ電極土砂災害予測装置模式図



図3 バナナ電極土砂災害予測装置 リアルタイムの測定値を得ることができる。

4. 実験1「室内での実証実験」

方法 本校テニスコートわきの西向き 29°斜面の一定区域(図1)から採取した、ローム層起源と考えられる土壌に一定の電圧をかけ続ける。水を 2.0mL ずつ加え、土壌に流れる電流の大きさが変化することを確認した。
試作器では乾燥重量 30.0g に 16.0V の電圧を、本作器では乾燥質量 25.0g に 20.0V の電圧をかけた。試作器の実験では蒸留水を本作器では令和 3 年 8 月 7 日に本校屋上で採取した雨水を用いた。

結果 どちらの実験でも、0~4ml の時は電流が流れなかった。20ml まで加えていったときはだんだん電流の値が大きくなった。試作器の実験では 26ml 以降は約 6.0mA で、本作器の実験では 20ml 以降は約 6.1mA で一定になった。試作器では、土壌 30.0g に電圧 16.0V の電圧をかけた状態で蒸留水を加えていった。本作器では、土壌 25.0g に電圧 20.0V の電圧をかけた状態で令和 3 年 8 月 7 日に本校屋上で採取した雨水を加えていった。

考察 一定量の雨水で、電流の値が一定になることがわかった。それは、土壌に含まれる電解質の物質が溶けきったからだと考える。試作器と本作器で、土壌の質量、電圧、用いた水は異なるが、同じ傾向であったことから、本作器も試作器と同じように機能すると考える。

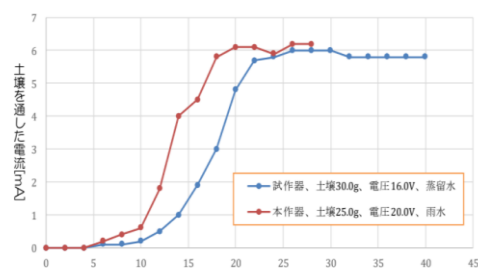


図4 バナナ電極土砂災害予測装置 試作器と本作器に本校土壌(ローム層起源)に一定電圧をかけた時の土壌を通す電流と含水量

5. 実験2「屋外での実証実験」

方法 ローム層起源と考えられる土壌からなる、本校テニスコートわきの西向き 29°斜面(図1)に、バナナ電極土砂災害予測装置本作器より、電圧を 20V かける。令和 3 年 8 月 7 日に本校屋上で採取した雨水を 10ml ずつ加えていった際の電流を測った。

結果 0ml の時は 1.9mA 流れた。10ml~40ml 加えた時は約 6.0mA 流れた。加え続け、50ml を超えたところから約 6.4mA で一定となった。また、土砂が崩れる瞬間を観測することはできなかった(図5)。

考察 雨水を加える前に、1.9mA の電流が流れた。実験 1 の本作器を使った実験の条件にあてはめると、土壌 25.0g あたり約 12.0ml の雨水が含まれているときと同じである。今回土砂が崩れる瞬間を観測できなかった原因として考えられるのは、土に含まれる雨水が少なかったこと、植物の根や土壌の引き締まっていることが考えられる。

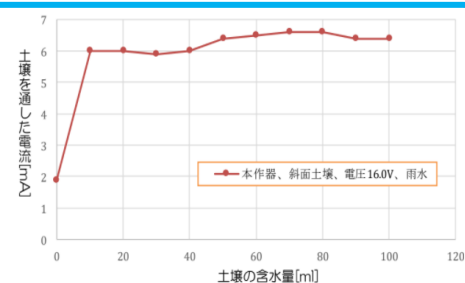


図5 バナナ電極土砂災害予測装置 本作器に本校土壌(ローム層起源)に一定電圧をかけた時の土壌を通す電流と含水量

6. 今後の課題

次の4点を改善し、土砂災害が予測できる研究を行っていきたい。

1. 植物の根や土壌の考慮ができていなかったこと。
2. 採取した雨水と土に含まれていた薄いとの関係性が考慮できていなかったこと。
3. ワイヤレス電流センサと対応したアプリケーションの記録が見づらく結局自分たちで記録することになってしまったこと。
4. bluetooth 接続の距離が想定より短く、本来室内で観測する予定だったが、プールサイドでの測定になってしまったこと。

附記 本研究は、「第10回 高校・高専気象観測機器コンテスト」1次審査通過により、一般財団法人 WNI 気象文化創造センターより支援を受けて実施したものである。