

# ELTRES 型ロガーの山林内運用を目指した土壤電池の活用

## Utilizing soil battery to power ELTRES-type logger system in mountain forests

植木 優<sup>1</sup>・平嶋雄太<sup>1</sup>・宮本英揮<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 佐賀大学農学部

### 要旨(Abstract) :

電源として土壤電池の有効性を検討するために、LPWA(低消費電力長距離)通信「ELTRES」に対応したロガーにそれを接続し、真砂土および黒ボク土を供試材料として、体積含水率( $\theta$ )の異なる条件において連続稼働実験を行った。土壤電池を活用することにより、バッテリー単体で稼働させた場合よりも最大稼働日数が伸びること、その効果は真砂土よりも黒ボク土の方が大きいこと、運用に適した水分条件が存在すること等が示唆された。

キーワード：土壤電池，LPWA 通信，ELTRES，土壤水分

Key words: Soil battery, LPWA Communication, ELTRES, Soil moisture

### 1. はじめに

電源のない山林内でセンサネットワークを運用する場合、ソーラー発電システムを利用できない場合が多い。ソーラー発電システムには、パネルの廃棄処理問題もある<sup>1)</sup>。近年、環境への影響が小さく、土壤中の水および有機物と、微生物の活動等によって発電する土壤電池の利用が検討されている。本研究では、LPWA(低消費電力長距離)通信の一種である ELTRES<sup>2)</sup>対応ロガー(スマートロジック社)に土壤電池を接続した、独立稼働型のセンサネットワークを構築し、真砂土および黒ボク土中に土壤電池を埋設した状態で電源としての有効性を検証した。

### 2. 方法

2024年6月に、佐賀大学農学部実験棟内に設置した2つのコンテナ(縦 354 mm×横 539 mm×高さ 398 mm)(Fig.1)内に、土壤電池(ニソール社)の電極(備長炭と酸化チタン加工されたマグネシウム板)および TDR-315H センサー(Acclima)をそれぞれ配置した(Fig.1)。マリOTT型給水タンクと底面で接続したコンテナに、川砂を高さ 20 mm まで充填したうえで、真砂土または黒ボク土を重ねて充填した後、水道水を毛管飽和させてその状態を維持した。この高い体積含水率( $\theta$ )条件を、高 $\theta$ 条件と称す(Fig.1)。リン酸鉄リチウムイオンバ

ッテリーを実装した ELTRES 型ロガー(Fig.2)に TDR-315H センサーを接続した。バッテリーを満充電とした状態を初期条件とし、見かけの誘電率( $\epsilon$ )、地温( $T_s$ )、バルク EC( $\sigma_b$ )、バッテリー電圧( $V$ )の計 4 項目を 3 分間隔で観測し、電力供給が尽きてロガーが停止するまで専用サーバーに全デ



Fig.1 実験装置



Fig.2 ELTRES 型ロガー(スマートロジック社)

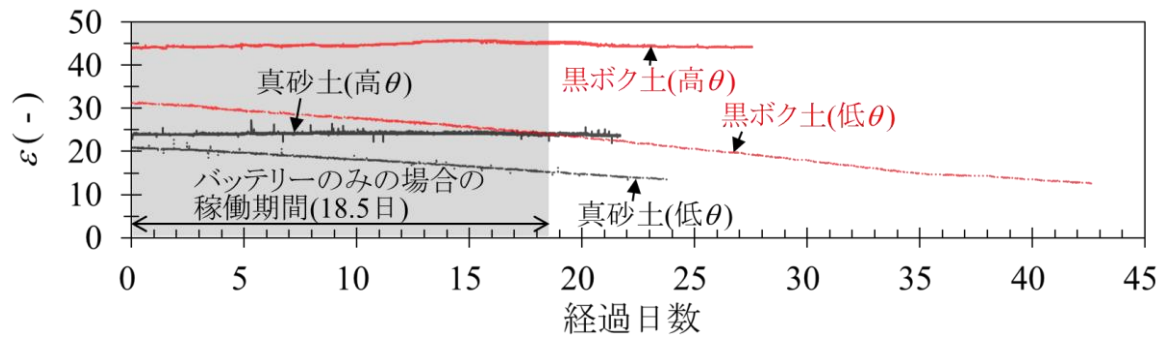


Fig.3 見かけの誘電率( $\epsilon$ )の経時変化

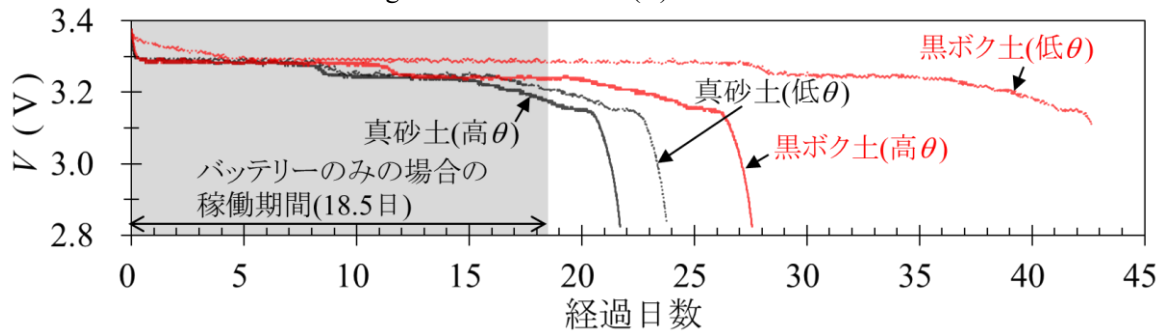


Fig.4 バッテリー電圧( $V$ )の経時変化

ータを送信し続けた。その後、コンテナ下方側面の排水用小孔から余剰水の排水を1週間促して $\theta$ を低下させた後(以降、この条件を低 $\theta$ 条件と称す)、バッテリーを再充電して満充電状態に戻し、一連の計測をロガーが停止するまで繰り返した。バッテリー単体で稼働させた場合、18.5日で動作停止状態に至ったため、これを基準として、土壌および $\theta$ の違いによる最大稼働日数の差異を検証した。

### 3. 結果と考察

土壌電池を利用することにより、バッテリー単体で稼働させた場合よりも、稼働時間が長くなった。高 $\theta$ 条件で比較すると、真砂土における $\epsilon$ は24程度、黒ボク土におけるそれは44~46で、両条件とも概ね一定の水準にあった(Fig.3)。一方、両条件における $V$ は漸減した(Fig.4)。真砂土の場合、 $V$ は20日後に急減した後、21.7日後にロガーが停止した。黒ボク土の場合にも、類似した $V$ の変化が認められたが、停止したのは27.6日後であった。いずれの土壌においても、バッテリー単体で稼働させた最大稼働日数(18.5日)よりも長く稼働したが、黒ボク土の方がより長く動作した。

低 $\theta$ 条件の場合、高 $\theta$ 条件の場合よりも両試料

における最大稼働日数が大きくなった。両試料における $\epsilon$ は、観測期間中、先述の高 $\theta$ 条件よりも低い水準にあり、初期値から時間とともに漸減した(Fig.3)。そして、真砂土では23.8日、黒ボク土では42.6日後に動作が停止し、とりわけ、黒ボク土における最大稼働日数の伸びが顕著であった。これらの結果から、真砂土よりも黒ボク土の場合の発電量が大きいこと、そしてその発電能力は必ずしも飽和水分条件において最大となる訳ではなく、最適な水準が存在することが示唆された。

### 4. おわりに

本研究では、ELTRES型ロガーの持続稼働を達成できなかったが、土壌電池を実装することにより、バッテリー単体駆動の場合に比べ、最大動作日数が大きくなることが判明した。土壌電池を増設し、適度な水分条件下で運用する工夫すれば、長期安定稼働できる可能性があると考えられる。

謝辞：本研究は、株式会社ニソールおよびスマートロジック株式会社の協力のもと実施した。ここに記して謝意を表す。

参考文献：1) 環境省(2015): 太陽光発電設備等のリユース・リサイクル・適正処分に関する報告書., 2) SONY: <https://www.sony-semicon.com/ja/eltres/index.html>.