



IoT活用による冬場のコケの環境モニタリング

井藤賀操・根上日向・川名祥史・西岡一洋・宮内陽介
(株式会社アグリノーム研究所)



はじめに

関東地域では、冬季に霜柱でコケ群落を持ち上げて乾燥して枯れることが大きな課題となっている(参考記事1、2)。霜柱は、地中の水分が凍ってできたもので、冬季に氷点下になる時に水分が地表にしみ出して無数の細かい柱の形に凍結し形成される(参考文献1)。本研究では、コケ栽培システムの開発にむけてIoTセンサーField Analyzer-8 (HACHI) で気温や大気湿度、土壌水分のデータを取得することを目的とした。

材料および方法

埼玉県内の試験圃場で栽培しているスナゴケ群落(図1)を対象に観測を実施した。Field Analyzer-8 (HACHI) を用いて、気象条件(気温、湿度)および土壌水分含量データを計測した(図2)。

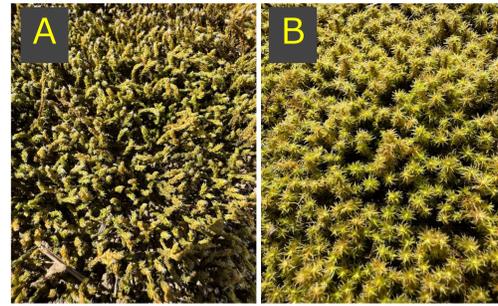


図1. スナゴケ群落

スナゴケ *Racomitrium japonicum*
A: 乾燥している姿
B: 湿っている姿



図2. 試験区の様子

Field Analyzer-8 (HACHI) で気温、湿度、土壌水分含量を計測し、タイムラプスカメラでコケ植物の群落を観測した。

結果および考察

気象条件(気温、湿度)および土壌水分含量(図3)をField Analyzer-8 (HACHI) で計測した。またコケ植物の群落が霜柱で持ち上げられる様子の経時変化(図4)をタイムラプスカメラで観測した。Field Analyzer-8 (HACHI) およびタイムラプスカメラで取得したデータを解析することで、コケが霜柱で持ち上げられる気象条件を明らかにした(図5)。

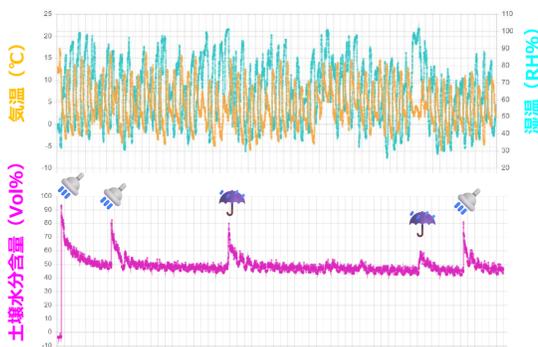


図3. 気象条件および土壌水分含量データ
横軸: 計測期間(2024/12/14~2025/2/13)
土壌水分含量: コケ植物の群落直下の地中10cm 付近の値
気温(°C): 最大16.4、平均4.3、最小-6.0
湿度(RH%): 最大101.3、平均64.5、最小25.8
土壌水分含量(Vol%): 最大84.0、平均49.0、最小41.4
☔: 雨 ☂: 散水

体積水分率(Vol%)は体積における水分の割合を示すもので、土壌体積の内訳は固形成分・水分・空気である。通常の土壌においては、最大値はおおよそ80%、最低値はおおよそ25%の範囲を示すことが報告されている(引用文献2)。よって、冬場の乾燥条件下において、上記のような範囲内で体積水分率は低下傾向を示すものと予測していたが、今回の土壌水分含量(Vol%)は50%付近を推移することが確認することができた。

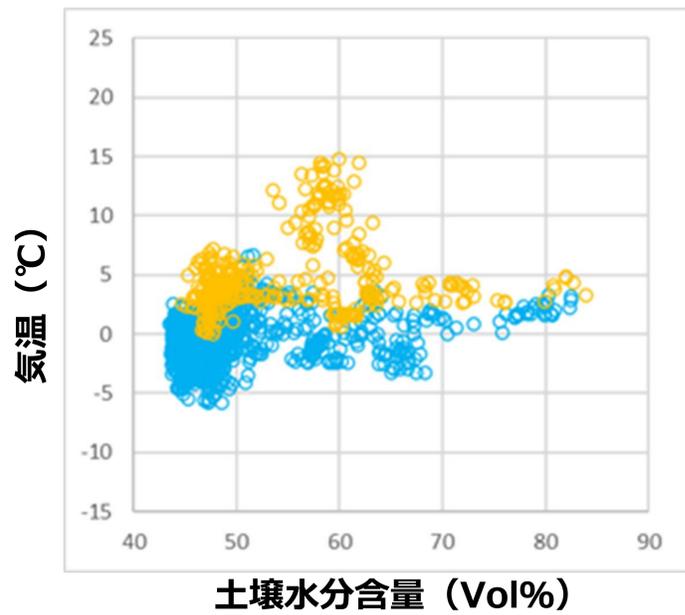


図5. 霜柱の形成の境界面について

霜柱が形成していたデータ(○)と霜柱が形成していなかったデータ(○)をプロットした気温-土壌水分含量の散布図。

当初、気温が氷点下になると霜柱が形成されると予測していたが、気温2°C付近で霜柱が形成することがわかった。

これについては、今回の気温データは地表1.1m付近で計測した値であったが、地表付近では更に気温の値は低いと考えられる。よって、霜柱が形成される地表付近の気温は、実際には氷点下になっていると考えている。

上記の仮説を検証するために、今後はField Analyzer-8 (HACHI) を用いて、地上での高さ違いの気温を計測したい。

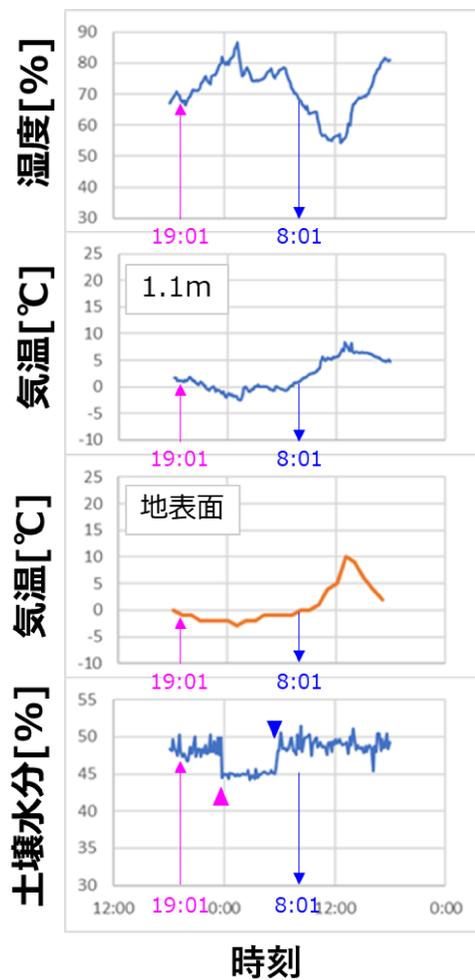


図4. 霜柱形成により持ち上げられたコケ植物群落の様子とその時の気象条件および土壌水分含量データ

地表面の気温が0°C以下になると霜柱の形成が始まる(↑)。5時間後(▲)、地中の土壌水分含量が急激に低下した。5:48(▼)に土壌水分含量が急激に高まり、地表面の気温が0°Cになった8:01に霜柱の融解が始まる(↓)ことを確認した。タイムラプスカメラで取得した画像は、霜柱形成により持ち上げられたコケ植物群落の様子を黄色枠(■)で囲み、右上に撮影時刻を記した。

一般に、地中では、深くなれば地温は上昇し、1m深地温は、おおよそ20°C~24°C程度である(参考記事3)。

今回、8:01に融解が始まることを確認したので、土壌水分センサーの測定ポイント(10cm深地温)は、0°Cより高いと予測される。したがって、土壌水分センサーの測定ポイントでは氷は融解しているものと推察される。

5:48に土壌水分含量が急激に高まったのは、その時点で氷が融解したと解釈している。その時間帯の(地上1.1mの)気温は0°C程度を推移していたので、そのような気温下の地中10cmでは氷が融解する地温であった可能性は十分考えられる。

上記の仮説を検証するために、今後は、地中の深さ違いでの土壌水分含量と地温のデータを取得したい。

まとめ

今回のデータを参考に、環境制御機能を備えたCPS (Cyber Physical System) を搭載したコケ栽培システムを開発し、霜柱による被害への対策の確立を目指す。黒ボク土や火山灰土壌が広がる関東地域では、霜柱による影響でコケ管理が困難となっている。このシステムを活用することで、課題解決を目指したい。

参考



参考記事1



参考記事2



参考記事3



参考文献1



参考文献2

