

ラコミトリウムの分光反射特性に関する実験的研究

日大生産工	正会員	○朝香智仁
東鉄工業(株)	正会員	岡村直利
(株) アガック	非会員	川嶋孝明
日大生産工	正会員	工藤勝輝
日大生産工	正会員	岩下圭之

1 緒言

ビルやマンションなどで採用されている「屋上緑化」と「壁面緑化」には、ヒートアイランド抑制効果、省エネルギー効果およびCO₂吸収効果など優れた環境性能がある。代表的な緑化資材としては、芝、セダムおよび苔があげられるが、ラコミトリウム（スナゴケ）は25,000種類にもおよぶと言われる苔類の中でもとりわけ乾燥に強く、さらに土壌不要であることから、天然素材として用いられている¹⁾。しかしながら、ラコミトリウムは季節変化や供給される水分量によって緑色から茶色を呈するため、景観としての側面からは茶色に変化した状態はあまり好ましくなく、適切な灌水管理によって緑色をキープする技術が必要になる。

東鉄工業株式会社では、ラコミトリウムを利用した苔緑化システムを導入しているが (http://www.totetsu.co.jp/koke_yokuka/index.html)、適切な灌水管理に関する知見を収集するために、東鉄工業株式会社蓮田資材センター内に灌水方式や基盤材の異なる実験モデルを施行し、大規模な実験を実施している。本研究では、ラコミトリウムの灌水状態による生態を定量的に評価するためのアプローチとして、室内での基礎実験を実施し、含水率の異なる状態での分光反射特性を把握することを目的とした。

2 ラコミトリウムの特徴

ラコミトリウム (*Racomitrium japonicum*) は日本全国に分布するコケで、ギボウシゴケ科シモフリゴケ属に分類され、耐乾燥性と好日性に優れた特徴を有しており、自重の20倍の保水力を有する。また、水分を含むと茎葉体が広がって鮮やかな緑色となり、乾燥すると茎葉体を上方に巻き込むため茶色に見える。よって、適切な灌水管理により緑色をキープできるが、過湿状態では生育に影響があると考えられている。

3 実験方法

本研究では、含水状態の異なるラコミトリウムの分光反射率を測定するため、空調の整備されている測量精密器機保管室において、苔緑化システムに利用されている苔マット（基盤材：ペーパースラッジ）を灌水させ、24時間にわたって1時間ごとの分光反射率と、同時に含水

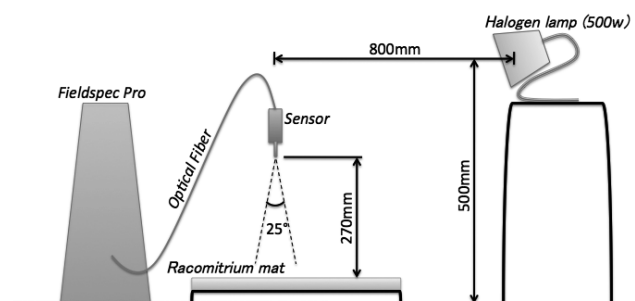


図-1 分光反射率の測定概況

率も測定することにした。

分光反射率は、フィールド携帯型分光放射計（ASD社製 FieldSpec Pro）を使用し、室内を気温25度の暗室に保ち、500Wのハロゲンランプを光源として、2011年1月10日の20時から1月11日の20時まで実験を行った。含水率は、Kett社製の含水率計 HM520（測定方式：高周波容量式）を使用し、分光反射率の測定後、すぐに測定した。

図-1は、分光反射率の測定概況を示したものである。図に示したとおり、光源からセンサーまでの水平距離は800mm、センサーからラコミトリウムまでの鉛直距離は270mmとした。また、センサーのIFOV（瞬間視野角）は25度としたため、直径：約120mmの円内に収まる範囲の分光反射率が測定できることになる。なお、スペクトル分解能は1nmである。

灌水の条件は、分光反射率が測定される範囲内に、1月10日の20時に600mlの水を散水し、十分な湿潤状態にあるラコミトリウムを初期条件とした。その後は水分を加えずに、自然乾燥させた。

4 結果と考察

図-2は、灌水1時間後、6時間後、12時間後、18時間後、24時間後の分光反射曲線を示したものである。図より、時系列変化では、可視波長域より短波長赤外域の

キーワード：スナゴケ (*Racomitrium japonicum*)、フィールド携帯型分光放射計、NDWI

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学生産工学部 E-mail: asaka.tomohito@cit.nihon-u.ac.jp

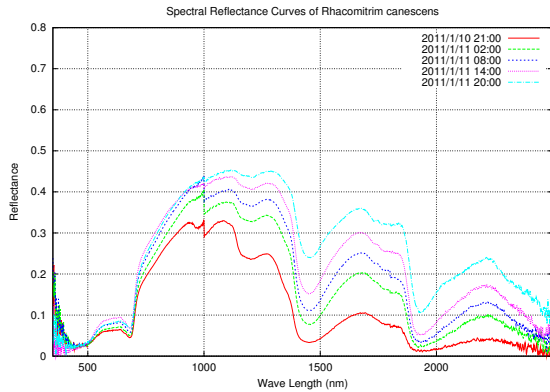


図- 2 含水率の変化に対するラコミトリウムの分光反射特性

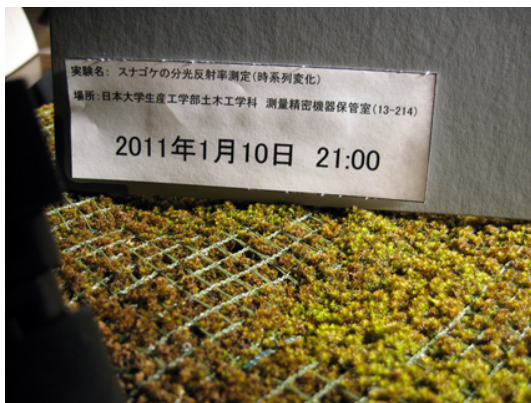


図- 3 灌水 1 時間後の状態

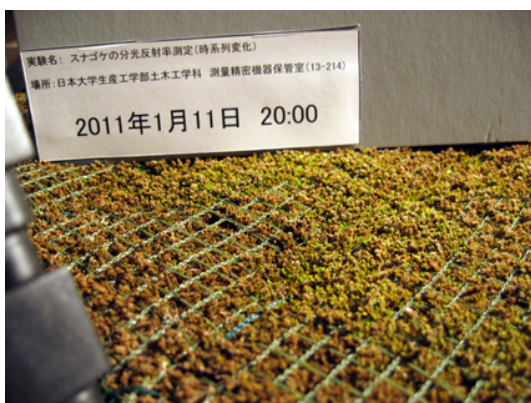


図- 4 灌水 24 時間後の状態

波長に大きな変化が表れているのがわかる。

図-3 は灌水 1 時間後のラコミトリウムの写真であり、図-4 は灌水 24 時間後のラコミトリウムの写真であるが、24 時間後には開いていた茎葉体が上方に丸まっているのがわかる。現に、含水率の測定結果は、灌水 1 時間後に 84.7%であったのに対し、灌水 24 時間後では 8.0%であった。また、測定状況の観察記録から、本実験での条件下では 12 時間を経過したところより茎葉体が閉じはじめ、20 時間を経過したところにはほとんどの茎葉体が閉じていた。

実験結果より、含水率と分光反射特性から、茎葉体の

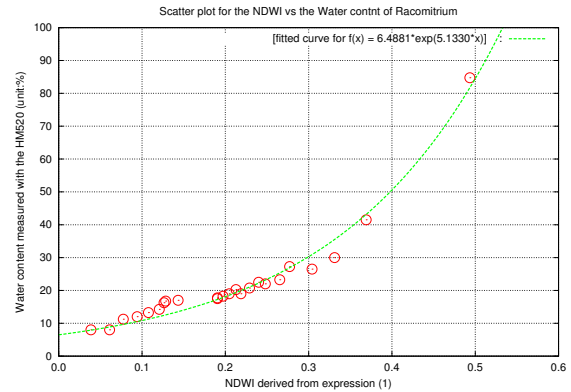


図- 5 NDWI と含水率との関係

状態を推定するモデルが構築できると考えられる。よって、可視青波長帯 450-495nm, 可視緑波長帯 495-570nm, 可視赤波長帯 620-750nm, 近赤外波長帯 760-900nm, 短波長赤外波長帯 1550-1750nm および 2000-2350nm において、含水状態によって差異が大きくなる分光反射率の波長を解析したところ、 ρ_{520} , ρ_{600} , ρ_{670} , ρ_{900} , ρ_{1670} , ρ_{2220} であることがわかった。

Gao(1996) は、近赤外波長と短波長赤外波長帯の分光反射率から、植物の水ストレス状態を推定する「NDWI」という指標を提案している²⁾。本研究では、NDWI にラコミトリウムの含水状態の時系列変化から見出した波長をあてはめ、(1) 式を導出した。

$$NDWI = \frac{\rho_{900} - \rho_{1670}}{\rho_{900} + \rho_{1670}} \quad (1)$$

図-5 は、(1) 式によって算出した NDWI と含水率との関係を示したものであるが、近似曲線を当てはめると、決定係数 (R^2)=0.952 の指数関数モデルを導出することができた。指数関数モデルは、限りなく含水率が 0 に近づくことを表現できるため、推定モデルとしては妥当と考えられる。

5 結言

本研究では、ラコミトリウムの含水率と分光反射特性との関係性について明らかにすることができた。分光反射率を利用する利点は、含水率のみならず葉緑素など他の化学的特性を含んだ情報を瞬時に把握できるところにある。今後は、東鉄工業株式会社蓮田資材センター内に施行されている実験モデルで分光反射率を測定し、複合的な情報を判読できるモデルの構築に取り組む予定である。

参考文献

- 1) 山下 和貴: STOP THE 温暖化! ~” 緑豊かな地球への回帰” に挑む植物工場, 第 20 回日本生物環境工学会植物工場部会シンポジウム, 2010.1.20, pp.1-8.
- 2) Gao, B.C.: NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space, Remote Sensing of Environment, Vol. 58, pp.257-266, 1996.