

分光反射特性によるラコミトリウムの生育状態および含水率の推定

日大生産工	正会員	○朝香智仁	東鉄工業(株)	正会員	岡村直利
東鉄工業(株)	非会員	有山功一	(株)アガック	非会員	笹沼孝之
日大生産工	正会員	工藤勝輝	日大生産工	正会員	青山定敬

1 はじめに

ラコミトリウム(スナゴケ)は、約25,000種類にもおよぶ苔類の中でも乾燥に強く、土壌を必要としないことから、壁面緑化や屋上緑化資材として用いられている。筆者らは、平成22年度より東鉄工業株式会社蓮田資材センター内で、野外環境下におけるラコミトリウムの適切な灌水管理方法に関する知見を収集することを目的に、継続的に調査・実験を実施している¹⁾²⁾。前報²⁾では、ラコミトリウムの生育状態を良好に保つためには、できるだけ灌水状態を持続することが有効であることを、基礎実験および現地調査にて測定した分光反射率によって定量的に示した。しかしながら、野外環境下においては、季節変化により灌水状態を維持していてもラコミトリウムが変色することが継続的なモニタリングにより明らかになり、分光反射特性を利用してラコミトリウムの生育状態を評価するためには、再度、基礎実験により健全な状態と変色した状態のラコミトリウムの分光反射特性を把握することが重要と思われる。

本研究では、基礎実験として、室内環境下において健全な状態のラコミトリウムと変色したラコミトリウムの分光反射率を測定し、両者を評価できるモデルの考案を目的とした。

2 実験方法

健全な状態のラコミトリウムの分光反射率の測定は既往研究¹⁾で実施しているため、本研究では変色したラコミトリウムの分光反射率を測定し、既往の実験結果と本研究の実験結果を合わせて、研究目的を達成することを考えた。既往研究¹⁾で使用したラコミトリウムマットを室内で水分を与えずに保管すると、ラコミトリウムの葉緑素が抜け出し、変色したラコミトリウムマットとなったため、これを実験に使用することにした。

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、分光反射率を測定する器機をASD社製のFieldspec pro(観測波長域:350nm-2500nm)とし、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。

灌水の条件は、分光反射率が測定される範囲内に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。また、散水後は水分を加えずに、自然乾燥させることを条件とした。

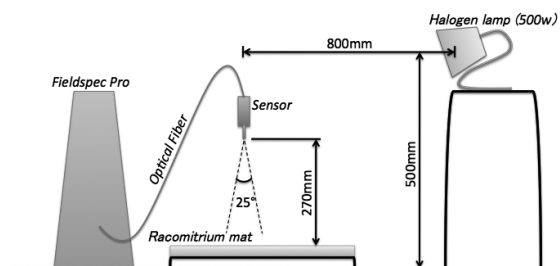


図-1 分光反射率の測定概況



図-2 灌水6時間後のラコミトリウムの近影:(a)2011/1/11, (b)2011/12/22

図-2の(a)は、健全な状態のラコミトリウムの灌水6時間後の近影であり、図-2の(b)は、変色したラコミトリウムの灌水6時間後の近影である。図からわかるように、健全な状態のラコミトリウムは灌水後6時間経過しても茎葉体が開いた状態で緑色を呈しており、変色したラコミトリウムは茎葉体が開いた状態であるが全体的に茶色を呈している。なお、分光反射率の測定は、灌水1時間後、および灌水2時間後以降は2時間間隔で灌水24時間後までとし、分光反射率の測定後にはKett社製の含水率計HM520によって含水率を測定することとした。

3 結果と考察

図-3は、実験開始から1時間後、6時間後、12時間後、18時間後および24時間後の、健全な状態のラコミトリウムと変色したラコミトリウムの分光反射率をグラフ化したものである。図の(a)と(b)を比較すると、ラコミトリウムが変色したことにより、可視光赤波長帯から短波長赤外波長帯にかけて明らかに波形が異なっているのが

キーワード: スナゴケ, ASD Fieldspec Pro, NDVI, 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土木工学科 asaka.tomohito@nihon-u.ac.jp

わかる。ここで、両者の全データを合成して、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 における、標準偏差の大きい波長を分析したところ、 ρ_{450} , ρ_{569} , ρ_{750} , ρ_{898} , ρ_{1568} , ρ_{2232} であることがわかった (ρ : 反射率)。これらの波長は、含水率に対して大きな変化が現れる波長であることから、ラコミトリウムの生育状態を考慮した有効波長帯と考えられる。

図-4 は、有効波長帯を利用した NDWI³⁾ と含水率との関係を示したものである。健全な状態のラコミトリムと変色したラコミトリウムは、それぞれ指数関数モデルの近似曲線が決定係数が 0.9 以上で当てはまるが、両者には大きな乖離があり、ここには葉緑素量の違いが存在すると思われる。したがって、本研究では、NDWI に加えて植生活性度を評価できる NDVI を説明変数とした重回帰モデルならば、ラコミトリウムの生育状態を加味した含水率（目的変数）の推定が可能であると考えた。ただし、NDWI と含水率には、非線形の関係性が認められるため、(1) 式の多項式および (2) 式の指数関数を取り入れた非線形重回帰モデルを考えた。

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_1^2 + eX_2^2 \quad (1)$$

$$Y = a \cdot \exp(bX_1) + c \cdot \exp(dX_2) + e \quad (2)$$

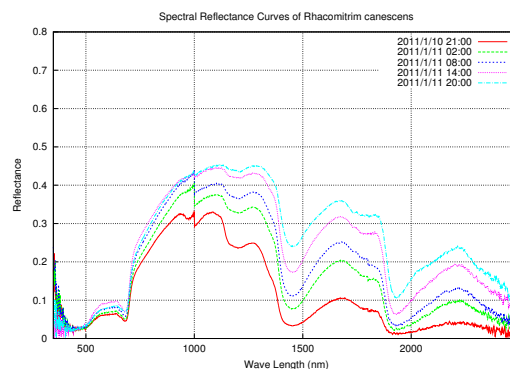
ここで、Y: 含水率, X_1 : NDWI, X_2 : NDVI, a, b, c, d, e : 偏回帰係数である。両モデルの決定係数を比較すると、(1) 式では 0.847, (2) 式では 0.819 であり、(1) 式の方が精度が良好であることがわかった。なお、(1) 式の偏回帰係数は、 $a: 361.582$, $b: -22.366$, $c: -3323.759$, $d: 189.078$, $e: 7838.953$ であり、実測値と予測値の散布図は、図-5 に示すとおりである。

4 おわりに

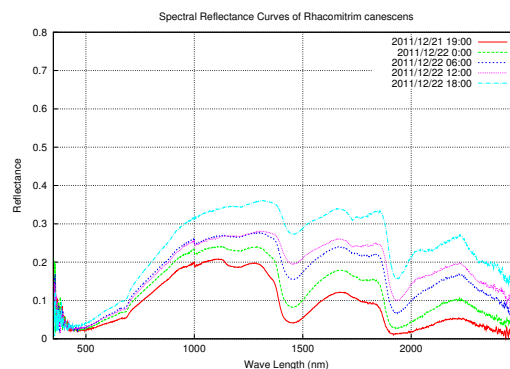
本研究では、基礎実験を通じて、健全な状態のラコミトリウムと変色したラコミトリウムが混合した状態でも含水率を評価できる、非線形重回帰モデルを見出すことができた。今後は、野外環境下において広範囲の生育状態を一度に評価できる手法の考案を予定している。

参考文献

- 1) 朝香智仁, 岡村直利, 川嶋孝明, 工藤勝輝, 岩下圭之: ラコミトリウムの分光反射特性に関する実験的研究, 第 38 回土木学会関東支部技術研究発表会, IV-70, 2011.
- 2) 朝香智仁, 岡村直利, 有山功一, 笹沼孝之, 工藤勝輝, 内田裕貴: 分光放射計による野外環境下におけるラコミトリウムの生育評価, 第 66 回土木学会全国大会年次学術講演会, IV-004, pp.7-8, 2011.
- 3) 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.



(a)



(b)

図- 3 含水率の違いによるラコミトリウムの分光反射率：
(a)2011/1/11, (b)2011/12/22

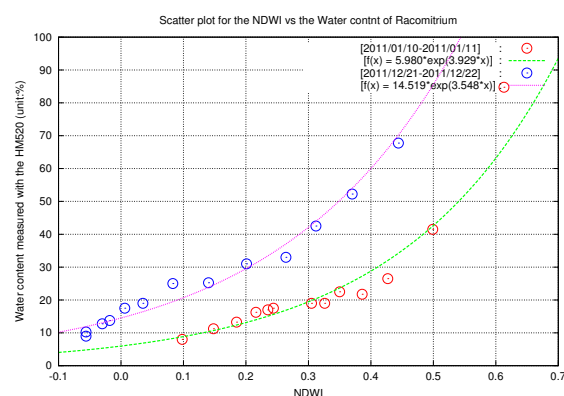


図- 4 NDWI と含水率との関係

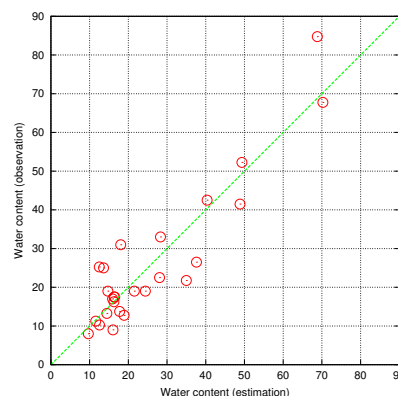


図- 5 非線形重回帰モデルによる含水率の推定