

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

日大生産工 正会員 ○朝香智仁
東鉄工業(株) 非会員 有山功一
日大生産工 正会員 工藤勝輝

東鉄工業(株) 正会員 岡村直利
(株)アガック 非会員 笹沼孝之
日大生産工 学生会員 内田裕貴

1 研究の背景

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、壁面緑化や屋上緑化の緑化資材として用いられている。しかしながら、湿潤状態にあるラコミトリウムは緑色であるが、乾燥状態にあるラコミトリウムは茶色に変色するため、適切な灌水管理によって緑色をキープする技術が求められている。

東鉄工業株式会社では、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屋上緑化を模した実験モデルを施行し、ラコミトリウムの生育状態について継続的なモニタリングを実施している。本研究では、野外環境下におけるラコミトリウムを対象に、灌水状態の違いが与える生育状態の要因について考察することを目的として、現地調査によって測定した分光反射特性から算出した植生指標を介して要因分析を行った。

2 基礎実験

ラコミトリウムは基本的に含水率によって変色するため、本研究を遂行するためにはまず、含水率と分光反射特性について整理する必要がある。そこで、ラコミトリウムの含水状態の変化による分光反射特性を把握するために室内環境下における基礎実験を実施し、含水率を推定するために有効な波長帯を見出すことにした。なお、分光反射率を測定する器機は、Fieldspec pro(観測波長域: 350nm-2500nm)とした。

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。

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、その後は水分を加えずに、自然乾燥させることを条件とした。

実験開始から24時間の間、1時間ごとに分光反射率と含水率の測定を実施し、図-2に示す分光反射率の測定結果を得た。図中の赤色の線は分光反射率の平均値であり、緑色の破線はプラス側の標準偏差、青色の破線はマイナス側の標準偏差を示したものである。

野外環境下においては、分光反射率は大気の影響領域での測定に制限されるため、可視青波長帯450-495nm、可

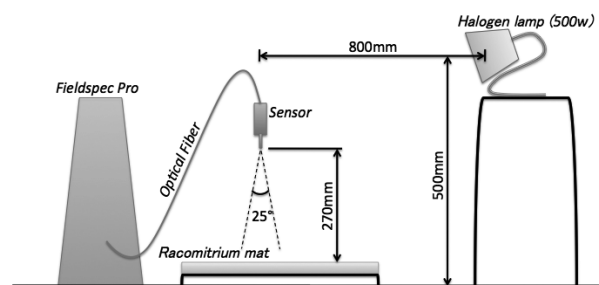


図-1 分光反射率の測定概況

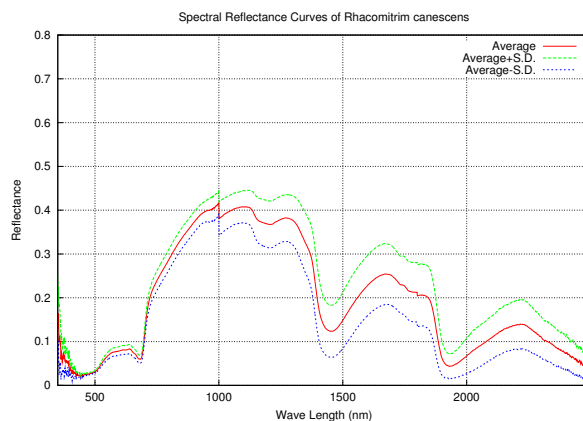


図-2 基礎実験により得られたラコミトリウムの分光反射率

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、標準偏差の大きい波長を有効波長として解析したところ、 ρ_{520} 、 ρ_{600} 、 ρ_{670} 、 ρ_{900} 、 ρ_{1670} 、 ρ_{2220} であることがわかった(ρ :反射率)。

図-3は、有効波長帯を利用したNDVI¹⁾と含水率との関係を示したものである。近似曲線を当てはめると、決定係数(R^2)=0.729の指数関数モデルを導出することができた。なお、NDWI²⁾の指数関数モデルは決定係数(R^2)=0.952とNDVIよりも良好なモデルであったが、現地調査において分光反射率を測定するためには、Fieldspec proよりも重量が1/5程度と携帯性に優れたFieldspec HandHeld(観測波長域:325nm-1075nm、重

キーワード: スナゴケ (*Racomitrium japonicum*)、含水率、NDVI

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@nihon-u.ac.jp

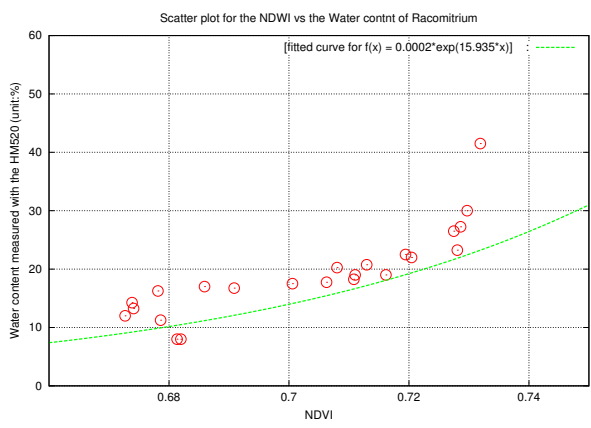


図- 3 基礎実験により得られた NDVI と含水率との関係

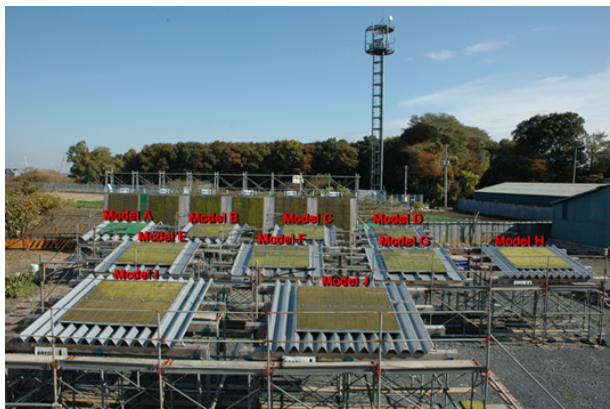


図- 4 基礎実験により得られた NDVI と含水率との関係

量：1.13kg) を使用の方が現地観測を迅速に行えることから、本研究においては NDVI によってラコミトリウムの含水状態を推定することとした。NDVI を利用するもう一つの利点は、多くの既往研究によって NDVI と葉緑素量との高い相関性が認められていることから、含水状態と合わせて葉緑素量に起因する生育状態も同時に推定できるところにある。

3 現地調査

図-4 は、東鉄工業株式会社蓮田資材センター内に施行された実験モデルである。表-1 は、実験モデルごとの特徴を示したものである。実験モデル A については、スナゴケを塗料に混ぜて塗布した鉄板であるため、本研究では対象外とした。なお、散水タイプには「ミスト」、「シャワー」ならびに「ドリップ」があるが、いずれの方法も 1 回の散水量は同量である。ミストおよびシャワーはモデルの上方から散水するタイプ、ドリップはモデルの基盤に斜面勾配を利用して水を染みわたらせるタイプである。現地調査は、2010 年 11 月 20 日、12 月 5 日、12 月 12 日および 12 月 26 日の計 4 回実施し、いずれの日も午前 10:30 から 11:30 までの間に、Fieldspec HH による分光反射率の測定を行った。また、各実験モデルの中央部 12 カ所で測定した分光反射率の平均値を 1 回の測定結果とし、基礎実験で見出した有効波長帯によって算出した NDVI を計算した。

表- 1 実験モデルの特徴（基盤材と灌水条件）				
実験モデル	基盤材	散水タイプ	散水開始時間	散水時間
A	コケコート（鉄板）	なし	-	-
B	断熱材	ミスト	8:00	30 分
C	断熱材	ミスト	8:00,16:00	30 分
D	排水マット	ミスト	8:00	30 分
E	排水マット	ミスト	8:00,12:00,16:00	30 分
F	排水マット	ミスト	8:00	30 分
G	排水マット	ミスト	8:00,16:00	30 分
H	排水マット	シャワー	8:00	5 分
I	排水マット	ドリップ	8:00	30 分
J	断熱材	なし	-	-

4 研究結果と考察

本研究では、NDVI によってラコミトリウムの生育状態を推定できると仮定し、各実験モデルが与える影響について解析するため、数量化 I 類による要因分析を行った。目的変数を NDVI とし、説明変数を「基盤材のタイプ」および「散水タイプによる灌水条件」とした。データ数は 36（現地調査回数：4 × 実験モデル：9）である。

$$NDVI = 0.584 + \begin{bmatrix} 0.000(i) \\ 0.026(ii) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.000(iii) \\ 0.069(iv) \\ 0.058(v) \\ 0.137(vi) \\ 0.159(vii) \\ 0.0724(viii) \end{bmatrix} \quad (1)$$

(1) 式は、最小二乗法により得られた線形重回帰式である。第 2 項は基盤材のタイプを表し、(i) が排水マット、(ii) が断熱材であるが、排水マットを基準にしているため係数が 0 になっている。第 3 項は散水タイプによる灌水条件を表し、(iii) が散水なし、(iv) がミストによる 1 回の散水、(v) がミストによる 2 回の散水、(vi) がミストによる 3 回の散水、(vii) がシャワーによる散水、(viii) がドリップによる 1 回の散水であるが、散水なしを基準にしているため係数が 0 になっている。

回帰式を総合的に判断すると、NDVI に与える影響が大きいのは灌水条件であり、中でもシャワーのように直接ラコミトリウムに散水する方法が最も適していると判定できる。さらに、ミストの散水回数からは、散水回数の多い方が NDVI に与える影響が大きいという結果が得られた。また、基盤材については排水マットよりも断熱材の方が若干、NDVI に与える影響が大きいと判断できる。

本研究によって、できるだけ灌水状態を持続させることがラコミトリウムの生育状態を良好に保つために有効であることがわかった。今後は適切な灌水水量について考察するとともに、費用対効果を含めた管理手法について検討することを予定している。

参考文献

1) Rouse, J. W., R. H. Haas, J. A. Schell, and D. W. Deering : Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS', Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, pp. 309 -317,1973.

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.