

壁面緑化用培地におけるコケ植物の適応性

大岡 久子*¹, 福井 梨紗*²

Adaptability of mosses to an original medium for the greening on wall

Hisako OOKA, Risa FUKUI

Greening on wall is a possible solution to relieve solar reflection and to relax the influence of the global warming. Some mosses with highly drought tolerance are suitable for building greening and actually some of them have been applied as greening plants. In this study, two species of mosses, *Hypnum plumaeforme* and *Rhacomitrium canescens*, were investigated on their adaptability to an original medium for greening on walls. The results showed that binders in the original medium gave an adverse effect on growth of both of the mosses, while plant polysaccharides (agar and sodium alginate) had no obstructive effects on their growth. These plant polysaccharides could be useful as substitutional binders of the present one due to their viscosity.

KEYWORDS : moss, greening on wall, plant polysaccharide

1. 緒言

株式会社河北晃樹園では緑化技術としてグリーンコスモ緑化工法や緑化用培地工法などを用いて緑化工事や植栽工事を行っている¹⁾。このうち緑化用培地工法とは、製紙会社の産業副産物である製紙汚泥をパレット状に炭化したもの(炭)を緑化用培地として用いた工法である¹⁾。この緑化用培地は、通常は廃棄物として排出される製紙汚泥を有効利用すると共に、原料が天然のパルプであるため、環境にも土壌にもやさしい特徴がある¹⁾。また炭は、多孔質で透水性・保水性・通気性・保肥性が優れており、植物の生育に有効であると考えられている¹⁾。これまでに道路の中央分離帯、

庭園、屋上などの様々な場所で緑化用培地を用いた技術が使われているが、いずれも水平面での利用であった。近年、ますます地球温暖化が問題視され、緑化事業においても水平面のみならず壁面などを対象とした需要も増えてきている。

現在の壁面緑化の手法は、登はん型、下垂型、植栽基盤造成型の三つに大きく分けられる²⁾。登はん型、下垂型の壁面緑化には、つる植物の吸着して登る、からまって登る、寄りかかって登る、垂れるなどの生育特性を利用して緑化する方法が一般的である³⁾。しかし、長く伸びたつるは見栄えが良くないだけでなく、予想しない場所へ侵入することもあるため、早めに剪定するなど、維持管理に労力や費用を要する³⁾。一方、植栽基盤造成型では、つる植物に限らず、木本、草本を問わ

*1 物質工学科(Dept. of Materials Chemistry and Bioengineering), E-mail: ooka@oyama-ct.ac.jp

*2 専攻科(Advanced Course of Materials Chemistry and Bioengineering)

ず緑化に用いることができ、意匠性が高く早期緑化が可能であることから最近注目されている^{2), 4)}。

植栽基盤造成型の壁面緑化では、パネル型、ポケット型、マット型、コンテナ型などいろいろなものが開発されている²⁾。いずれもあらかじめ緑化させた植栽基盤を貼り付ける工法（貼り付け工法）であるが、労力やコストが高いことや設置面を選ぶことなどの問題がある。そこで社会で広く実用化されるために、より安価で簡便な壁面緑化工法を開発することが必要である。壁面に緑化材を直接吹き付ける工法（吹き付け工法）は、設置面の形状を選ぶことなく適用できることや、事前にパネルなどを緑化させるスペースや労力を必要としないことから、今後注目される工法の一つであると考えられる。これまでに、道路の橋脚や護岸工事されたコンクリートの壁面に緑化用培地を吹き付けることで、周囲の温度上昇が抑えられることが確認されている（未発表）。しかし、緑化用培地だけでは炭を使用しているため全体的に黒色であり景観がよいという問題がある。そこで本研究では、吹き付け工法に用いられる緑化用培地に植物を生育させることによって、さらなる温暖化対策の向上と景観向上を目標とし、コケ植物の適応性について検討した。

これまでに緑化用培地を吹き付けた板に観葉植物を活着させて壁掛けとして観賞できるようにしたものが商品化されている。しかしこの商品は、植物を活着させるために、吹き付けられた緑化用培地に植物を固定して半年以上水平面で生育させる必要がある。コケ植物は水平面のみならず傾斜のある場所においても生育可能な種類も多く、湿原や樹林の林床や山地などでは一面を覆うように生育している⁵⁾。また、一般に湿った場所に生育していることが多いが、一方では日光を好み岩場に生育している種類があるなど、生活形態は多岐に渡っている⁵⁾。その中には乾燥に強い種類も存在している。またコケ植物は、茎葉体から原糸体を発生させたり、無性芽によっても増殖することが可能であり、増殖が容易である。さらにつる植物のような剪定などの維持管理も必要ないという点からも緑化植物として有効であると考えられる。

そこで、本研究では、乾燥に強いとされる代表的なコケ植物であるハイゴケ（*Hypnum plumaeforme*）とスナゴケ（*Racomitrium canescens*）⁶⁾の2種類を用いて壁面緑化への適応性について検討した。

2. 実験方法

2.1 バインダーの異なる緑化用培地におけるコケ植物の生育への影響

吹き付け工法に使用される緑化用培地には、炭（製紙汚泥をパレット状に炭化したもの）とバインダーを混合したものが使用されている。炭およびバインダーは河北晃樹園より提供されたものを用いた。バインダーは3種類（NリシンベースWベース、インディアートCERA、Nリシンベースブラック。以下、バインダー①、バインダー②、バインダー③とする。）の提供を受け、それぞれのコケ植物の生育への影響を調査した。ハイゴケとスナゴケは洗浄し仮根を除いたものを用いた。

炭とバインダーは40mlずつ混合し、蒸留水24mlを加え、よく攪拌した。バインダーの種類によって、それぞれ緑化用培地①（バインダー①）、緑化用培地②（バインダー②）、緑化用培地③（バインダー③）とした。緑化用培地はそれぞれプラスチックシャーレ（φ90mm）に17gずつ量り取り平らに広げ、ハイゴケ、スナゴケをそれぞれ10片ずつ置床して付着させた。バインダーが固化するまで放置し、固化後霧吹きで給水し、シャーレの蓋は固定も密封もせずに置いた。連続明条件で生育させ、2～3日おきに観察と霧吹きによる給水を行った。3種類のバインダーと2種類のコケ植物を用いて、合計6条件のそれぞれにおいて、3シャーレずつ3反復行った。

2.2 緑化用培地成分がコケ植物の生育に及ぼす影響

2.1と同様の炭とバインダー③を混合せずにそれぞれ培地として用いることで、培地成分がコケ植物の生育に及ぼす影響について調査した。

炭培地として、炭6gをプラスチックシャーレ（φ90mm）に平らに広げ蒸留水を20ml加えたもの、バインダー培地として、バインダー③8gをプラスチックシャーレ（φ90mm）に平らに広げ

蒸留水を20ml加えたものを用いた。炭6gとバインダー8gは、それぞれφ90mmのシャーレに均一に広げられる最低量である。対照として、プラスチックシャーレ(φ90mm)に蒸留水のみを20ml加えたものを用いた。それぞれの培地に、洗浄後仮根を除いたハイゴケ、スナゴケをそれぞれ10片ずつ置床した。給水は行わず、ある程度の乾燥を防ぐためにシャーレの蓋を閉めてサージカルテープで固定した。連続明条件で生育させ、2~3日おきに観察を行った。炭培地、バインダー培地、対照の3種類と2種類のコケ植物を用いて、合計6条件のそれぞれにおいて、3シャーレずつ3反復を行った。

2. 3 植物性多糖類を用いた緑化用培地におけるコケ植物の生育への影響

バインダーの代わりとして粘性のある植物性多糖類を用いることが可能かを検討した。はじめに植物性多糖類がコケ植物に及ぼす影響について調査した。さらに植物性多糖類と炭(緑化用培地で使用されているもの)を混合した培地でのコケ植物の生育への影響について調査した。

植物性多糖類として0.5%、pH5.8に調製した寒天(キシダ化学一級)溶液とアルギン酸ナトリウム(Wako一級)溶液を用いた。対照として蒸留水(pH5.8)を用いた。プラスチックシャーレ(φ90mm)に10mlずつ分注し、洗浄後仮根を除いたハイゴケ、スナゴケを10片ずつ置床した。乾燥を防ぐためにパラフィルムで密封し、連続明条件で生育させ、2~3日おきに観察を行った。寒天溶液、アルギン酸ナトリウム溶液、対照の3種類と2種類のコケ植物を用いて、合計6条件のそれぞれにおいて、3シャーレずつ3反復を行った。

次に、植物性多糖類に炭を混合した培地を用いて実験を行った。寒天炭培地として、寒天溶液8gと炭6gを混合したもの、アルギン酸ナトリウム炭培地として、アルギン酸ナトリウム溶液8gと炭6gを混合したものを用いた。シャーレの蓋は固定も密封もせずにした。連続明条件で生育させ、2~3日おきに観察を行った。培養開始から2週間後から霧吹きによる給水を2~3日おきに行った。2種類の培地と2種類のコケ植物を用いて、合計4条件のそれぞれにおいて、3シャーレずつ3反復を行った。

3. 実験結果と考察

3. 1 バインダーの異なる緑化用培地におけるコケ植物の生育への影響

これまでの緑化用培地に植物を活着させた例では、緑化用培地が完全に固化した後に植物を置いて時間をかけて根を這わせていた。しかし様々な場面で壁面緑化工法として使用するためには、吹き付けと同時に植物も活着させることが要求される。そこで、緑化用培地が固化する前にコケ植物を付着させて生育への影響を調査した。

バインダーの異なる3種類の緑化用培地を用いて実験を行ったハイゴケの結果を図1に示した。置床5日後、緑化用培地②で培養を行ったハイゴケは、茶色に変色し枯死してしまった様子がみられた。緑化用培地①と③においても、緑色が薄くなり黄色に変色してしまった。その後約一ヶ月間観察を続けたが、新しい芽は見られず、枯死してしまったと考えられた。スナゴケの結果もハイゴケと同様であり、緑化用培地②では5日後に茶色に変色し、緑化用培地①と③では黄色に変色し、その後いずれも新しい芽は見られなかった。

以上の結果から、従来の緑化用培地では固化する以前にコケ植物を付着させた場合には、コケ植物は生育できないということが明らかとなった。コケ植物は、他の植物よりも小さいためストレスを受けやすいということが考えられる。本実験では、培地の固化前にコケ植物を置床したため、茎葉体に培地が接触したことが、物理的ストレスとなりコケ植物の生育に悪影響を与えたのではないかと考えられる。さらに緑化用培地成分がコケ植物に生理的ストレスを与えたことも考えられる。置床後のコケ植物の様子を観察すると、緑化用培地に触れていない部分も枯死していた。このことから、緑化用培地成分がコケ植物に浸透し、その生育に悪影響を及ぼしていることが考えられた。

3. 2 緑化用培地成分がコケ植物の生育に及ぼす影響

3.1の結果より、緑化用培地に含まれる成分がコケ植物の生育に悪影響を与えていることが考えられたため、緑化用培地を炭とバインダーに分けてコケ植物の生育に及ぼす影響について調査した。ハイゴケの結果を図2に示した。

対照である水のみで生育させたものと、炭培地で生育させたものでは、約2週間で新しい芽が出てきていることが観察された。バインダー培地のコケ植物は、黄色に変色し、その後約1ヶ月以上観察を続けたが新しい芽は確認できなかった。またスナゴケでも同様の結果が得られた。このことから、緑化用培地に使用されているバインダーがコケ植物の生育に悪影響を与えているということが明らかとなった。

3. 3 植物性多糖類を用いた緑化用培地におけるコケ植物の生育への影響

これまでの実験において、コケ植物の良好な生育が見られなかったのは、バインダーが原因であると考えられることから、従来のバインダーの代替として粘性のある植物性多糖類を用いて検討した。

はじめに植物性多糖類がコケ植物の生育に与える影響について調査した。寒天溶液、アルギン酸ナトリウム溶液、対照の水のみで生育させたハイゴケの結果を図3に示した。寒天溶液と対照では、約2週間後には新しい芽が観察され始めたが、アルギン酸ナトリウム溶液で生育させたハイゴケは、茶色に変色し、その後観察を続けても新しい芽は観察されなかった。スナゴケでも同様の結果が得られた。寒天は、植物や微生物などの無菌培養の際に、固形培地の固化材としてもよく使用されていることから、植物に無害で利用しやすいと考えられる。

次に、植物性多糖類と炭を混合した寒天炭培地とアルギン酸ナトリウム炭培地を用いてコケ植物の生育への影響を調査した。ハイゴケの結果を図4に示した。

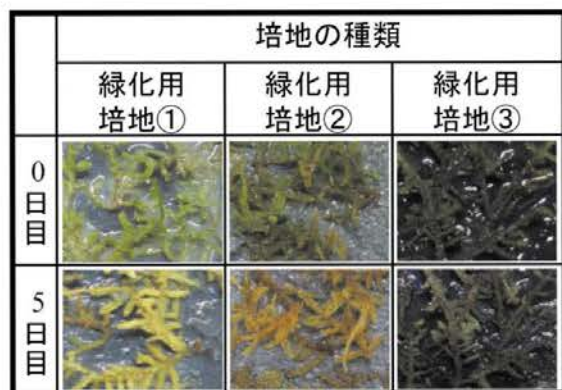


図1 3種類のバインダーの違いがハイゴケの生育に及ぼす影響

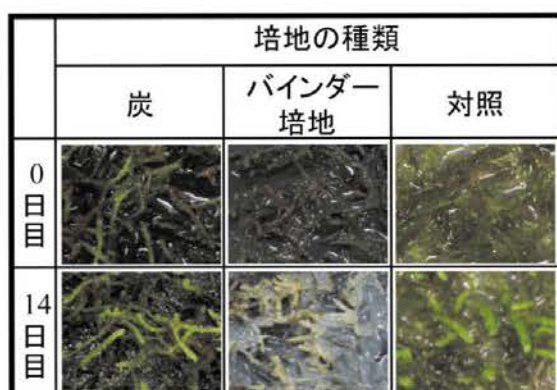


図2 緑化用培地成分がハイゴケの生育に及ぼす影響



図3 植物性多糖類がハイゴケの生育に及ぼす影響

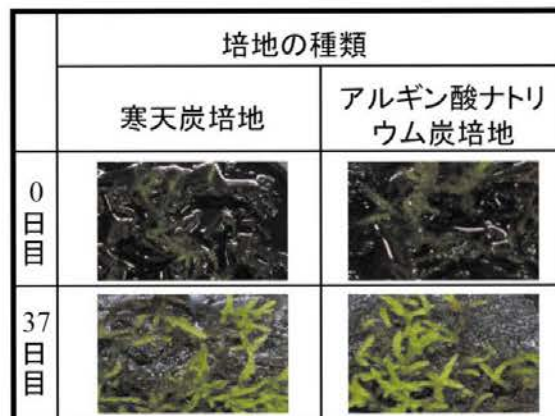


図4 植物性多糖類+炭がハイゴケの生育に及ぼす影響

約2週間後には、寒天培地とアルギン酸ナトリウム培地の両方で新しい芽が観察され、その後も良好な生育が見られた(図4)。またスナゴケでも同様の結果が得られた。

先のアルギン酸ナトリウム溶液を用いた実験では、コケ植物の良好な生育が見られなかったが、

炭を加えたアルギン酸ナトリウム炭培地では、新しい芽が確認され順調に生育している様子が確認された。このことから、アルギン酸ナトリウム自体がコケ植物の成長を阻害するのではなく、不純物として成長阻害物質が含まれていることが示唆された。これは、多孔質である炭が加わることによって、成長阻害物質が吸着され、アルギン酸ナトリウム溶液においても良好な成長が見られるようになったのではないかと考えられる。

以上の結果より、バインダーの代替として植物性多糖類を緑化用培地に利用することによってコケ植物を壁面緑化に適応できると考えられる。しかし、植物性多糖類は水に可溶であるため耐水性に問題があり、屋外でそのまま使用することはできない。アルギン酸ナトリウムは、カルシウムなどの二価の陽イオン存在下でイオン架橋によりゲル化し、不溶化することができるため、寒天よりも実用化しやすいと考えられる。またアルギン酸ナトリウム溶液を均一に拡げて乾燥させると、強度を持ったシート状にすることもでき、今後様々な場面で利用できると考えられる。一方で屋外での使用では、雨水による二価イオンの溶脱により、再度可溶化することも考えられる。

実際に壁面緑化工法として実用化するためには、耐久性、強度などにも考慮し、今後さらなる研究が必要である。

4. まとめ

これまでの吹き付け工法に用いられていた3種類のバインダーはいずれもコケ植物の生育へ悪影響を及ぼすことが明らかとなった。本研究によって、従来のバインダーの代替として植物性多糖類を使用することができる可能性が示唆された。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、壁面緑化に関する情報や実験材料を提供してくださった共同研究者である株式会社河北晃樹園代表取締役の河北永之氏に感謝の意を表します。また多くのご助言を賜りました久留米工業高等専門学校生物応用化学科教授の中嶋裕之先生、長岡技術科学大学生物系准教授の高原美規先生に心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 株式会社河北晃樹園ホームページ,
<http://www.kawakita-net.com/>
- 2) 豊田幸夫：建築の緑化技術，空気調和・衛生工学，84(3)，p33-39 (2010)
- 3) 藤田茂：建築物緑化の維持管理，空気調和・衛生工学，84(3)，p49-55 (2010)
- 4) 近藤三雄：建築空間域の緑化と植物のあり方，空気調和・衛生工学，84(3)，p25-32 (2010)
- 5) 岩月善之助編：日本の野生植物・コケ，平凡社 (2003)
- 6) 井上浩：フィールド図鑑コケ，東海大学出版会 (2002)

【受理年月日 2010年9月29日】

