

宇宙農業を想定した土壌に代わる人工培地の検討 Assessment of artificial growing media alternative to the soil for space agriculture

○星野早紀*, 佐藤直人**, 丸尾裕一***, 人見晋貴*, 前原理紗****, 登尾浩助**

Saki HOSHINO*, Naoto SATO*, Yuichi MARUO**, Shinki HITOMI**, Risa MAEBARA***, Kosuke NOBORIO*

1. 背景・目的

近年、宇宙開発が活発化しており、2020年代後半を目標に長期月面有人探査ミッション、2030年以降を目標に長期火星有人探査ミッションが計画されている (ISECG, 2020)。長期有人探査では全ての物資を地球から輸送することは技術面・経済面から見て非現実的であるため、探査船内あるいは探査基地内において植物生産を行う宇宙農業システムの構築が必要である (北宅, 2016)。探査船や探査基地内で使用できる栽培培地は、ウイルスを含まないこと(科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 宇宙開発利用部会, 2015)や、安定した間隙を持つこと (Jones et al., 2005)といった条件を満たす必要があり、資源の限られた宇宙で地球や月・火星の土壌を改良して用いることは困難である (和田, 2007)。そこで、土壌に代わる人工培地を選択する必要がある (Jones et al., 2005)。本研究では、探査船や探査基地内などの閉鎖環境における宇宙農業に適した培地の選定を行った。

2. 実験方法

1回目の培地スクリーニング実験は明治大学黒川農場の温室で2022年2月6日から同年3月13日まで36日間行った。消毒した育苗トレイ (28×58×3 cm) に遮根シート (ラブマット育苗箱中敷き用 20701FLV, ユニチカ株式会社)を敷き、その上に厚さ3.0 cmの5種類の培地、ポリエステル固化培土 (エクセルソイル・キューブ, みのる産業株式会社)、キャピラリーマット (ラブマット U LN250 GRO, ユニチカ株式会社)、セルローススポンジ (セルロース水切りマット, 日本インソール工業)、ロックウールブロック (やさいはなポット, 日本ロックウール)、粒状ロックウール (粒状綿 R110, 太平洋マテリアル)を充填した。また、対照区には芝の目土(天然芝の目土, 刀川平和農園)を充填した。培地を水道水で飽和させた後、コスレタスの種子 (*Lactuca sativa* var. *longifolia*, 824R, タキイ種苗株式会社)を、培地の中心から45°の放射状に2.5 cm間隔で合計33か所に2粒ずつ表層に播種した。各培地の中央に1時間おきに24 mL点滴灌漑を行った。播種後6日目までは水道水を与え、7~8割の個体が発芽した7日目以降は液肥に切り替えた。7日毎に各培地の発芽個体数、子葉展開個体数、根焼個体数、枯死個体数を調査した。

2回目の培地スクリーニング実験は、明治大学黒川農場の温室で2022年3月20日から同年4月10日まで22日間行った。1回目の試験で生育が良好だったセルローススポンジと粒状ロックウールについて培地厚さと播種深度、灌水方法を変更して実験した。消毒した育苗トレイ (28×58×3 cm) に培地流出防止用遮根シート (ラブマット 育苗箱中敷き用, 28×58 cm, UNITIKA)を敷き、その上に培地を充填した。1種類の培地に対し、培地の厚さ(1.5 cm, 3.0 cm)と播種深度(表層, 1 cm)を組み合わせた4条件を設定した。培地の中心線上に、ドリッパー間隔が10 cmになるように点滴

*明治大学大学院農学研究科, Graduate School of Agriculture, Meiji University

**明治大学農学部, School of Agriculture, Meiji University

***明治大学研究・知財戦略機構, Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University

****株式会社 Digital Blast, Digital Blast, Inc.

キーワード: 土壌環境と植物根系, 宇宙農業, 人工培地

灌漑用チューブ(Streamline X, NETAFIM)を設置した。培地を水道水で飽和させた後、コスレタスの種子を 2.5 cm 間隔の格子状に 2 粒ずつ合計 102 箇所播種した。実験開始から 6 日目までは水道水を与え、7~8 割の個体が発芽した 7 日目以降は液肥に切り替えた。調査項目は 1 回目のスクリーニング実験と同様に、発芽個体数、子葉展開個体数、根焼個体数、枯死個体数とし、得られたデータから発芽率、子葉展開率、根焼率、枯死率を求め、培地の厚さと播種深度による生育状況の違いを評価した。

3. 実験結果・考察

1 回目のスクリーニング実験最終日(3 月 13 日,播種後経過日数 35 日)における生育調査結果を Fig. 1 に示した。セルローススポンジの発芽率が芝の目土より高かった。また、粒状ロックウールの発芽率・子葉展開率が芝の目土よりも高かった。ポリエステル固化培土、キャピラリーマット、セルローススポンジ、ロックウールブロックの 4 種類の培地では、粒状ロックウールと比較して子葉展開率が低かった。その原因として、これらの 4 種類の培地の表面が硬く発芽後に根が培地に活着できなかつたため、生育が進まない個体が多かったことが原因であると考えられる。一方で粒状ロックウールは他 4 種類の培地と比較して十分な間隙を持つため根が培地に侵入しやすく、コスレタスの栽培に適していたと考えられる。したがって宇宙農業に用いる栽培培地の条件として、根の侵入に十分な間隙構造を持つ必要がある。

2 回目のスクリーニング実験最終日(4 月 10 日,播種後経過日数 21 日)における生育調査結果を Fig. 2 に示した。セルローススポンジよりも粒状ロックウールの方が発芽率・子葉展開率が高かった。また、根焼率・枯死率はセルローススポンジより粒状ロックウールの方が低かった。今回の生育調査結果から、5 種類の培地の中でコスレタスの栽培に最も適しているのは粒状ロックウールであることが明らかになった。また、セルローススポンジでは、厚さ 3.0cm の培地表層に播種すると生育が良くなったが、粒状ロックウールでは、培地厚さと播種深度は生育に大きな影響を及ぼさないことが分かった。

4. 引用文献

[1]ISECG. 2018. 国際宇宙探査ロードマップ第3版[2]北宅善昭. 2016. 宇宙開発と農学の接点-閉鎖生態系生命維持システムの構築. 学術の動向. 21 巻 2 号: pp. 87-91.[3]科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 宇宙開発利用部会. 2015. 国際宇宙ステーション(ISS)に提供する ISS 構成要素及び搭載物の安全性確認について(CALET 調査審議結果). [4]S.B. Jones, R. Heinse, G.E. Bingham, and D. Or. 2005. Modeling and design of optimal growth media from plant-based gas and liquid fluxes. SAE Technical Paper. No. 2005-01-2949. [5]和田秀徳. 2007. 地球の農業と火星の農業. Biological Sciences in Space, Vol. 21 No. 4: pp. 135-141.

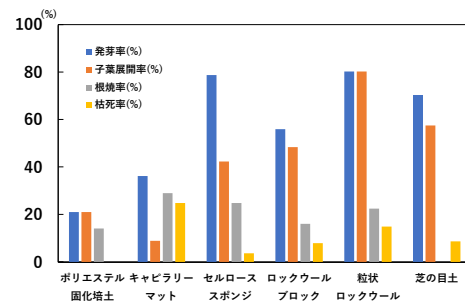


Fig. 1 1回目スクリーニング試験 最終日における生育調査結果

Growth survey results on the last day of the first cultivation test

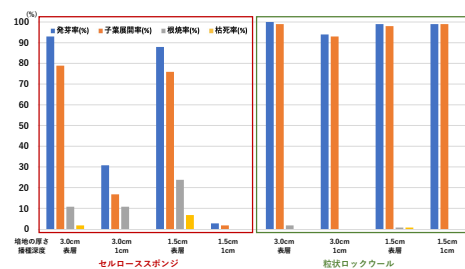


Fig. 2 2回目スクリーニング試験 最終日における生育調査結果

Growth survey results on the last day of the second cultivation test