

# 宇宙環境における樹木利用 - 必要な素材の現地生産

富田 - 横谷香織 (筑波大) \*, 木村駿太 (筑波大), 鈴木利貞 (香川大), 片山健至 (香川大)

## Utilization of wood for habitation on extraterrestrial environment - Local production of necessary materials

Kaori Tomita-Yokotani\*, Shunta Kimura, Toshisada Suzuki, Takeshi Katayama

\*University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8572

E-Mail: yokotani.kaori.fn@u.tsukuba.ac.jp

Abstract: In the study of space agriculture in closed ecosystems, there are three main elements; microorganisms, plants and trees. Trees have several special properties which can be utilized in our environment as food or material. We have been studying about research on woody plants grown under extraterrestrial environments, like on Mars. There are several valid ways to utilize woody plants. The cell wall components of woody plants, cellulose, lignin and hemicellulose also can be used for several way. There are possibilities that the bark of tree can be used as vacuum seal and charcoal for the purification of various liquids. In this time, we will show the way of the structure of a part of lignin sulfonate. Local production of all necessary materials will be important for habitation on Mars.

Key words; Martian regolith, Lignin sulfonate, Space Agriculture

### 1. はじめに

長期宇宙環境居住のために、必要な素材を圏外の場で生産することは、今後重要な課題である。現地生産に適した生物種の選抜や、選抜された生物種の徹底した地上実験の準備は、宇宙環境という地上で得られない場における生長生理や物質循環を考える上で極めて重要な情報となり得る。我々は、これまでに将来の長期宇宙居住に導入する生物として、長期に炭素種を蓄える機能のほか、食糧や構造物にも多様に応用利用が期待できる樹木の利用を提案してきた。樹木は、宇宙農業を行うために重要な、微生物および草本に加えた3要素の一つでもある<sup>1)</sup>。

微生物でも特に光合成および窒素固定を行い、水を大量に要求することのない陸棲藍藻は、無機的な火星表面のレゴリスを土壌化するために、初期導入生物として期待できる。勿論、火星環境への初期導入生物は、隔離されたドーム内であることが求められることを想定している(Fig.1)<sup>2)</sup>。土壌が隔離された環境内で用意されることで、草本類や作物の生産ができる支持体を得ることができる。しかし、炭素の長期固定に焦点を当てた場合、草本や作物の炭素循環は約1年、あるいは我々が食して消費するならばより早く時間内に分解され、長期に炭素種を固定することに適当ではない。火星の大気中の二酸化炭素濃度は95%以上と、極めて高いことから、長期間炭素種を固定する樹木は、重要な役目を果たすと考えられる。

樹木の特徴は、木部の横方向への肥大である。横方向に肥大するために、建物で例えていうならば、鉄筋がセルロースで、ヘミセルロースはこれらの束を繋ぎ、リグニンがコンクリートの役目をしている。それらの化学構造中に、実に豊富な炭素種Cが使われている。また、樹木の樹齢は、例えばFig. 2の写真の神代桜がおおよそ1500年と言われているように実に長いことが良く知られている。しかし、樹木は質量の大きさや寿命は長が、その成長の遅さが、人間が研究に用いる材料として困難を伴う。我々は、宇宙等の過酷環境における樹木の成長生理に関する研究を継続しているが、現時点で行う将来樹木を利用するためのより優先する準備研究は、むしろ宇宙環境で用いる様々な構造物の材料としての樹木利用であると考えた。特にその粘性から接着材としての利用が期待できる、リグニンに注目した。

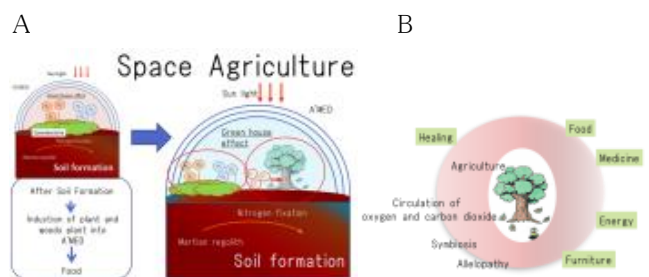


Fig.1-A: Overall flow and each event for the preparation of space agriculture in A'MED (Arai' Mars Ecosystem DOME, 2008) B: Several valid way to utilize woody plant (Tomita-Yokotani et al.)



Fig.2 Jindai-Zakura

## 2. 2種の火星模擬レゴリスとリグニンスルホン酸塩を用いた構造物作成の可能性

樹木利用の一つとして、炭を用いたエネルギーを得ようとするとき、炭を用意するための窯が必要となる。また火星の長期居住に必要な道具や、居住のための構造物が必要になる。そこで、木質と、火星にもともと存在するレゴリスおよび水を用いて構造物の作成の可能性を考えた。ここで、我々は火星で十分な水が存在し、利用できることを想定している。予備実験として、2種の火星模擬レゴリスと、リグニンスルホン酸塩のバニレックスを今回用い、これらを混ぜて、硬さを検証することで、加工可能かどうかを検討した。我々がこれまで生物の生育研究に用いているNASAと筑波大作成のそれぞれ2種類のレゴリスを用いた。

レゴリスと木粉だけで固めても、乾くとボロボロと崩れた。ここにバニレックスを加えた場合、筑波で作成したレゴリスの場合、NASAレゴリスを用いた場合に、木粉と同様に後に崩れたのに対して、硬く固まった。NASA作成レゴリスとTSUKUBA作成レゴリスの違いは、火山岩の違いで、筑波レゴリスは、岩石の結晶構造を考慮して三宅島の火山岩を用いて作成された。ハワイの火山岩を用いているNASAレゴリスよりも実際の火星レゴリスにより近いのではないかと考えているが、今後、分量やそのレゴリスの組成をより検証する必要があると考えた。また、リグニンはその製法の違いで、性質が異なることから、レゴリスと水と混合する際に、構造物を用意することを目的とした場合の、より最適な条件を整える必要があると考える。

一方、樹木の木粉は、既に完成された高圧圧縮により実に硬い構造物を製造することができる。もしも、地球から火星までの船内で用いる素材を、木質で用意したならば、現地で別の用途用に加工できる可能性も考える。これは、持ち込む資材の量を減らすことにも貢献できる。初期火星導入時に、樹木を原料とした構造物を火星に運搬した後に、レゴリスと共に、現場で居住に適した形に変えていく技術などを準備することもできる。

## 3. まとめ

樹木は水精製のための炭の材料ともなり、脱臭にも使用できる。炭の粉は食品として使われることもある。樹木は他家受粉により実をつける上、成長した樹木個体の枝は個々に枝性を持つことから、使用目的に適した最適な樹木個体を得た場合には、取り木や接ぎ木、挿し木によるクローンを用意する必要がある。原料のロットによる違いも考慮する必要があることを鑑みると、原料から慎重に使用目的に適した個体を選び出すことは、今後の課題のひとつとなる。

## 参考文献

- 1) Yamashita, M., Ishikawa, Y., Nagatomo, M., Oshima, T., Wada, H., Space Agriculture Task Force “Space agriculture for manned space exploration on mars”, *J. Space Tech. Sci.*, 21-2, 1-10, 2005
- 2) Arai, M., Tomita-Yokotani, K., Sato, S., Hashimoto, H., Ohmori, M., Yamashita, M., “Growth of terrestrial cyanobacterium, *Nostoc* sp., on martian regolith simulant and its vacuum tolerance”, *Biol.Sci. Space*, **22**, 8-17, 2008
- 3) Tomita-Yokotani, K., Chida, Y., Motohashi, K., Sato, S., Baba, K., Katoh, H., Suzuki, T., Katayama, T, Fujii, Y., Tree working group (CosmoBon) Importance of Election of Species for Utilization of Tree in the Space Environment *Proc. 44th Int. Conf. Environ. Syst.*, 727-732, 2014.