

宇宙環境における樹木研究

富田 - 横谷香織, 阿部友亮, 木村駿太 (筑波大), 加藤浩 (三重大), 馬場啓一 (京大),
鈴木利貞 (香川大), 片山健至 (香川大), 樹木 RT;CosmoBon

Tree Research in Space Environment

Kaori Tomita-Yokotani, Yusuke Abe, Shunta Kimura, Hiroshi Katoh, Kei'ichi Baba, Toshisada Suzuki, Takeshi Katayama, Tree RT*

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

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

Abstract: We have been studying the tree research for using tree materials in space environment. There are various utilization of tree on the Earth. Tree has been having a lot of abilities as material for several tool in the condition of closed bio-ecosystem. Japanese flowering cherry tree, *Prunus* sp., has been studied as one of the woody plants in our space research. We are doing the experiments for showing the real useful usage in closed bio-ecosystems using a small bonsai, CosmoBon, that is easy to do several physiological experiments after the selection of strain of tree.

Key words: Closed bio-ecosystem, CosmoBon, Space experiment, Tree utilization

1. はじめに

樹木は、閉鎖型生態系となる有人宇宙活動の生活の場で、草本と同様に光合成による酸素や二酸化炭素の循環に貢献が可能な生物である。樹木の特徴は、草本と比較してはるかに多量の炭素源を長期に木部に取り込むことができることや、材を生活の道具として利用することができることおよび加工することで更に利用価値の高い道具や細工用具などとして利用できることなどがあげられる。樹木の利用価値を改めて考えると、木の国日本が、宇宙環境利用に関わる研究開発として、新たな研究分野の創生を具体的に発信し提示することができる要素を、樹木研究は数多く含むと考えられる。

我々は、これまでに、Babaら(1995)や Nakamuraら(2002)の植物生理学を基盤とする樹木生理の観点から、重力と樹木の形態形成に注目し、樹木の形態形成が重力と深く関わることを示してきた。どのような樹木形態株が、低重力あるいは無重力の場で利用価値があるかについて検討し、重力に応答することで姿勢を調整するような組織を形成しない重力応答機能の低いしだれ株が適している可能性を組織観察や非破壊音響振動法による分析と併せた物質分析により、ひとつの結果として導いてきた。樹木内部の構築成分の分布が均一であることや外部物理的環境応答が低いことおよび生産する物質群の詳細な情報は、宇宙船や有人宇宙活動で利用される限られた閉鎖的な狭小の場で、限られた物質が生物を介して循環することを考えると、できる限りその生産成分や器官内の成分分布が良く調査されており、環境に作用されにくい生物種が扱われることが、その後の工学的な細工をも考えると、閉鎖内の物質収支の誤差値が低くなると期待できると考えられる。

2. 地球上の各種問題解決への還元

宇宙環境で樹木をどのように利用すると考えると、実に遠い将来として、火星における閉鎖生態系内の作物生産に高く期待できる。火星に土壌はないことから、初期導入として候補とされるラン藻のような窒素固定可能でさらに光合成機能を備える生物が必要となることは違いない。その後の長期における炭素と二酸化炭素の循環や食糧への利用などに樹木は利用価値は高い。一方で、これらの構想の全ては、現在の地球上の問題点を解決する基盤研究ともなり得る。

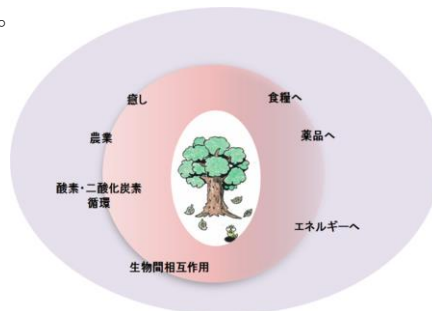
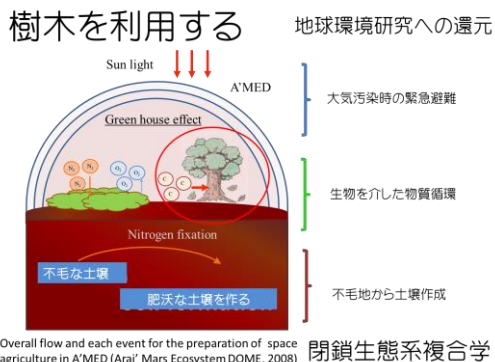


Fig.1 樹木が利用できる要素



Overall flow and each event for the preparation of space agriculture in A'MED (Arai' Mars Ecosystem DOME, 2008) 閉鎖生態系複合学

Fig.2 宇宙を利用するための樹木研究の地球環境研究への具体的還元

3. 宇宙環境に適した樹木株の作出に関する研究 (2014年度のRT活動)

2014年度のRT活動ととして、これまでの研究の継続として以下①から④を行った。

①我々は、宇宙環境に適した樹木株の作出のために、宇宙環境利用に関わる樹木研究のためのモデル樹木としてマメザクラ(*Prunus incisa*)を提案しこれを材料として研究を行っている。②低圧環境下(20kPa)におけるマメザクラ挿木の実験で、挿木40日で新葉の展開が観察されたが発根までに至らなかった。常圧環境は40日で発根が観察されたことから、低圧環境で発根が難しいか常圧と同様に発根が可能な株を選び出す必要がある。③樹皮の真空シールとしての貢献の可能性について樹皮が緊急時の真空シール材として利用できる可能性を検討した。加工することで何らかの利用が可能である可能性が残された。④微量で樹木材成分の分布分析を行う手法を検討した。

また、宇宙環境における高い耐性を有する株の探索のために、マメザクラ種子を多量に採取し、50株を超える実生株を量産した。高い宇宙環境耐性とその他樹木の機能性を十分に備える株を選別し選び出す。その過程で、しだれ性に関わる遺伝子探索も、地上研究に還元できる要素として行う予定である。



Fig.3 マメザクラの春化処理の様子と実生苗

4. 宇宙環境利用に特化した樹木研究

水の浄化や消臭などに活性炭が利用されることは既によく知られている。活性炭の原料は炭素質の物質で、木材チップや木炭などが利用される。これらの事実は、宇宙環境の場で、樹木が大いに貢献できる可能性を備えていることがわかる。我々が、今年度用意した多量の実生株から多量の宇宙実験のための極小盆栽(CosmoBon)を作出し、宇宙利用研究に特化した樹木研究がなされることで、宇宙で樹木が実際に利用できるための検証実験を、宇宙で行うことができると考え、準備を引き続き行っている。総合的な研究として必要な領域も加える予定である。

Table 1 宇宙利用研究に特化した樹木研究

物理・化学	工作物材料としての樹木利用のための基礎分析—材料素材の均一性の向上	既存メンバー
工学	酸素と二酸化炭素の生物を介した循環量炭素質の応用利用	
生物学	宇宙環境要因に適した最適株の探索 宇宙環境要因に対する高い耐性株の遺伝子解析による選別 長期運搬・保存のための技術 有人宇宙活動の場における有用株の増産(挿木・芽培養など)	既存メンバー 新規メンバー(予定)
その他	環境心理学的見地から評価する樹木	(希望・予定)

参考文献

- Arai *et al.*: Cyanobacteria for Space Agriculture on Mars, *Biol. Sci. in space*, 23(4), pp.203-210, 2009.
- Baba, K., Adachi, K., Take, T., Yokoyama, T., Itoh, T., Nakamura, T. (1995), Induction of tension wood in GA₃-treated branches of the weeping type of Japanese cherry, *Prunus spachiana*. *Plant Cell Physiol* 36:983-988.
- Chida, Y., Motohashi, K., Sato, S., Fujii, Y. and Tomita-Yokotani, K. The contribution of allelopathy study to the closed bio-ecosystem study - From the different allelopathic activities among over forty Japanese cherry trees lines, *Prunus sp.* (2014) *Eco-Engineering*, in preparation for publication.
- Funada, R., Miura, T., Shimizu, Y., Kinase, T., Nkaba, S., Kubo, T., Sano, Y. (2008) Gibberellin-induced formation of tension wood in angiosperm trees, *Planta*, 227, 1409-1414.
- Kato, S., Matsumoto, A., *et al.*, Origin of Japanese flowering cherry (*Prunus* subgenus *Cerawuw*) cultivars revealed using nuclear SSR markers., *The Genetics & Genomes*, 10.1007/s11295-014-0697-1.
- Kokubo, R., Sakurai N. (2010) Abstract of 60th Annual Meeting of the Japan Wood Research
- Motohashi, K., Tomita-Yokotani, K., Sato, S., Baba, K., Suzuki, T., Sakurai, N., Hashimoto, H., Yamashita, M. and Tree RT (CosmoBon) (2012) The differences between upright and weeping of *Prunus sp.* on the acoustic vibration analysis, *Biol.Sci. Space* 2, 93-97.
- Nakamura T., Negishi Y., Sugano M., Funada R. and Yamada M. (2002) Gravisensing Mechanism in Japanese Flowering Cherry. *Space Utiliz. Res.* 18, 184-185.
- Nakatsubo, F. ed *Jumoku no Kao* (2002) Kaiseisha press, Printed in Japan
- Tomita-Yokotani, K., Motohashi, K., Baba, K., Furukawa, J., Sato, S., Suzuki, T., Hasegawa, Y., Hashimoto, H., Yamashita, M., Tree working group. (2010) The investigation of space environmental tolerance in tree for space utilization. *Space Utiliz Res.*, 26, 166-167.
- 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.