

樹木の宇宙環境耐性実験の検討

富田-横谷 香織, 本橋 恭兵(筑波大), 馬場 啓一(京大), 古川 純, 佐藤 誠吾(筑波大), 長谷川 洋一(JAMSS), 橋本 博文, 山下 雅道, 樹木WG(JAXA)

The investigation of space environmental tolerance in tree for space utilization

Kaori Tomita-Yokotani, Kyohei Mtohashi, Kei'ichi Baba, Jun Furukawa, Seigo SatoToshisada, Yoichi Hasegawa, Hirofumi Hashimoto, Masamichi Yamashita, Tree working group

*Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan kaboka@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

Abstract: Our main object of this report is the proposal of utilization of tree in space environment. We would need woody plants in space for several uses when we live in the space environment. In this year, we report the further simple method for space experiments using by dormant tree, CosmoTree, from CosmoBon.

<宇宙環境における樹木利用>

宇宙利用における樹木研究について、研究班ワーキンググループとして、継続して研究を行っている。本年度も昨年と同様に、1つの国際会議と3つの国内学会に参加・発表した。我々樹木ワーキング・グループ(樹木WG)は、具体的に**宇宙で樹木を利用する(できる)**ことを目的に研究を行っている。本年度は、具体的な宇宙実験を想定した実験方法等について、実験材料と注目点の再検討を含めた総合的な検討を行った。これまで、宇宙実験のはじめの材料として、宇宙実験用極小盆栽“CosmoBon”を想定して地上実験を行ってきた。今回は、具体的に宇宙実験のために必要と考えられる地上における各種宇宙環境耐性実験を準備する過程で、具体的な実験計画の検討を行った。注目点は、これまでと同様に、樹形の形態形成とそれに関与する機能分子である。

<具体的な宇宙実験の検討>

樹木の形態形成が宇宙環境で維持できて、資材としての利用も可能か否か等は、小スペースで扱うことができる盆栽のような極小な樹木を用いることが効果的であると考えているが、国際宇宙ステーション(ISS)で初めの樹木形態形成宇宙実験として用いるために、よりシンプルな実験系が現実的であると考えた。枝の数が多く、樹形が一目で確認できるCosmoBonを材料とすることが理想であるが、初期実験として、広葉樹の特徴を活かし、休眠時のCosmoBon およびCosmoBon から得られるCosmoTreeの利用を計画した。

具体的検討例として、①休眠枝を低温条件で宇宙に運び、一定期間滞在後地球に帰還し、芽培養およ

び挿し木手法を用いたクローン株と地上対象株との網羅的成分分析での比較・解析を行う。②冬芽を必要最小限数備えた休眠枝を有するCosmoBonを低温条件で宇宙に運び、プログラムした温度と光条件を宇宙環境で与え、当年枝の芽の向きと成長をモニターにより解析後、地上に帰還させる。①と同様に地上対照株との比較検討を行う。以上の実験系を想定して、より現実化するための地上実験の準備に必要な各種検討を行った。

<CosmoTree を利用した地上準備実験>

樹木の形態形成とこれに関与する分子の変化について網羅的に検証する予定で準備している。主要植物生長調節物質類も平行して、LC-ESI/MS分析を行う。広葉樹の形態形成に深く関係していると考えられるgiberellin類も、LC-ESI/MSネガティブモードの条件で分析が可能であったが、他の物質の相互作用や検出限界などについて、今後さらに検討を行う。検証する領域は、宇宙実験を想定して、極小領域で可能である部分に注目する。これまで、当年枝に人為的に外から力を与えて、樹木のあて材形成を促す方法を検討してきたが、強く外性の力を与えずぎると、より複雑な機能が動く可能性が、付加を与えた枝の2年輪の観察から示唆された。全ての自然な形態を備えた枝の基部には、あて材の形成が認められたことから、その後の注目点は、付加を与えない状態の枝の基部が適当であると考えられる。これは、宇宙実験を想定しても、より簡便である。

サクラ種子が8カ月半ISS内に保管され、地上に戻った種子から、わずかながら地上と異なるレベルの放射化元素が検出された。樹木の場合、種子の遺

伝的バックグラウンドは他家受粉することから異なる。従って、地上に残した種子ラインを保存して比較検討することはできない。従って、CosmoTreeの利用は変異などの実験にも適している。これらを利用することで、低温耐性・低圧耐性などが地上において準備実験として可能である。また、実験時期などが変動しやすい、宇宙実験時期にも対応させるための準備が必要で、これに適していると考えられる。常に、選ばれた樹木ラインを保存・維持することが必要であることから、芽培養・挿し木・取り木の取り組みをしているが、取り木で親株ラインを維持して、挿し木で量産することが、現在最適であると判断している。休眠時の調整など、宇宙実験時期の対応について、さらに確実な対応ができる方法を検討している。

<宇宙環境(閉鎖環境)における生物にとっての樹木の重要性>

植物界における宇宙環境を利用した樹木研究は、重力はじめ多様な環境応答に関する研究対象として、高く貢献できることのみならず、宇宙環境の有人ミッションにおける二酸化炭素の吸収と酸素の供給への寄与のほか、樹木を含む将来の宇宙環境を利用した農業、食料や資材の供給、長期宇宙滞在での癒しや生物間相互作用研究等にも深く寄与すると考えられる。

今回注目した。宇宙実験用サクラ当年枝

(CosmoTree)の自発的・能動的休眠機能を利用することで、宇宙環境における樹木利用の総合的な有用性を検証することができると考えられる。無重力下の樹木形態維持機能、宇宙環境下の利用可能材生産機能、および樹木の形態形成と姿勢制御の重力依存を、その作用機序を解明したうえで判定し検証されるならば、宇宙における樹木のバイオマスとしての応用利用や、宇宙農業に関わる食料や樹木を介した物質循環の基礎構想に重要な貢献となるだろう。

<参考文献>

- 富田-横谷香織、佐藤誠吾、馬場啓一、鈴木利貞、中村輝子、橋本博文、山下雅道 (2009) サクラ当年枝の形態形成と重力 *Space Utiliz Res*, **25**
- 富田-横谷香織、田村憲司、吉田滋樹、橋本博文、丹生谷博、船田良、片山健至・鈴木利貞、馬場啓一、千木容、本間環、宮川照男、飯田正人、中村輝子、中野完、山下雅道 (2008) マメザクラ極小盆栽を用いた宇宙実験による樹木の機能解析 *Space Utiliz Res*, **24**, 415-416
- 富田-横谷 香織、吉田 滋樹、田村 憲司、橋本 博文、丹生谷 博、船田 良、片山 健至、鈴木 利貞、宮川 照男、飯田 正人、中村 輝子、山下 雅道

(2007) 宇宙における樹木-宇宙における樹木形態形成に關与する環境機能分子および樹木の応用利用, *Space Utiliz Res*, **23**, 389-390

- 富田-横谷 香織、吉田 滋樹、田村 憲司、橋本 博文、丹生谷 博、船田 良、片山 健至、鈴木 利貞、宮川 照男、飯田 正人、中村 輝子、山下 雅道 (2006) 宇宙環境における樹木の形態形成と機能分子および樹木の応用利用, *Space Utiliz Res*, **22**, 308-310
- 中村輝子、菅野真実、津島美穂、千木容、佐々奈緒美、富田-横谷香織、山下雅道 (2005) 宇宙生活環境としての重力. *Space Utiliz Res*, **21**, 314.
- 中村輝子 (2004) 重力による樹木形態形成の制御 *日本マイクログラビティ応用学雑誌* **21**, 79-82.
- Nakamura T., Negishi Y., Sugano M., Funada R. and Yamada M. (2002) Gravisensing Mechanism in Japanese Flowering Cherry. *Space Utiliz. Res.* **18**, 184-185.
- 馬場啓一 (2003) あて材の構造と形成 in 「木質の形成」 pp. 76-80 福島和彦ら編 海青社
- 中村輝子(2000) 樹木と重力. *宇宙生物科学* **14**, 123-131.
- 島地謙 (1983) あて材の生因を探る一特に針葉樹の圧縮あて材について一 *木材研究・資料* **18** 1-11.