

## 閉鎖生態系における生物システム Research in closed bio-ecosystems

\*富田一横谷 香織<sup>1</sup>

\*Kaori Tomita-Yokotani<sup>1</sup>

1. 筑波大学大学院生命環境科学研究科

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

“惑星と閉鎖生態系における生物システム”をサブタイトルとして、2011年から継続して、地球惑星科学連合大会のセッションとして取りまとめてきた。閉鎖生態系における生物のシステムは、個々の生物の細胞から、有人宇宙活動における工学的な物質循環に至るまで、実に広い分野を含む。それぞれの研究分野における個々のテーマは、次世代に継承される研究であることから、世代を超えた討論の場が必要であると考え、継続して行っている。本セッションにおける個々の発表の概要を説明をする。

キーワード：閉鎖生態系、圏外環境

Keywords: closed bio-ecosystems, extraterrestrial environments

# イオン液体（1-H-3-メチルイミダゾリウムクロリド）を用いた木質バイオマス（*Albizia falcataria*）の溶解

## Dissolution of a woody biomass (*Albizia falcataria*) with an ionic liquid, 1-H-3-methyl imidazolium chloride ([HMIM]Cl)

\*鈴木 利貞<sup>1</sup>、松前 雄也<sup>1</sup>、金 泰旭<sup>1</sup>、片山 健至<sup>1</sup>

\*Toshisada Suzuki<sup>1</sup>, Yuya Matsumae<sup>1</sup>, Taewook Kim<sup>1</sup>, Takeshi Katayama<sup>1</sup>

1. 香川大学農学部

1. Faculty of Agriculture, Kagawa University

### [緒論]

宇宙農業において、樹木は酸素、木材材料、木質バイオマスの供給源として重要な役割を担う<sup>1)</sup>。木質バイオマスは、セルロース、ヘミセルロース、リグニン、及び多様な有用化学成分を含んでいる。木質バイオマスの有効利用は、閉鎖環境下において利益を与えるだろう。木質バイオマスから有用物質を得る方法は、クラフトパルプ法による紙・パルプの生産を代表として、酸加水分解、酵素糖化法などが研究されてきた。しかし、これらの方法には高温高压等の過酷な条件が必要とされる。

イオン液体は、融点100℃以下の塩類であり、優れた溶解性、低い揮発性、難燃性、低粘度性などの特徴的な性質がある<sup>2)</sup>。近年、ある種のイオン液体は、セルロースやリグノセルロースを溶解できることが明らかにされた。また、セルロースフィルムの作成、酢酸セルロースやカルボキシメチルセルロースの合成において、環境に優しい溶媒として利用可能なことが報告されてきた。本研究では、低コストなイオン液体（1-H-3-メチルイミダゾリウムクロリド）を用いて、木質バイオマス（*Albizia falcataria*）の溶解挙動を検討した。

### [実験方法]

試料のファルカタ木材は南海プライウッド(株)から提供していただいた。これをウィレーミルで粉砕し、40~80 meshにふるい分けしたものを使用した。イオン液体である1-H-3-メチルイミダゾリウムクロリド([HMIM]Cl)は合成した。1-イミダゾールと塩酸を混合し、氷冷下で24時間攪拌した。反応液はエーテルで洗浄後、減圧濃縮し、NMRで構造を確認した。0.5gの木粉に15 gの[HMIM]Clを加え、90~120℃で1~24時間攪拌し、木粉を溶解させた。溶解液はろ過後、150 mlの1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノンと水で洗浄し、木粉残渣を105℃で乾燥させて溶解率を算出した。木粉残渣はクラソン法によりリグニン量を求め、FT-IR測定を行った。[HMIM]Clの再利用には、木粉またはセルロースを溶解させた[HMIM]Clにエタノールを加えることにより溶解物を析出させ、ろ過、濃縮により[HMIM]Clを回収して使用した。

### [結果と考察]

[HMIM]Clにより90℃で処理した木粉は、1時間で残渣量が大きく減少したが、その後反応時間を延ばしても、残渣量の変化は少なかった。90℃、1時間の条件で処理した木粉残渣のFT-IRスペクトルには、ヘミセルロースのピークは確認できなかったが、セルロースのピークは認められ、比較的穏やかな処理条件で、ヘミセルロースは[HMIM]Cl中に溶解したと考えられる。120℃で処理した木粉では、反応時間が進むにつれて溶解率は増加し、残渣中におけるクラソンリグニンの割合が増加していた。120℃、24時間の条件で[HMIM]Cl処理した木粉残渣のFT-IRスペクトルでは、セルロースの結晶部分に関するCH<sub>2</sub>変角振動の1429cm<sup>-1</sup>、ヘミセルロースのアセチル基(C=O)に由来する1740 cm<sup>-1</sup>のピークは認められず、リグニンベンゼン環のC=C結合由来の1600、1460 cm<sup>-1</sup>のピークが認められた。120℃、24時間のような高温・長時間の処理により木粉中のセルロースとヘミセルロースがともに[HMIM]Cl中に溶出し、残渣中にリグニンが濃縮されることが示唆された。

セルロース溶解後に回収した[HMIM]Clを用いて木粉の溶解を行うと、回収前の[HMIM]Clとほぼ同等の溶解率となった。一方、木粉溶解後に回収した[HMIM]Clを使用して木粉の溶解を行った場合、溶解率は低く

なった。これは、エタノールを用いて溶出物の析出を行った場合、低分子のリグニン分解物が完全に析出しないためだと考えられる。

[引用文献]

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) Miyafuji, H. Application of ionic liquids for effective use of woody biomass. *J Wood Sci*, 61, 343-350 (2015)

キーワード：イオン液体、バイオリファイナリー、ファルカタ

Keywords: ionic liquid, biorefinery, falcata

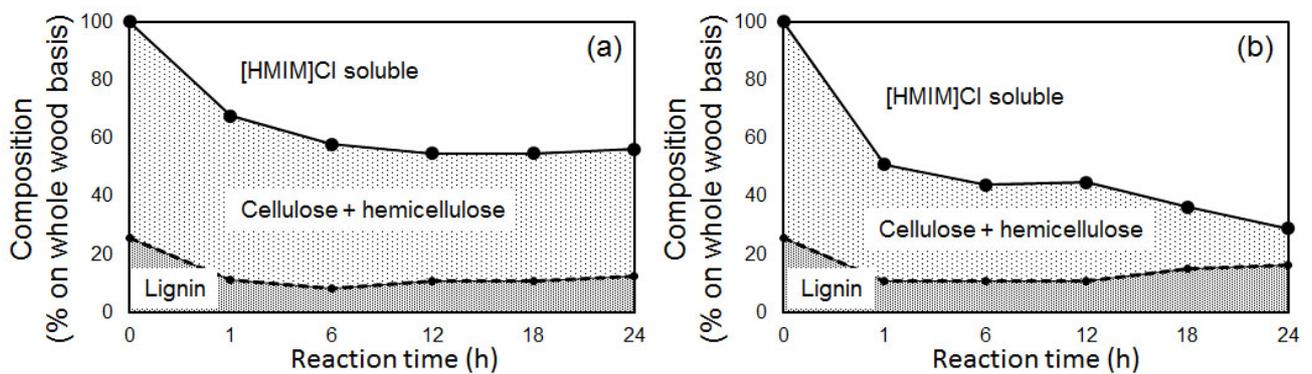


Fig. 1. Composition of wood meal treated with [HMIM]Cl at (a) 90°C and (b) 120°C.

## 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01 の過酷環境における生育と耐性 Growth and tolerance of a terrestrial cyanobacterium, *Nostoc* sp. HK-01 under harsh environment

\*木村 駿太<sup>1</sup>、井上 琴美<sup>1</sup>、市川 創作<sup>1</sup>、富田一横谷 香織<sup>1</sup>

\*Shunta Kimura<sup>1</sup>, Kotomi Inoue<sup>1</sup>, Sosaku Ichikawa<sup>1</sup>, Kaori Tomita-Yokotani<sup>1</sup>

1. 筑波大学大学院生命環境科学研究科

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

A terrestrial cyanobacterium, *Nostoc* sp. HK-01, has several abilities; photosynthesis, nitrogen fixation, utility as food, and tolerance to extraterrestrial environments. *Nostoc* sp. HK-01 may be utilized for biochemical circulation in closed bio-ecosystems, such as Mars. Tolerance to extraterrestrial environments are important for transportation to Mars. Akinetes, which are dormant cells of *Nostoc* sp. HK-01, are tolerant against dry heat, upto 100 °C for 10h. These results indicate that some functional substances which provide tolerance against heat exist in the akinete cells. Akinetes of *Nostoc* sp. HK-01 could be transported to Mars. Before we introduce *Nostoc* sp. HK-01 to Mars' environments, we need to understand its growth in an environment with poor nutrition. We tested whether akinetes of HK-01 can grow using components of their dead cells or/and Martian regolith simulant. We will discuss the possibility that a colony of HK-01 can be grown in an environment with poor nutrition. *Nostoc* sp. HK-01 could contribute to soil formation from Martian regolith, so that plants could grow. *Nostoc* sp. HK-01 is a good candidate for an initial organism to introduce into the Martian environment.

キーワード：閉鎖生態系、藍藻、乾熱耐性、火星模擬レゴリス、*Nostoc* sp. HK-01

Keywords: Closed bio-ecosystems, Cyanobacteria, Dry heat tolerance, Martian regolith simulant, *Nostoc* sp. HK-01

## 極限環境下で棲息可能な陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01 (NIES-2109) のドラフトゲノム解析

### Draft genome sequence analysis of the extreme environment grown cyanobacterium, *Nostoc* sp. HK-01 (NIES-2109)

\*加藤 浩<sup>1</sup>、木村 駿太<sup>2</sup>、兼崎 友<sup>3</sup>、藤澤 貴智<sup>4</sup>、中村 保一<sup>4</sup>、吉川 博文<sup>3</sup>、富田一横谷 香織<sup>2</sup>

\*Hiroshi Katoh<sup>1</sup>, Shunta Kimura<sup>2</sup>, Yu Kanesaki<sup>3</sup>, Takatomo Fujisawa<sup>4</sup>, Yasukazu Nakamura<sup>4</sup>, Hirofumi Yoshikawa<sup>3</sup>, Kaori Tomita-Yokotani<sup>2</sup>

1. 三重大学、2. 筑波大学、3. 東京農業大学、4. 国立遺伝学研究所

1. Mie University, 2. University of Tsukuba, 3. Tokyo University of Agriculture, 4. National Institute of Genetics

私たちの生活に不可欠な酸素を地球上で最初に作り出したのは光合成生物であるシアノバクテリア（藍藻）と考えられている。陸上でも棲息可能な耐乾燥性を持つ陸棲藍藻は砂漠や南極などの過酷な環境で棲息している。イシクラゲ (*Nostoc commune*) という世界至る所に存在する陸棲藍藻の藻塊から単離された *Nostoc* sp. HK-01 (NIES-2109) は放射線耐性を有すること、低真空条件で火星土壌を模擬したレゴリス上で生存すること、乾燥状態で高温に耐えることが報告されている。この宇宙利用に貢献すると考えられる *Nostoc* sp. HK-01 (NIES-2109) のゲノム情報から物質循環および極限環境適応に関わる遺伝子の解析を進める必要がある。本研究では *Nostoc* sp. HK-01 (NIES-2109) のドラフトゲノム解析を進め、HK-01 の物質循環と宇宙環境耐性について考察する予定である。

キーワード：藍藻、極限環境、ゲノム、宇宙

Keywords: cyanobacteria, extreme environment, genome, space

## 火星導入候補微生物および植物の生長と元素循環

### Growth of candidate materials and element cycle on Martian Regolith simulants

\*富田一横谷 香織<sup>1</sup>、井上 琴美<sup>1</sup>、木村 駿太<sup>1</sup>、加藤 浩<sup>2</sup>

\*Kaori Tomita-Yokotani<sup>1</sup>, Kotomi Inoue<sup>1</sup>, Shunta Kimura<sup>1</sup>, Hiroshi Katoh<sup>2</sup>

1. 筑波大学大学院生命環境科学研究科、2. 三重大学

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 2. Mie University

有人宇宙活動における火星初期導入候補生物として注目される微生物および植物を材料として、火星模擬レゴリス上での培養および栽培を行った。候補微生物の藍藻および植物の必須栄養が一部欠如した火星のレゴリス上で、双方とも生長できることを確認した。特に藍藻は、生長に必要な元素を細胞に取り込み増殖できることを詳細に示すことができた。特に、陸棲藍藻 *Nostoc* sp.HK-01 の乾燥藻体が、加水された後に火星模擬レゴリスの元素成分および自身の死細胞構成成分を取り込み、生長と増殖が可能であることを、実験的に初めて明らかにしたので、これらの結果を中心に紹介する。