

## 宇宙農業の構想と課題 Issues of Space Agriculture Concept

山下 雅道<sup>1\*</sup>, 片山 直美<sup>2</sup>

Masamichi Yamashita<sup>1\*</sup>, Naomi Katayama<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 宇宙農業サロン, <sup>2</sup> 名古屋女子大学

<sup>1</sup>Task Force of Space Agriculture, <sup>2</sup>Nagoya Women's University

宇宙農業は、生物・生態系の働きにより、物質を再生循環利用して宇宙（火星）においてクルーの生命を維持する工学（エンジニアリング）である。およそ1万年前におこった農業革命は人類文明を大きく進めるものであった。農業の発明は一人が一人以上の食料を安定に生産することを可能にし、その結果文明を創出した。天文学をはじめとする学問がはじまり、農業生産が確実なものとなった。分業が発達し、都市と農村が分化した。およそ300年前、近代科学が確立し産業革命の礎となった。近代科学の成果による近代農業の発展はめぐって宇宙活動を可能にしたともいえる。そしていま、長期間大規模な宇宙探査とそれを支える宇宙農業への道がひらかれている。人類文明の持続的な発展は我々に投げかけられている重要な課題であるが、宇宙にむかう健全な好奇心は、これに重要な貢献をする。

地球周回軌道や月面有人基地での生命維持システムには、現在運用されている国際宇宙ステーションで使用されているシステムを基本とするのが適切な選択である。すなわち、食料は地球から供給し、使用量の多い水について再生利用する。従来使い捨てであった二酸化炭素の吸着剤は、温度や圧力を変化させて二酸化炭素を脱着し吸着能を再生できるシステムをつかっている。宇宙農業は、食料や酸素を排泄物や非可食のバイオマスから植物の光合成により変換し、この再生循環にあわせて、光合成する植物の葉面から蒸散する水を凝縮回収して利用する概念である。食料や酸素の再生循環利用には、そのための装置に対する初期投資が大きい。使い捨てのシステムとした場合のシステム運用期間にわたる消耗品の積算量が 物質再生循環装置に対する初期投資とその運用に要する資源の積算値に比べて少ない条件では、宇宙農業といった再生循環システムは採用されない。

ところで、この生命維持の「経済」にもまして留意しておかなければならない点は、クルーの存命性が生命維持システムへの最大の要求であることである。宇宙農業は、生物や生態系の優れた機能を取りこむことをその優位性の源としている。それは一方で、生物や生態系というブラックボックスに信頼性などが依存している。従来の閉鎖生態系による生命維持システムの工学では、物質の再生循環ループでいかに物質が利用できない形態となってループから脱落し、その不足部分を補う必要がどれほどでてくるかをしめす物質循環の閉鎖度が工学のめざす指標とされ、それを100%に近づけることが最重要な課題であると捉えられてきた。我々の宇宙農業構想では、これをただして存命性を確保するために再生する物質は次のクルーの生命維持に用いることとする。また現地資源、例えば火星大気に含まれる二酸化炭素や表面下で凍っている水、レゴリスなどに含まれる他の生元素を取りこみ物質循環にくりこみ、生態系を拡大再生産していくという提案；「100%以上の物質再生循環」を提唱している。そのためには、探査機・フェニックスが極近くで探査したのに続き、火星で宇宙農業に利用できる資源について予備的な調査を進めていく計画を立案・実行していく必要がある。初期の有人火星探査は食料や水・酸素は地球から持ち出す使い捨てのシステムとするが、規模の拡大にともない農業に必要な資源を集積していく。生命探査の対象である火星の地球由来の生物や有機物による汚染は防止・制御するのはいうまでもない。

宇宙農業においていったん存命性が確保されれば、そのさきをめざす目的は、クルーの生産性の向上であり、豊かな生活環境の創出である。この観点から、宇宙農業の対象は食料・酸素・水の再生循環ばかりでなく、衣料や住環境についても拡張する。隔絶した少人数での宇宙ミッションでのクルーの心理や厳しいストレスへの対応をどのようにかはかるかについても、宇宙農業は寄与する。これは、地上での農業が食料の供給というせまい範囲から、地球の環境や人びとの生活の潤いの増進を含むように拡張されているのと通底する。

宇宙農業は大規模、長期間の宇宙（火星・有人）ミッションで初めてその真価を発揮するのだが、それにとどまらず、現在我々が直面している地球のグローバルな問題を解決するエンジニアリングのテストベッドとして宇宙農業を活用することもできる。宇宙農業は、持続発展可能な文明とそのライフスタイルを提案する。砂漠化や塩集積、さらに原発事故による放射能汚染など地上で現在直面する課題のいくつかの解決について、宇宙農業はいくつかを提案している。食料作物栽培と競合しない昆虫食など、日本・東アジアからの宇宙開発への優れた寄与が可能である。

キーワード: 宇宙農業, 火星探査

Keywords: space agriculture, Mars exploration