

宇宙農業概念の発展と火星の農業資源探査

Concept of space agriculture and agricultural resource exploration of Mars

橋本 博文 [1]; 山下 雅道 [2]

Hirofumi Hashimoto[1]; Masamichi Yamashita[2]

[1] 筑波大 & JAXA; [2] 宇宙研

[1] Tsukuba Univ. & JAXA; [2] ISAS/JAXA

http://surc.isas.jaxa.jp/Space_Agriculture

宇宙農業は、生物・生態学的な要素により、人間の生命活動に必要な物質を再生循環利用し、さらに生活環境を創生して長期・多人数の火星探査ミッションを実現する。火星現地資源を、物質循環のループから脱落する物質・生元素を補充したり、さらには宇宙農業の規模を拡大していくのに活用する。宇宙農業システムにはじめに投入する物質資源をどれだけ脱落させずに運用するかを考えるのではなく、現地資源をとりこんで物質循環の規模を大きくしていくということから、100%以上の物質再生循環利用を標榜している。厳密な100%の再生循環利用が要求されるのは、長期にわたるミッションを宇宙機や天体上で展開するときであり、そこで現地資源が得られないという条件のもとである。宇宙農業に活用する現地資源は、近年に火星表層近くに存在することがわかった水、火星大気の主成分である炭酸ガスのほかに、火星レゴリス鉱物に含まれるK, P, Ca, Mg, Feなどの元素である。農業土壌を生成するのに、レゴリスを基材として、非可食のバイオマスなどから作成した有機物資材を鋤込む。さらに土壌微生物生態系のはたらきも援用しながら、P, Feなどを植物にとって可給的な資源にかえ、作物植物を栽培する。人間の排泄物や非可食バイオマスを堆肥化して植物を栽培するのに、高温好気堆肥菌生態系をもちいる。80-100℃の高温で活発な活動をするこの堆肥菌は、反応速度が速いばかりでなく、自然なオートクレーブ作用により病原性の細菌の伝播を防止する。高温好気堆肥菌は植物の生長を促進するような化学的・物理的な環境を農業土壌にあたえもする。

宇宙農業の初期段階では、水耕栽培の様式をとる。規模を大きくしていくなかで、農業土壌を創生して土壌微生物のはたらきも援用した農業の様式も拡大する。火星表層をおおうレゴリスの性状が農業用土壌をつくる基材として適合するか、また表面直下に利用できる水がどのように存在しているかを確かめるために、火星の資源探査や立地調査を宇宙農業を準備するという観点から計画して実施する必要がある。これまでも、火星隕石の鉱物学的な分析や、火星表面に送られたローバーによる蛍光X線による元素分析や表面物質の熱的な性質などから、およその特性は明らかにされている。地球の内部においては、溶融した金属の核とマントルがわかれ、さらにその表層に地殻が分化している。地殻内ではマグマの貫入や熱水のはたらきによりいろいろな鉱物種がつけられる。玄武岩質で覆われる月の海ほどではないにせよ、火星では分化が中程度といえる。火星の表面には粘土鉱物が存在し、石膏、鉄明礬石、炭酸塩などの塩の分布することも知られている。ただし、火星のレゴリスを与圧した温室ドームのなかに引き入れて水を加え、このレゴリスから農業土壌を生成するシナリオを導くには、十分な情報が得られているとはいえない。

火星での人間の活動をささえる宇宙農業は、生命探査対象である火星を地球由来の生物や有機物により汚染しないというアストロバイオロジー探査から要求に従わなければならない。これからの火星探査計画のなかに、宇宙農業を設計し建設していくための調査項目を、科学探査項目にあわせて加え、月面や地球周回軌道での実証的な試験の実施もふくめ宇宙探査を進めていく必要がある。