
巻 頭 言



土壌微生物と宇宙農業

穴戸雅宏
(会長, 千葉大学)

今から3年程前、73巻1号の巻頭言で「はやぶさ2」の話題を取り上げたが、昨年、無事に地球に帰還し、持ち帰った試料の分析結果の第一報が公表されている。予想通り、小惑星「りゅうぐう」の砂の中に、さまざまな有機物が埋め込まれた粘土のような水和組成物が存在していることが明らかになり、さらに、炭酸塩や揮発性化合物などの異なる物質で構成されている部分もあったという (doi: 10.1038/s41550-021-01549-z)。この結果は、異なるスペクトル波長で画像を取得できる特殊な顕微鏡を用いて、試料の組成を推定した初期段階のものではあるが、生命の起源となるアミノ酸や有機化合物は、小惑星を起源とする隕石に付着していた有機物が元となったというパンスペルミア説が支持される有力な証拠となるのは間違いないだろう。このような隕石が降り注いだ地球は約40億年前と考えられており、自己再生できる単細胞生物の誕生が約38億年前で、それが多細胞生物に進化するには、その後10億年以上を要したらしい。また、陸上植物が繁栄するのは「シルル紀」(4億3500万年前～4億1000万年前)から「デボン紀」(4億1000万年前～3億5500万年前)であるが、土壌微生物の多くは単細胞なので、それ以前から陸上で生活していたかも知れない。

ところで、「はやぶさ2」プロジェクトの他にも宇宙航空研究開発機構(JAXA)では様々なプロジェクトが進められており、その一つが宇宙農業である。月や火星などでの宇宙農業プロジェクトに関わる民間企業は、2020年9月時点で102社、大学・公的機関が52機関だったというから、民間会社による宇宙旅行が現実味を帯びて来ている現在では更に増えていることだろう。私の予想以上に活気を帯びている研究分野のようである。

月や火星での農業と聞くと、ドーム型のカプセルのような構造物内で、必要な養分と水だけを効率的に供給して、食用植物を栽培する植物工場のような施設を想像するかも知れない。しかし、その方式を宇宙で採用するには問題がある。なぜなら、地球上で40億年もの歳月を掛けて生成して来た有機化合物を宇宙にある物質だけで合成するのは現実的ではないから、地球から時間と労力と経費を掛けて、はるばる宇宙施設に持ち込んだ有機化合物は完全なリサイクルを目指さなくてはならないからである。

食用作物はダイコンやカブのような一部の野菜を除けば、食べずに捨てる部分が比較的多い。地球上の植物工場であれば、収穫後の作物は食用部分以外を施設の外に廃棄できるが、宇宙ではそんなもったいないことはできない。そればかりか、人間の尿や糞、果ては呼吸後の二酸化炭素もリサイクルに回さなくてはならないだろう。それには、地球上では廃棄された有機化合物が土壌微生物によって分解されるように、宇宙施設内で発生した有機廃棄物は全て、微生物を使って再利用できる物質に変えなくてはならない。したがって、宇宙農業では、丁度、数年前に公開されたハリウッド映画の「オデッセイ」(原題は The Martian)で主人公のマーク・ワトニーがしたように、人糞などの有機廃棄物と地球から持参した少量の土壌を、火星の岩石を砕いた砂と混ぜて発酵させ、現地土壌を生成して作物を栽培するような古風な農業形態にするか、若しくは、土壌を使わずとも何らかの方法で発酵後の有機化合物を栽培に利用しなくてはならないはずである。少なくとも、地球上の植物工場のように植物が必要とする養分と水だけを使い、極力微生物を避けるような栽培方式では、完全な有機物リサイクルは達成できないことは明らかである。

しかし、土壌微生物には植物に病気を起こす厄介者もいる。それだから、地球上の植物工場では微生物を避ける方式を採用することが多いのだろう。ましてや、それらが宇宙施設のような密閉空間で大量に繁殖してはたまらない。宇宙農業では、この問題をクリアする必要があるが、この点で土壌微生物学の知識が役立つ可能性は高く、宇宙農業にも「土と微生物」における研究が貢献できる日が、そう遠くない未来にやって来るように思える。