

## 閉鎖生態系生命維持システムにおける植物栽培の役割

### Roles of plant culture in controlled ecological life support systems

# 北宅 善昭 [1]

# Yoshiaki Kitaya[1]

[1] 大府大・生命科学・緑地環境

[1] Life and Environmental Sci., Osaka Pref. Univ

<http://www.osakafu-u.ac.jp/>

宇宙開発において、人間が長期にわたって宇宙船、宇宙ステーション、あるいは月や火星の基地などに滞在する時に、人間の生存に不可欠な食料生産、空気や水の浄化、物質リサイクルなどを閉鎖環境下で行う装置を閉鎖生態系生命維持システム (Controlled Ecological Life Support System、略して CELSS (セルス)) と呼ぶ。セルスは自己完結型であり、また物質循環型である。ただし運転に必要なエネルギーは、外部から供給する。

セルスは、大きく分けて食料生産システム (宇宙農場) と環境維持システムからなる。食料生産システムは植物栽培、魚類飼育および家畜飼育システムからなり、環境維持システムはガス、水および廃棄物の処理システムからなる。セルスでは基本的に、人間を含む動物の呼吸により排出される CO<sub>2</sub> は植物の光合成で固定され、その時に発生する O<sub>2</sub> が動物の呼吸に利用される。また、動物の排泄物や植物の食用にならない部分は、酸化されて水と CO<sub>2</sub> およびその他の無機物に変換されるので、その酸化に必要な O<sub>2</sub> の供給および発生する CO<sub>2</sub> の吸収も植物の光合成に依存することになる。したがってセルスでは、食料生産機能に加えて、ガス処理機能をもつ植物栽培システム (宇宙農場) の構築が重要課題となる。

地球上の自然生態系では、独立栄養生物である植物が光合成により大気中から吸収する CO<sub>2</sub> 量と、従属栄養生物であるカビ、バクテリア、動物などの呼吸、および植物自身の呼吸で大気中に放出される CO<sub>2</sub> 量はほぼ釣り合っている。それらの間に差が生じた場合、あるいは火山活動などにより大量の CO<sub>2</sub> が大気中に放出された場合でも、ガス収支の一時的な不釣り合いは、巨大な容量の海洋や土壌などの緩衝作用により平滑化される。光合成により放出され、呼吸により吸収される O<sub>2</sub> についても同様である。そのため、地球大気中の成分ガスはほぼ一定であり、急激な変動は生じない。しかし限られた容積のセルスでは、自然生態系のようにガス成分を平滑化する巨大な緩衝物を含めることは不可能である。したがって、光合成と呼吸の不釣り合いによる大気成分の変動を抑えるためには、物理的、化学的手法で、効率よく短期間にガスを処理するシステムが不可欠である。水処理および廃棄物処理についても、同様に物理的、化学的手法で、効率よく短期間に処理しなければならない。

CELSS での栽培植物として、可食部に含まれる栄養素、栽培の容易さなどを考慮して、コムギ、ダイズ、ピーナッツ、サツマイモ、ジャガイモ、レタス、ニンジン、トマトなどが候補になっている。植物栽培システムには、微細藻類の培養システムも含まれ、クロレラ、スピルリナ、ユーグレナなどが候補になっている。CELSS 内では空間容積、エネルギー使用量などが限られるので、植物密度を高め、同時に照明効率を高める必要がある。CELSS における効率的な植物生産を行うための環境調節技術を確認するためには、植物のガス交換および成長に対する物理的環境要素 (光強度、明暗周期、光の波長、気温、湿度、CO<sub>2</sub> 濃度、気流など) の地上での影響に加えて、微小重力や低圧環境など宇宙特有の環境条件の影響についても検討しなければならない。

地球は、ほぼ完全な閉鎖環境であり、その中で植物、人間、およびその他の従属栄養生物が共存している。したがって、CELSS は地球生態系における植物を中心とした物質循環システムのミニチュアと考えることができる。CELSS が構築できれば、長期有人宇宙活動の支援に貢献するのみならず、地球上の生態系における物質循環の中で起こっている様々な現象を実験的に再現することができ、不適切な人間活動により生じている CO<sub>2</sub> 濃度上昇や地球温暖化など、地球環境の将来予測や地球環境問題の解決方法を見いだすための実験装置となることが期待される。