



図1 閉鎖型生態系実験施設の植物系及び動物居住系における物質循環と居住実験でクルーが1日に食べた菜食メニューの例 (右下)

閉鎖型生態系実験施設は、気体を含む物質を外界と交換せずに植物栽培、動物飼育、ヒト居住などの実験を長期に行えるように設計され、環境制御のみならず物質の変換・循環も物理化学的な処理システムで制御して行うことを特長としています。このような施設は世界でも類を見ません (Wheeler, RM.\* (2017) Agriculture for Space: People and Places Paving the Way, *Open Agriculture*, 2, 14-32) [\*NASA Kennedy Space Center]。

本実験施設は生態系内での放射性核種移行に関する実験データ収集のため、主に 1994~1999 年に整備されました。ターゲットは環境中を気体状物質としても移行し、食物連鎖を介して内部被ばくをもたらすためヒトへの線量寄与の観点から重要な放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) とトリチウム ( $^3\text{H}$ ) です。本実験施設では、これらに代わり、化学的振舞いが同じ炭素  $^{13}\text{C}$  と重水素 ( $^2\text{H}$ ) を用いることができます。

2005 年から 2007 年にかけて、植物系と動物居住系を結合して一連の実験を実施し、気体成分・水・廃棄物から回収した物質の循環 (図 1) を実証し、これらの物質を循環した実験系内にクルー 2 名が最長 4 週間滞在しました。彼らは植物系施設内でイネ、ダイズ、ラッカセイを含む 23 種類の作物を栽培し、動物居住系施設内で 2 頭のシバヤギを飼育しました。そして、系内の作物から、2 名のクルーが消費した食料 (図 1) の 82~95% と 2 頭のシバヤギが摂取した飼料の 79~100% を生産しました。

物質循環閉鎖居住実験で得られたデータは、物質的に独立した長期的なヒトの居住に必要な human-in-loop システムの検討・計画に必要な情報を提供し、将来の長期宇宙居住などで不可欠な閉鎖型生命維持システム実現に向けた貴重な基盤が築かれました。また、空気・水・廃棄物を循環した中で達成した 95% ほどの食料・飼料自給は、地球環境に負荷をかけない食料生産技術の可能性を示しました。