

ヒト・ヤギ・作物から成る閉鎖系における廃棄物・水・CO₂・O₂の循環と食糧生産Circulation of waste materials, water, CO₂, and O₂, and production of food in a closed system including humans, goats and crops

多胡 靖宏 [1]

Yasuhiro Tako[1]

[1] (財)環境研

[1] IES

閉鎖型生態系実験施設 (CEEF) は空気を含む物質の外界とのやり取りがない実験系を作ることができる施設であり、植物を栽培する閉鎖系植物実験施設 (CPEF)、実験動物とヒトの長期居住が可能な閉鎖系動物・居住実験施設 (CAHEF)、高さ 10 m までの植生と 20 t 水槽 2 基を収容する閉鎖系陸・水圏実験施設 (CGHEF) から成る。CEEF の建設・整備は平成 6 年度から開始され、予備的な実験が行われてきたが、平成 17 年度から CPEF と CAHEF を結合して、ヒトの栄養要求をほぼ満たすことのできる 2-3 種類の作物を栽培し、シバヤギ 2 頭とヒト 2 名が居住する閉鎖系の実験系を構成し、物質循環と長期居住を段階的に実証する実験を行ってきた。平成 19 年度は、空気成分 (O₂ と CO₂) と水に加え、植物・ヒト・動物の廃棄物を処理して回収した CO₂ と灰中の K を植物栽培に供することを介しての循環を、最長 4 週間ヒトが居住する実験系で実証した。この実験において、CPEF ではイネ、ダイズ、ラッカセイ、サトウダイコンなどの作物を連続的に栽培し、安定した CO₂ の吸収と O₂ と食料・飼料が生産される状態が維持された。CAHEF ではヤギ 2 頭を飼育すると共に、ヒト 2 名の 1 週間、2 週間 (2 回)、4 週間の居住が実施された。CPEF と CAHEF との間での物質循環は物理化学的な物質循環システムを介して行われたが、その概要は次のとおりである。CPEF で植物の光合成によって生産された O₂ はモレキュラシーブを媒体とする圧力スイング法で O₂ 分離装置によって植物大気からタンクに分離・貯蔵され、CAHEF に送られ、ヒトと動物の呼吸のために注入された。O₂ の一部は廃棄物処理の際に消費された。ヒトと動物の呼吸で発生した CO₂ は固体アミンを媒体とする温度・圧力スイング法で CO₂ 分離装置によってヒトと動物の大気からタンクに分離・貯蔵され、CPEF に送られ、植物の光合成のために注入された。廃棄物処理で発生した CO₂ はゼオライトを媒体とする圧力スイング法で濃縮されて同様に植物によって消費された。CPEF においては作物の蒸散水が凝縮水として回収して栽培液として再利用すると共に、その一部をフィルタ等を介して浄化し、ヒト・動物の飲料水、生活用水等として再利用した。使用後の栽培液は RO 膜等で処理して成分を再調整の後に、植物に吸収されて減少した栄養塩類を補充し、新たな栽培液を調整することにより、循環利用した。植物残渣、ヒトと動物の排泄物の炭化・燃焼処理により発生する灰からは K 等を抽出し、植物栽培液に添加することにより再利用した。これらの実験における、炭素を中心とする物質循環の解析結果等を報告する。本記載事項は、青森県からの受託事業により得られた成果の一部である。