

## 閉鎖型生態系実験施設 CEEF の概要及びその中での炭素循環

## An overview of the Closed Ecology Experiment Facilities (CEEF) and carbon circulation in the CEEF

# 多胡 靖宏 [1]; 新井 竜司 [2]

# Yasuhiro Tako[1]; Ryuji Arai[2]

[1] (財)環境研; [2] (財)環境研

[1] IES; [2] IES

[http://www.ies.or.jp/japanese/research/research\\_22.html#](http://www.ies.or.jp/japanese/research/research_22.html#)

青森県六ヶ所村にある環境科学技術研究所の閉鎖型生態系実験施設 (CEEF) は、六ヶ所再処理施設の操業に伴い、微量ながら排出される気体状放射性物質の生態系における挙動に関する実験を行う目的で、1994～1999年に整備された。CEEFは、閉鎖環境中で植物を栽培する閉鎖系植物実験施設 (CPEF)、動物を飼育しヒトが居住する閉鎖系動物・居住実験施設 (CAHEF)、及び閉鎖系陸・水圏実験施設 (CGHEF) からなる。これらの施設は各々、気体・液体のタンクを含む“物質循環システム (MCS)”を備え、空気再生 (O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、並びに微量有害ガスの制御)、水再生、及び廃棄物処理 (CO<sub>2</sub> とミネラル等の回収、CPEF と CAHEF) の機能を有している。MCSには、ほとんど物理化学的な処理技術が用いられている。

CPEFは3つの人工光栽培室 (各約43m<sup>2</sup>、5m<sup>2</sup>の養液栽培ベッド6台/室収容、外光に匹敵するPPFの照射可能) と1つの自然光・人工光併用栽培室 (各約70m<sup>2</sup>、5m<sup>2</sup>の養液栽培ベッド12台収容)、作業室、及び系外又は動物・居住モジュール (AHM) と連絡するエアロックからなる植物栽培モジュール (PM) を有する。栽培室内部では温度、湿度、及びCO<sub>2</sub> とO<sub>2</sub> の濃度が計測制御される (2008年にはCO<sub>2</sub> の炭素安定同位体比の制御も可能となる) ほか、CO等の有害ガス濃度が監視される。栽培室単位で植物の個体群・群落レベルの純光合成 (CO<sub>2</sub> 吸収)・暗呼吸 (CO<sub>2</sub> 放出) 速度が連続測定され、毎日に栽培ベッド単位の吸水速度と栽培室単位の蒸散量 (凝縮水の回収量として) が測定される。養液のpHは各栽培ベッドで制御され、植物はPMの設置当初から空気閉鎖条件 (増加するO<sub>2</sub> は分離し、植物に吸収されるCO<sub>2</sub> は供給) で栽培され、養液は2005年から再生循環されている。

CAHEFは居住区 (約50m<sup>2</sup>、デスクワーク・モニターカメラ・コミュニケーション・健康管理・調理・睡眠・衛生等のための設備を装備)、動物区 (約20m<sup>2</sup>、糞尿回収・飲水計測供給・飼料供給等の機能を備えた動物飼育檻、モニター等を装備)、PMのエアロックにアクセスする閉鎖系通路、及びその他端に設置された系外へのエアロックからなるAHMを有する。

CGHEFは閉鎖系の陸圏モジュール (GM、地上容積10m × 8m × 高さ10m、深さ4mの土壌槽を収容) と水圏モジュール (HM、20t水槽2基を収容) を有する。GMでは再処理施設周辺でCが蓄積される植生として重要なヨシ群落、HMではアマモ場群集を対象としたC収支に関する実験が行われている。

2005年から、CPEFとCAHEFを結合し、閉鎖環境中でヒトが居住し、ヤギを飼育し、O<sub>2</sub> とCO<sub>2</sub> を循環して、系内で栽培した作物から食料と飼料を供給する実験を行ってきた。2005年には、2名の人間 (エコノート) がPMとAHMの中で1週間居住する閉鎖実験を3回行った。その内2～3回目の実験では、系内で栽培したイネ、ダイズを含む23種類の作物から生重量ベースで82%の食料が供給され、飼料としては系内作物から稲ワラ、ダイズ葉、及びラッカセイの殻と葉が供給された。PMの大気で作物の光合成によって増加したO<sub>2</sub> はモレキュラーシーブを使ったO<sub>2</sub> 分離装置で分離され、貯留後、移送されてAHMの大気に供給された。AHMの大気でヒトとヤギの呼吸によって増加したCO<sub>2</sub> は、固体アミンを使ったCO<sub>2</sub> 分離装置で分離され、貯留後、移送されてPMの大気に供給された。ヒトとヤギのO<sub>2</sub> 消費量は作物のO<sub>2</sub> 生産量の46～51%であったので、余剰分は系外に放出された。ヒトとヤギのCO<sub>2</sub> 発生量は植物のCO<sub>2</sub> 吸収量の43～56%であったので、不足分は外部から補給された。O<sub>2</sub> の余剰とCO<sub>2</sub> の不足は、系内で廃棄物を処理しなかったためである。ヒトのC摂取量は収穫された作物の可食部バイオマス中C量の64～92%であった。ヤギのC摂取量は非可食部バイオマス中C量の36～53%であった。作物の蒸散水は植物栽培室・空調機の凝縮水として回収され、栽培液として再使用された。使用済み栽培液は限外濾過膜と逆浸透 (RO) 膜で処理され、栄養塩イオン濃度を測定し、減少していたイオンを添加して、新しい養液として再使用された。AHMでの上水使用量は用途別に測定し把握された。AHMからの排水はRO膜で処理され、トイレのフラッシング水と動物飼育檻の洗浄水として再使用された。2006年には、2005年に循環したこれらの物質に加え、植物の蒸散・凝縮水をヒトとヤギの飲用水として、AHMの排水処理水を植物栽培液とAHMの中水として循環する2週間のヒトを含む閉鎖実験を3回行い、エコノートは1週間で交替した。2007年には、空気・水に加え廃棄物を循環するヒトを含む閉鎖実験を計画している。