

CS - 109

地球環境問題解明のために（CELSS研究の現状）

西松建設(株) 正会員 佐藤幸三

1. はじめに

現在、温暖化や酸性雨等の地球環境破壊が声高に叫ばれている。しかし、それらの原因がどこにあるのかは、いまだ完全に解明されていない。その環境破壊のメカニズムを解明するためには、先ず我々が生存しているこの地球という閉鎖空間の物質循環を解明する必要がある。

しかしながら、地球上のあらゆる物質の循環量を計測するということは、現在の計測技術をもってしては無理なことと言わざるをえない。そこで、地球という閉鎖空間をスケールダウンした施設を建設し、その施設内の物質循環を正確に測定することによって、地球規模の物質循環を推定しようという研究がCELSS研究である。

2. CELSSとは

CELSSとはControlled Ecological Life Support Systemsの頭文字をとったもので、日本名を閉鎖生態系生命維持システムと称する。これは、完全に閉鎖された空間の中で人間の生命を維持させるための物質循環制御技術である。類似した施設としては、1993年9月に第1回目2年間の閉鎖実験を終えた米国のBiosphere-2や旧ソ連の科学アカデミー・シベリア支局において実験の行われたBIOS-3が良く知られている。また、宇宙ステーション等で採用される環境制御生命維持システムであるECLSS (Environmental Control Life Support System) もCELSSの一部であると言える。

現在、CELSSの実証のために地上施設として、人間および動物への食糧、酸素、飲料水の供給のための植物栽培モジュール、植物への二酸化炭素、肥料養液供給のための人間居住および動物飼育モジュールを連結して一つの閉鎖系を構築することが検討されている。この中の動物飼育に関しては、草食動物を前提としても飼育動物の体重の10倍以上の飼料が必要であることと、動物個々の生理代謝量が不明確、排泄物の収集方法（動物は自ら排泄物をまとめることはしない）等問題が大きいので、循環量を正確に把握するためには最小限に抑えるような検討が加えられている。

そこで、本文では、人間と植物との間での物質循環を中心として述べるものとする。図-1に人間居住モジュールの物質循環フローを、図-2に植物栽培モジュールの物質循環フローを示す。

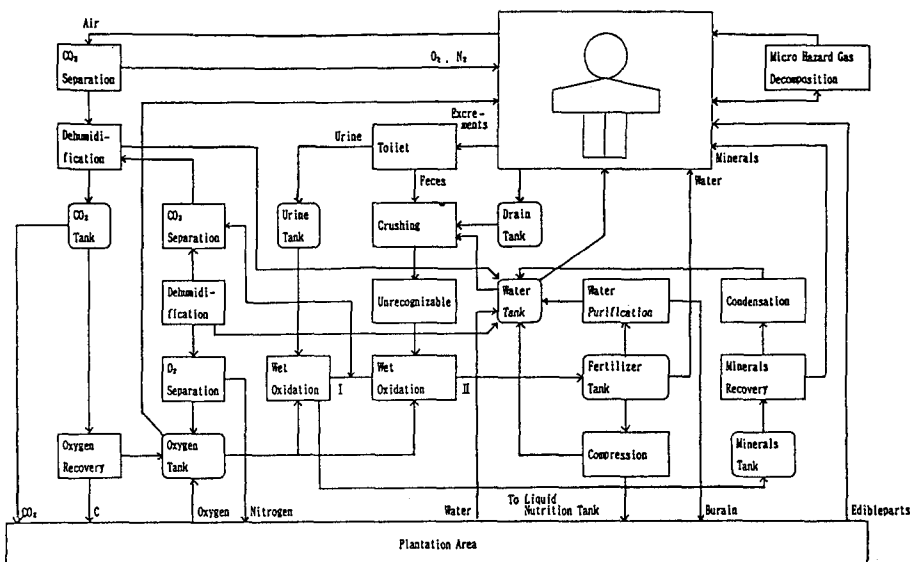


図-1 人間居住モジュールの物質循環フロー

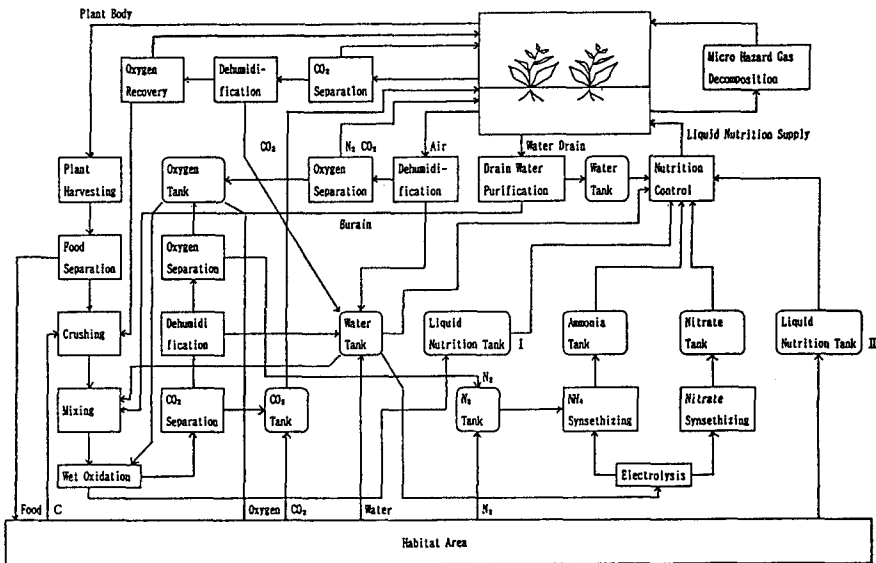


図-2 植物栽培モジュールの物質循環フロー

人間は植物の可食部を食し、植物から蒸散する水を飲み、植物の吐き出す酸素を吸って、二酸化炭素、尿、糞、汗等を排泄する。植物は人間の吐き出す二酸化炭素を吸収し、人間の排泄物から合成された肥料養液から養分を吸収して花を咲かせ実を結ぶのである。これで、各々の物質がリサイクルされるのであるが、この物質循環は瞬時に行われるものではなく、また、それらの物質をそのまま循環できるものではない。そのために図中に示すような物質を変換する要素技術が必要となる。この物質変換は地球上ではほとんどバイオ的な処理によって行われているが、規模の小さな施設内では物理化学的な手法を多用せざるをえないという面を持っている。

3. CELSSの展開

前項で述べたような物質循環フローを構築し、マテリアルバランスを保つためには、

- ・植物栽培技術
- ・動物飼育技術
- ・システム制御技術
- ・排泄物・廃棄物分解技術
- ・有害ガス分解技術
- ・ガス分離再生技術
- ・水浄化再生技術

等の多種多様な技術開発が必要とされる。現在、これらの技術の中でガスおよび水のリサイクルに関する技術開発は、宇宙ステーション内での生命維持システム（ECLSS）においてかなり検討が進められており、試作機も完成している。

これらの技術開発が進展し、CELSsという閉鎖系を構築できれば、

- ①地球生態系機構の解明 ②資源の再利用、有効活用 ③有人宇宙活動への利用
への展開を図ることができる。

4. おわりに

我々土木技術者も地球の物質循環の一員であることを自覚するとともに、この地球の物質循環を絶やさないように守ってゆくことが要求されているのである。また、地球の物質循環は、1国、1地域のみで解明できるものではない。それゆえ、CELLS研究のより一層の発展のためには、国際協力を含めた研究・開発体制が必要であろう。

本文を執筆する上で、ご指導いただいた(財)環境科学技術研究所の新田 慶治氏に謝意を表します。

参考文献: K. Sato, H. Hamami, A. Ashida, M. Sato, Y. Midorikawa and K. Nitta, "A Trade Study Method for Determining the Design Parameter of CELSS Subsystem" SAE 921198, July 13-16, 1992