

宇宙農業

ハイポネックス培地を用いた減圧環境下でのネギ(Allium fistulosum)の栽培に関する基礎研究

濱田 慎太郎(東京理科大学大学院)、山下雅道(元ISAS教授)

1, 序論

我々は将来の有人惑星探査に向けて宇宙農業の研究を行っている。地上からの食糧輸送が困難な惑星基地等での食糧自給が主な目的であり、各種動植物について世界中で研究が進められている。本研究では、その中でも特に食用植物を対象にしている。



惑星基地



外部採光型宇宙農業

植物の栽培には光源が不可欠であり、LED照明を用いることは勿論のこと、恒星の恩恵を受けられる惑星では外部採光型栽培施設の利用が考えられている。これで栽培時に消費するエネルギーは削減可能であるが、他に大きな問題が存在する。

基地に滞在する人数分の食糧を生産しようとするとかかなりの床面積が必要であり、居住スペースと同等かそれ以上の大規模な栽培施設となる。その施設の建材を地上から輸送することを考えるとコストパフォーマンスが非常に悪化する。

そこで考え出されたのが、減圧環境栽培である。栽培室内の気圧を下げ、施設外部との気圧差を減らすことで施設建屋に必要な強度を下げ必要建材を削減。更に、栽培室内に供給する空気は居住スペースからの排気を利用することで空気循環システムの負荷を減らすことも視野に入れている。

なお、基地他設備との連携として栽培に使用する水は生命維持装置や電源システム(水サイクルエネルギーシステム:セッションP2-241参照)から供給を受けることも想定している。

2, 目的

本研究の目的は、将来の有人探査に向けて減圧環境下で栽培可能な作物を選定し、また適切な生育条件を特定することにある。



栄養価や含有物質の点から栽培意義がある作物について研究を行う。

3, 実験概要

今回は、生育が比較的早く種子が入手しやすい長ネギ(Allium fistulosum)を研究対象に選択した。薬味として長年日本人に親しまれてきた長ネギには、根菜や豆類の様にカロリーに転じるタンパク質やデンプンは殆ど含まれていない。しかし、ビタミンCを筆頭とした多くのビタミン類、カルシウム、マグネシウム、カリウムなどのミネラル成分、抗菌・抗カビ作用のある硫化アリル、発汗作用のあるアリシンなど、人体に有用な物質を含んでいる。これが、ネギを選んだ理由である。

減圧環境下でのネギ栽培データを見つけることが出来なかったため、今回は栽培土壌(培地)と生育・環境条件を同時に特定していくこととなった。そのため、培地については高分子ポリマーとハイポネックス培地の2種類を用意し、このうちハイポネックス培地については直接培地に播種する条件と発芽後に培地へ移植する条件について観察を行った。

[実験1]

発芽・初期生育培地として市販の園芸用高分子ポリマーを使用。減圧環境(0.08MPa)と大気圧環境で生育を比較。

条件:使用種子・・・万能ネギ
殺菌剤・・・ベンレート・オーソサイド



万能ネギ種子



高分子ポリマー培地

[実験2-1]

24時間浸水した種子をハイポネックス培地に播種し減圧環境(0.09MPa)と大気圧環境で生育を比較。

条件:使用種子・・・九条ネギ
殺菌剤・・・なし(加熱消毒培地)

[実験2-2]

大気圧環境の不織布上で発芽済みの種子をハイポネックス培地に移植し減圧環境(0.09MPa)生育を観察。

条件:使用種子・・・九条ネギ
殺菌剤・・・なし(加熱消毒培地)

[その他の共通条件]
気温＝室温(23℃)
光源＝太陽光
ネギ発芽条件＝15～25℃/pH4.5～5.5
九条ネギ発芽率＝87%(実測値)



九条ネギ種子



ハイポネックス培地

4, 実験結果

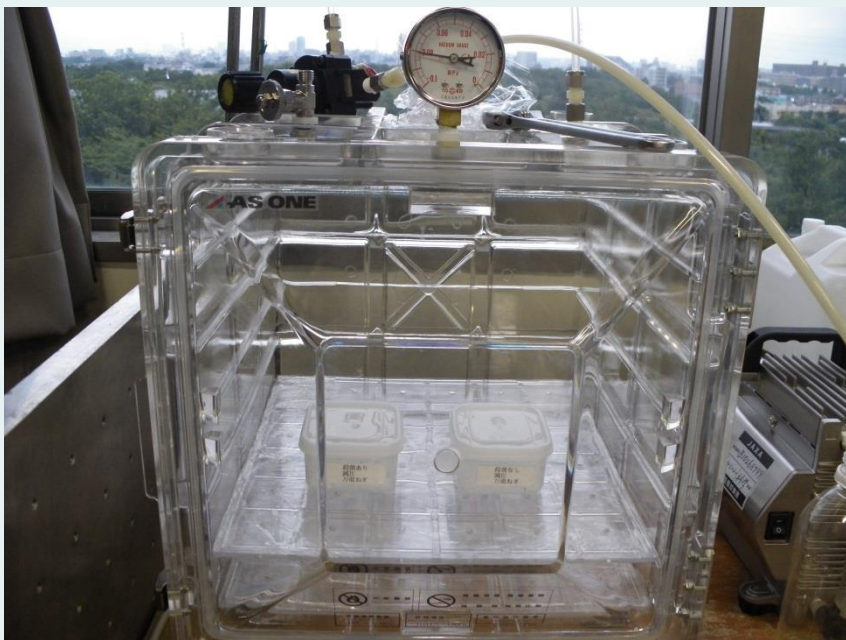
[実験1]

	減圧環境	大気圧環境
発芽開始	1日目	1日目
発芽率8割超	4日目	3日目



実験1 発芽した種子

減圧環境下では発芽速度が大気圧環境下と比較し若干遅くなっている。また、大気圧環境下の方が葉緑体の出現が早かった。



減圧チャンバー

[実験2-1]

減圧環境下と大気圧環境下双方で種子は播種後3日目においても発芽せず。また、大気圧環境下の培地は4日目以降にカビ発生を確認。



実験2-1 発芽なし

[実験2-2]

減圧環境下の培地に移植した発芽済み種子は、生育は遅いものの4日目まで順調な成長が見られた。また葉緑体の出現も見受けられた。5日目に急激にカビが発生し生育が停止した。



実験2-2 移植後は順調に成長

標準ハイポネックス培地	
水	250cc
微粉ハイポネックス	0.8g
シヨ糖	8.8g
寒天	3.8g
ハイポネックス培地 配合レシピ	

5, まとめ

[実験1 講評]

双方の環境で、生育速度に若干の差異はあるものの、順調に発芽・生育した。また、減圧環境下においての高分子ポリマーの乾燥速度(収縮速度)は非常にゆっくりであった。これは、高分子ポリマーが接触している種子には十分な水分を供給しながらも、通常なら水分が蒸発しやすい減圧環境下でも水分蒸発を抑えられていたことを意味する。

[実験2講評]

実験2-1で発芽しなかった種子を調べたところ、寒天培地中にも関わらず表面が乾燥していた。また、発芽後の種子を移植後に成長は見られたが早々にカビが発生した。このことから、減圧環境下でのハイポネックス培地は種子に十分な水分を供給できないばかりか菌耐性が低いことを意味している。

[総括]

減圧環境下でネギの栽培を行う場合は、培地として高分子ポリマーが適していると考えられる。

6, 今後の予定

《培地のカビについて》

・大気圧環境下で発生したカビは、白い菌糸に黒色の孢子囊がありネギ種子由来のものと思われる。また、減圧環境下で見られたカビはパンのような匂いと孢子囊が無く白い菌糸のみで増殖していたという事から何らかの酵母と思われる。これらが生育を阻害していたことは明らかであり、今後高分子ポリマー培地に対しても発生する可能性が高いため発生防止対策を講じる予定である。