

低土圧条件下でのサツマイモ栽培

Sweet Potato Cultivation under Low Soil Pressure Conditions

工藤航平¹・佐藤直人²・登尾浩助²

¹ 明治大学大学院農学研究科・² 明治大学農学部

要旨(Abstract) :

宇宙空間における食料や酸素の確保手段として宇宙農業が注目されており、サツマイモはその候補作物とされている。しかし、根圏に作用する土圧が小さい低重力環境ではサツマイモの塊根肥大が抑制される可能性があり、塊根肥大に対する土圧の影響を明らかにする必要がある。そこで本研究では塊根肥大に対する土圧の影響を明らかにするために複数の土圧区を用意してサツマイモを栽培した。結果、サツマイモの塊根新鮮重は土圧と正の相関があることが確認された。

キーワード： 宇宙農業, 植物工場, 土圧

Key words: Space Agriculture, Plant Factory, Soil Pressure

1. はじめに

近年、民間企業による宇宙開発事業への参入が増加し、宇宙開発が活発化している。国際的な宇宙開発計画であるアルテミス計画では、月に活動拠点を建設することや火星への有人探査を目指しており、目標達成には長期間の宇宙滞在が必要である。長期宇宙滞在の実現には、酸素・食料の確保、廃棄物の処理、閉鎖空間におけるストレス対策など多くの課題がある。宇宙空間で作物栽培を行う宇宙農業は、これらの課題を解決する手段の一つとして検討されており(山下ら, 2005)、食料の確保と同時に光合成による酸素の確保が可能である。また、排泄物を肥料として用いることで廃棄物を処理し、花を育てることでストレスの軽減が期待される(Massa et al., 2017)。サツマイモは組織培養法によるウイルスフリー化や遺伝子組み換えによる品種改良が可能であり、宇宙農業の候補作物として挙げられている(後藤と宮松, 2019)。サツマイモは土耕栽培によって栽培され、塊根を食用とする。しかし、低重力下では塊根の肥大が抑制される可能性がある。深さ h における水平方向土圧 σ_h は次式によって計算される。

$$\sigma_h = K_0 \rho h g \quad (1)$$

ここで、 ρ は乾燥密度、 g は重力加速度、 K_0 は

静止土圧係数を表します。(1)式から、土圧は重力加速度 g に比例するため、月、火星や宇宙ステーションの低重力環境では、地球と比べて土圧が低下する。根域に土圧が作用しない養液栽培では、ニンジンの肥大が抑制されることが確認されており(寺田ら, 1997)、根域を加圧したオオムギでは根の断面積が増加した(Russell and Gross, 1974) ことから、根の肥大には土圧の作用が必要であることが明らかになっている。したがって、低土圧環境でのサツマイモ栽培においても、塊根の肥大が抑制される可能性がある。本研究は微小重力下において想定される低土圧環境がサツマイモの塊根肥大に与える影響を調査することである。

2. 方法

サツマイモの生育と土圧の関係を調査するため、異なる土圧条件下での栽培試験を実施しました。試験は、高土圧区、低土圧区、および培養土区の3つの条件で行われました。土圧の測定には圧力センサ(Interlink Electronics Inc, FSR406)を使用しました。培地には、培養土(密度 0.40 g/cm^3) と粒径 1 mm のマイクロビーズ(密度 0.024 g/cm^3 , 株式会社金鶏製, 補充用ビーズ)を使用しました。低土圧区(Fig.1-a)では、プランター(Richell, 菜園上手ジャンボ

65 型) の上層にマイクロビーズを, 下層には粒状ロックウール(太平洋マテリアル株式会社製, R110)を充填しました。また, 蒸発を抑制するため, マイクロビーズ層の上には黒マルチを敷設しました。高土圧区 (Fig.1-b) では, 低土圧区と同様の構造で, マイクロビーズの上にベニヤ板を配置し, その上に重りを置いて土壌を加圧しました。培養土区では, Fig.1-a でマイクロビーズの代わりに同じ厚さの培養土を上層培地として使用しました。栽培手順は 40 日間培養土で発根のために栽培した後, 各栽培装置に移植して 40 日間栽培し収穫した塊根の新鮮重を測定した。また, 低土圧区についてはもう 1 つの栽培装置で 80 日追加して栽培し同様に塊根新鮮重を測定した。

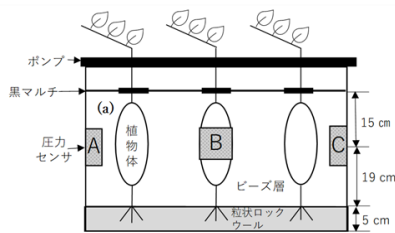


Fig.1-a Low Soil Pressure Cultivation Device

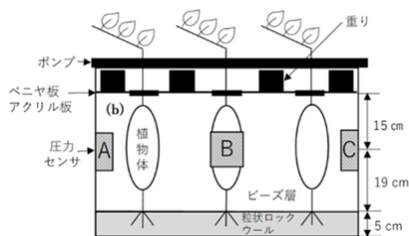


Fig.1-b High Soil Pressure Cultivation Device

3. 結果

各区の土圧について, 低土圧区では 190 N/m^2 , 培養土区は 3000 N/m^2 , 高土圧区は 4250 N/m^2 であった。Fig. 2 に土圧と栽培 40 日後の塊根新鮮重量の関係を示す。サツマイモの塊根新鮮重は土圧に比例することが確認され, 低土圧環境下では塊根の肥大が抑制された。

また, Fig. 3 に低土圧区における栽培期間と塊根新鮮重の関係を示す。低土圧条件で 120 日間栽培した塊根の新鮮重は培養土で 40 日栽培した塊根より小さいことが確認された。

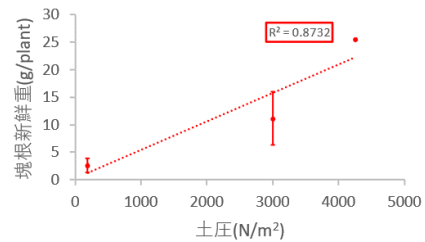


Fig.2 Sweet Potato Tuber Enlargement and Soil Pressure

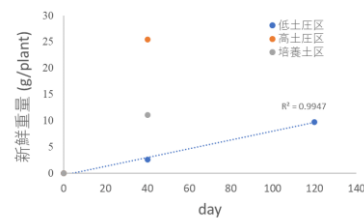


Fig.3 Sweet Potato Tuber Enlargement and Day

4. 考察

サツマイモの塊根肥大は土圧と正の相関があり, 低土圧では生育が阻害され, 長期間低土圧区で栽培されたサツマイモ塊根は 9.8 g でありこれは 1 日に必要なサツマイモの量 150 g 以下であり不十分である (後藤と宮松, 2019)。よって, 宇宙空間では, サツマイモの根圏に外部から加圧する必要がある。

参考文献等

後藤 英二, 宮松 雅子.(2019): 月面農場ワーキンググループ検討報告書, 25-33

寺田 敏, 四方 恒生, 並木 隆和.(1997): 湛液式および液面上下式養液栽培におけるダイコン, ニンジン, およびゴボウの根の肥大様相. 生物環境調節, 35(2): 99-105

山下 雅道, 秋山 豊寛, 新井 真由美, 石井 忠司, 石川 洋二, 他. (2007): 宇宙農業構想の展開. 宇宙利用シンポジウム, 23: 396-399

Russell, R.S. and Goss, M.J. (1974): Physical aspects of soil fertility - the response of roots to mechanical impedance. Netherlands Journal of Agricultural Science, 22(4): 305-318, doi: <https://doi.org/10.18174/njas.v22i4.17215>.

Massa, G.D., Dufour, N.F., Carver, J.A., Hummerick, M.E., Wheeler, R.M., Morrow, R.C. and Smith, T. M. (2017): VEG01: Veggie Hardware Validation Testing on the International Space Station. Open Agriculture, 2(1):33-41, doi: <https://doi.org/10.1515/opag-2017-0003>.