

スイートバジル子葉の腺毛発達と精油生産に対する重力の影響

曾我 康一（大阪市大・院・理），渡部 優（大阪市大），若林 和幸（大阪市大・院・理），
玉置 大介（富山大・学術・理），藤井 伸治（東北大・院・生命科学），稲富 裕光（JAXA）

Effects of gravity on development of glandular cells and production of essential oils in sweet basil

Kouichi Soga*, Yu Watanabe, Kazuyuki Wakabayashi, Daisuke Tamaoki,
Nobuharu Fujii, Yuko Inatomi

*, Graduate School of Science, Osaka City University, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585

E-Mail: soga@osaka-cu.ac.jp

Abstract: We examined the effects of hypergravity on growth, glandular cell development, and essential oil production in light-grown sweet basil seedlings. Hypergravity had no effects on growth of either hypocotyls or cotyledons. Also, hypergravity did not affect the total number of glandular cells on the adaxial surface of cotyledons. On the other hand, the total number of glandular cells on the abaxial surface was decreased and the development of four celled glandular cells was suppressed by hypergravity. Hypergravity also suppressed the production of essential oils in cotyledons. These results indicate that gravity is one of the factors regulating the development of glandular cells and the production of essential oils in cotyledons of sweet basil.

Key words; Essential oils, Glandular cells, Hypergravity, Sweet basil

1. はじめに

植物は、食料となったり、環境の維持・浄化の担い手となったりするだけでなく、私たちのストレスを緩和する効果も持つ。特に、宇宙活動によって生じた強度の肉体的・精神的ストレスの緩和への植物の利用が期待されている。ハーブは特有の香りを持つ植物であり、その香り(香気)は植物が生産する精油から生じる。ハーブ類の香気の中には、ストレスの緩和に有効であるものが多く知られている。スイートバジルなどのシソ科のハーブは、葉に、香気のもとである精油を蓄えた腺毛を持ち、この腺毛がつぶれると、香気が生じる。

私たちは、宇宙環境の特徴のひとつである重力に注目し、重力が植物の成長や形態に与える影響を解析してきた。地球上では重力を取り除くことは難しいことから、私たちは、過重力環境を利用した解析を行ってきた。暗所・過重力環境下において、アズキやシロイヌナズナなどの芽ばえを生育させたところ、重力の大きさに応じて、茎が太く短くなることが明らかになった(Soga 2010, 2013)。現在までの過重力に関する研究の多くは暗所で生育させた植物に対する影響を調べたもので、明所で生育させた植物に対する影響についての知見は少ない。最近、私たちは、明所・過重力環境下において、ブロッコリー芽

ばえを生育させたところ、重力が大きくなるにつれて、胚軸が太く長くなることを示した(曾我ら 2020)。また、ブロッコリー芽ばえの栄養成分を解析したところ、多くの栄養成分が過重力によって増加した。特に、炭水化物や食物繊維の増加率が大きかった。

ハーブの腺毛の発達や精油の成分は光などの環境要因の影響を大きく受けることが知られているが、重力が、それらに影響を与えるかは全く明らかになっていない。このため、長期有人宇宙活動において、宇宙環境でハーブを栽培し、ストレス緩和に効率的に利用できるかは明らかではない。そこで、本研究では、明所・過重力環境において、スイートバジル芽ばえを生育させ、重力が芽ばえの成長、ならびに、腺毛発達、精油生産に与える影響を解析した。

2. 成長に対する過重力の影響

1%の寒天培地にスイートバジルの種子を播種し、明所(青: $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、赤: $20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)、 25°C 、 1 g 、または、 100 g の過重力環境において、3~7日間生育させた。生育とともに、胚軸の長さとし生重量は増加したが、これらの増加に過重力は影響を与えなかった。一方、胚軸の直径は、生育期間の間に変化しなかった。すなわち、明所では、過重力はスイートバジル胚軸の成長に影響を与えなかった。

明所・過重力環境下で生育させたブロッコリー芽ばえでは、過重力により胚軸が太く長くなった(曾我ら 2020)。一方、暗所・過重力環境下で生育させたスイートバジル芽ばえでは、アズキ上胚軸やシロイヌナズナ胚軸、ブロッコリー胚軸と同様に(Soga 2010, 2013, 曾我ら 2020)、胚軸は太く短くなった。これらの結果は、光環境によって、重力が茎の成長に与える影響が異なっていることを示している。また、明所において、重力が茎の成長に与える影響は植物種によって異なることが示された。したがって、将来の宇宙での植物栽培に向けて、より多くの植物種の重力反応を解析し、その成長特性を記載する必要があると思われる。

次に、子葉の成長を解析した。明所では、生育とともに、子葉の面積と生重量は大きくなったが、これらの増加に過重力は影響を与えなかった。ブロッコリー芽ばえにおいても、子葉の成長に過重力は影響しなかった(曾我ら 2020)。暗所で生育させた場合、スイートバジル子葉は、生育期間の間にわずかしかな成長しなかったが、この成長にも過重力は影響を与えなかった。すなわち、胚軸では、光環境によって、重力に対する反応が異なっていたが、子葉では、光環境にかかわらず、重力は成長に影響しないことが示された。

3. 腺毛発達に対する過重力の影響

明所、1 g、または、100 gの過重力環境で3~7日間生育させたスイートバジル子葉の腺毛の総数を計測した。子葉の表面では、発芽直後から多くの腺毛が存在したが、裏面にはわずかしかなかった。表面でも裏面でも、腺毛総数は生育期間の間に増加した。表面の腺毛総数には過重力は影響しなかったが、裏面の腺毛は、1 g下で生育させたものと比べて、数が少なかった。次に、腺毛を分泌細胞数によってわけて計測したところ、表面では、生育期間を通じて、1細胞腺毛が少なかった。また、生育とともに、2細胞腺毛や4細胞腺毛が増加した。腺毛の総数と同様に、これらの細胞数に過重力は影響しなかった。一方、裏面では、生育とともに、1細胞腺毛が減少し、2細胞腺毛と4細胞腺毛の数が増加した。過重力環境下でも、同様に、1細胞腺毛が減少し、2細胞腺毛と

4細胞腺毛の数が増加したが、4細胞腺毛の発達が抑制された。すなわち、スイートバジル子葉の裏面では、腺毛の形成と発達が重力によって制御されていると考えられる。

4. 精油生産に対する過重力の影響

3~7日間生育させたスイートバジル子葉に含まれる精油量を分析した。子葉でも本葉と同様に、シネオール、メチルオイゲノール、オイゲノールなどの精油が検出された。シネオールは、生育3日目では検出されなかったが、その後、量が増加し、5日目以降は一定であった。メチルオイゲノールも3日目には検出されなかったが、生育とともに、量が増加した。また、オイゲノールは、3日目から検出されたが、生育とともに量が減少し、7日目には検出されなかった。過重力環境下で生育させた子葉では、シネオール、メチルオイゲノール、オイゲノールともに、その量が減少した。すなわち、スイートバジル子葉では、精油生産が重力によって制御されていると考えられる。また、過重力により、子葉裏面の腺毛の発達が抑制されたことから、腺毛発達の抑制が精油量の減少の一因であると考えられる。

5. まとめ

スイートバジルの緑化芽ばえでは、過重力は胚軸と子葉の成長に影響を与えなかった。一方、腺毛の発達と精油の生産は過重力によって抑制された。したがって、重力はスイートバジルの腺毛の発達と精油の生産を制御する要因のひとつであると考えられる。今後は、腺毛発達と精油生産に対する過重力の影響をさらに検証するとともに、そのしくみを明らかにしていきたいと考えている。

本研究は、2016年度、ならびに、2019年度の大阪市立大学 戦略的研究経費(基盤研究)、および、ISAS 宇宙環境利用専門委員会 2019年度 萌芽研究、ならびに、2020年度 フロントローディング研究による助成を受けて行われたものです。

参考文献

- 1) Soga, K.; Gravity resistance in plants, *Biol. Sci. Space* 24: 129-134 (2010).
- 2) Soga, K.; Resistance of plants to gravitational force, *J. Plant Res.* 126: 589-596 (2013).
- 3) 曾我康一, 東山優花, 若林和幸, 稲富裕光, 保尊隆享; ブロッコリースプラウトの生産量と栄養成分に対する過重力の影響, *宇宙環境利用シンポジウム (第34回)* E-01 (2020).

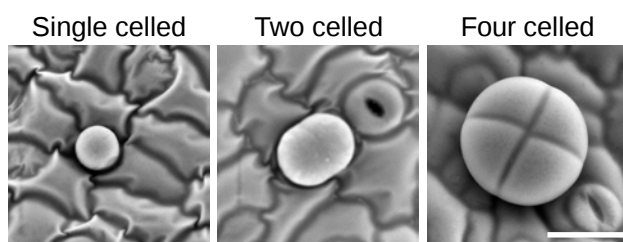


Fig.1 Glandular cells of sweet basil cotyledons.
Bar = 30 μ m.