

植物（カイワレダイコン）の発芽と成長に対する 強磁場による重力制御環境の影響

（広大院理¹，広大理²）○藤原 好恒¹，三宝 雅子²，藤原 昌夫¹

【序】我々は地上に設置した強磁石を用いてつくる重力制御環境におけるサイエンスを研究してきている。¹⁾今回は生物に対する研究²⁾の一環として、その磁場・重力制御環境が植物種子の発芽と成長に与える影響について調べた。

これまでに種子の発芽や成長に対する磁場の影響の研究はいくつか報告がある。しかし、重力制御が生じないと考えられる均一な磁場が発芽や成長に与える影響について調べた研究では、複数の植物種を用いてはいるもののその影響の有無については様々である。³⁾また、水平方向の磁気力が成長に与える力学的効果については、例えば廣田らによって確かめられた報告例がある。⁴⁾そして、今回の我々のように強磁場を用いた重力制御環境における研究としては、シロイヌナズナの根の伸長に関する研究がある。⁵⁾そこでは、予めある程度成長させた根を磁場内に水平に置き、それが垂直である鉛直方向の制御重力によって受ける影響について調べられたが、強磁場内では重力制御の有無にかかわらず全てにおいて対照より伸長することが確認された。

強磁石を用いた重力制御環境は、植物体内に多く存在する水などの反磁性物質に作用する磁気力を利用してつくられる。その磁気力は、鉛直方向に磁力線が走る縦型ボアをもつ超伝導磁石の強磁場、そしてその磁場強度の不均一さから生じる高磁場勾配の両者によって発生させる。発生した磁気力をもともと水に作用する重力と真逆の鉛直上方向に同じ大きさで作用させると、水は見かけ上重力がキャンセルされた微小重力環境に置かれる。一方、その磁気力を重力と同方向の鉛直下方向に作用させると、見かけ上重力が増加した過重力環境に置かれることになる。

こういった強磁場によってつくる見かけの重力制御環境は、地球周回軌道上の宇宙船内の単なる微小重力環境や遠心力による過重力環境とは異なり、強磁場という因子が同時に存在する複合環境場であることを特徴とする。したがって、宇宙や遠心とは異なった、強磁場と制御重力場の両方に起因する現象や影響が期待される。今回はカイワレダイコンを用い、種子の発芽と成長に対するそのような複合環境場の影響を研究した。

【実験】カイワレダイコン（株式会社トーホク）の種子は、予め水に浸し沈んだものを使用した。ガラス容器の底に一定量の水を吸わせた脱脂綿を敷き、その上に一定数の種子を重ならないように並べ、各磁場・重力制御環境に設置した。²⁰

で90時間放置した後に各磁場・重力制御環境から取り出し、発芽と成長の様子を写真撮影した。その画像を画像解析ソフト（ライブラリー、Cosmos32）によって解析し、長さ

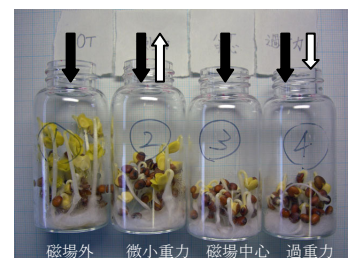


図1 各磁場・重力制御環境における種子の発芽と成長の様子。左から磁場外，微小重力，磁場中心，過重力の各環境。黒矢印は重力，白矢印は磁気力の方向と大きさを示す。

率を計測した。また、個々の種子の質量も測定した。各磁場・重力制御環境は中心磁束密度 15 T の縦型超伝導磁石 (JASTEC, LH15T40) を用いてつくられた。それら環境における磁束密度及び見かけの重力加速度は、磁場外 (磁束密度 ~ 0 T, 重力加速度 1 G (以降同様)), 微小重力 (10.7 T, ~ 0 G), 磁場中心 (15 T, 1 G), 過重力 (12 T, 1.8 G) の 4 種とした。発芽前の種子の位置がこれらの 4 種の磁場・重力制御環境になるように置いた。

【結果と考察】 今回の実験では、上述のシロイヌナズナの場合とは異なり、種子は発芽前から各磁場・重力制御環境に設置されていて、発芽後は磁場外ではもちろんのこと磁場内でも鉛直上方向に成長した。図 1 に各環境における成長の様子を示す。磁場外に比較し、磁場内では重力制御の有無に関わらず、成長は抑制されている様子が観察された。双葉を除いた茎と根の部分を含む長さの分布をグラフにしたものを図 2 に示す。矢印は平均値を示しているが、それらの差を 5 %危険率で検定した結果、磁場外との比較においては全て有意差があることがわかった。さらに、微小重力と過重力の間にも有意差があることがわかった。そこで、(1) 磁場外と磁場中心の比較から強磁場は鉛直方向の成長を抑えること、更に、(2) 微小重力と過重力の比較から見かけの重力増加はその抑制を更に強めることがわかった。一方、質量の平均値には、この長さほどの明確な違いは見られなかったことから、茎や根の太さが図 2 のような長さの違いを相殺するような変化を起こしている可能性が考えられる。また、発芽率は、93 (磁場外), 92 (微小重力), 87 (磁場中心), 87 % (過重力) となった。

【参考文献】

- 1) 北澤 監修, 磁気科学, アイピーシー (2002).
- 2) 例えば, Y. Fujiwara et al., *Mol. Phys.*, **104**, 1659 (2006).
- 3) 例えば, U. J. Pittman, *Biomedical Sci. Inst.*, **1**, 117 (1963); 阿部ら, *宇宙生物科学*, **11**, 240 (1997).
- 4) H. Hirota et al., *J. Appl. Phys.*, **85**, 5717 (1999).
- 5) 高橋ら, 東北大学金属材料研究所強磁場超伝導材料研究センター平成 9 年度年次報告, 315 (1998).

【謝辞】 この研究の一部は、日本学術振興会 アジア研究教育拠点事業「材料電磁プロセッシングの世界拠点の構築」の援助によって行われました。

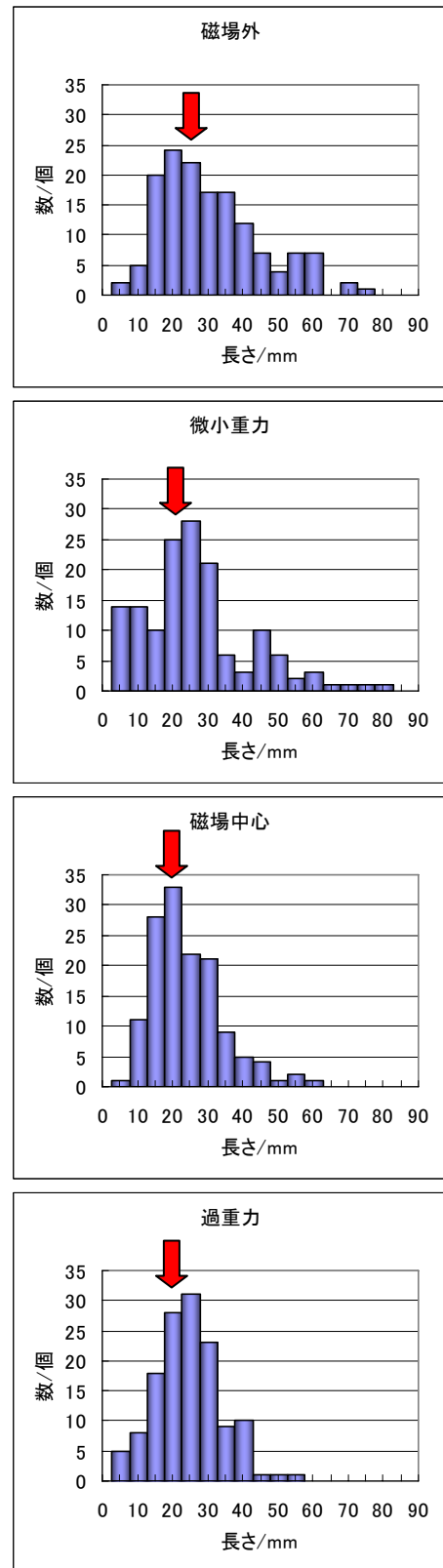


図 2 各磁場・重力制御環境において成長した長さの分布。ただし、双葉部分の長さは含まない。データ数は各々およそ 160 個。矢印は平均値を表す。