The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | Circumnutation in adzuki bean epicotyls:maintenance by asymmetric distribution of hormones and induction by light |
| Author(s) | 飯田, 幹之 |
| Citation | 大阪大学, 2017, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.18910/67110 |
| rights | |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

# 論　文　内　容　の　要　旨

| 氏　名　（　　飯田　幹之　　） | |
|---|---|
| 論文題名 | Circumnutation in adzuki bean epicotyls: maintenance by asymmetric distribution of hormones and induction by light<br>（アズキ上胚軸の回旋運動：ホルモン不等分布による維持と光による誘導） |

論文内容の要旨

茎や根などの軸性器官は、伸長に伴って生長運動を示す。中でも特徴的なものに、伸長する器官の先端が円や楕円の軌道を描く回旋運動がある。回旋運動は19 世紀から研究されてきたが、そのメカニズムや意義について、未解明の問題が多く残されている。オーキシンが重要な役割を果たすと考えられているが、その分布と回旋運動との関係も調べられていない。一方、光による回旋運動の制御を示唆する報告があるが、光刺激から回旋運動の開始あるいは停止に至る経路の全容を調べた例はない。

播種後6 日間白色光下で生育したアズキ（*Vigna angularis*）緑化上胚軸は、茎頂側から見て時計回り、60分周期の回旋運動を示した。回旋運動の屈曲は茎頂から1–3 cmの区間に見られ、その基部側端は上胚軸の伸長が完了する点とほぼ一致していた。回旋運動を示す上胚軸におけるホルモンの分布を調べるため、茎頂から0–1, 1–2, 2–3 cmの区間の上胚軸切片を切り出し、それをさらに、屈曲を基準に、凹側と凸側、あるいは次に凹になる側と次に凸になる側のペアになるように分割した。LC–MS 法を用いてホルモンを定量したところ、茎頂から1–2 cm の区間において、天然オーキシンIAA とジベレリン$GA_1$が、次に凸になる側に有意に偏って存在していた。この区間の切片は、外から与えたこれらのホルモンに対する応答性が最も高く、処理後15分から有意な伸長促進を示した。また、緑化上胚軸にオーキシン輸送阻害剤TIBAあるいはIAAを噴霧すると回旋運動が阻害された。これらの結果は、オーキシンの分布パターンが回旋運動の維持に重要であることを支持する。以上より、アズキ上胚軸では、光屈性や重力屈性と異なり、屈曲の凸側に隣り合う前凸側へホルモンが偏って分配されること、その結果15分後に伸長に差が生じて上胚軸が屈曲すること、これらが円周方向に連続して起こることによって60分周期の回旋運動が維持される可能性が示唆された。

次に回旋運動の開始について調べた。アズキ黄化上胚軸は回旋運動を示さないが、赤色あるいは青色光の照射により、照射開始後39時間から回旋運動が誘導された。回旋運動の周期はどちらの場合も60分だったが、赤色光下では青色光下と比べて振幅が有意に小さかった。赤色あるいは青色光下では、回旋運動の屈曲は茎頂から2–4 cm下の区間に見られ、その基部側端は上胚軸の伸長が完了する点より上に位置していた。さらに、回旋運動の誘導と重力屈性について調べた。黄化上胚軸に赤色光を36時間照射したところ、回旋運動の開始に先立ち、負の重力屈性の抑制が見られた。このとき、上胚軸の内皮細胞に含まれるアミロプラストの大きさと沈降速度が、暗黒に置いた場合より有意に低下していた。上胚軸は負の重力屈性によって直立を保っているため、以上の結果は、赤色光が、上胚軸の傾く頻度の上昇を介して、上胚軸に回旋運動のきっかけを与える可能性を示唆する。

様式 7

# 論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏　名　（　飯田　幹之　） | | | |
|---|---|---|---|
| 論文審査担当者 | | （職） | 氏　名 |
| | 主 査 | 教授 | 髙木 慎吾 |
| | 副 査 | 教授 | 柿本 辰男 |
| | 副 査 | 教授 | 松野 健治 |
| | 副 査 | 准教授 | 藤本 仰一 |

## 論文審査の結果の要旨

植物は成長に伴って特徴的な運動を示す。中でも、茎や根の先端が円軌道を描きながら伸びる回旋運動は、古くから研究者の興味をひきつけてきたが、その仕組みや意義について未解明の問題が多く残されている。飯田氏は、個体サイズが大きいこと、緑化上胚軸が安定した回旋運動を示すことなどから、アズキを材料として回旋運動の仕組みを解析した。回旋運動の測定においては、2 方向からの動画撮影のデータをフーリエ変換して回旋を検出するなどの工夫をしている。

まず緑化上胚軸における回旋運動の維持について、植物ホルモンの分布様式に注目し、回旋中の上胚軸の屈曲部をカミソリで切り分けてホルモンを定量し（岡山大学との共同研究）、次に凸側になる部分においてインドール酢酸（天然オーキシン）、ジベレリン A1、アブシジン酸の濃度が有意に高くなることを明らかにした。さらに上胚軸から切り出した切片の伸長に対するこれらのホルモンの効果を解析し、インドール酢酸とジベレリンとが、一定の待ち時間をおいて伸長を促進することを示し、これが円周方向に連続的に起こることによって回旋運動が維持される仮説を提唱した。回旋運動においてホルモンの不等分布を示したのはこれが初めてであり、上胚軸切片の伸長実験の結果から回旋の屈曲と維持とを定量的に説明することに成功しており、高く評価できる。

次に回旋運動の開始に注目し、暗黒で育てた黄化上胚軸は回旋を示さないが、赤色光もしくは青色光の照射によって回旋が誘導されること、回旋の開始に先立ち、上胚軸内皮細胞内のアミロプラストの澱粉粒のサイズおよびアミロプラストの運動性が減少して上胚軸の重力屈性が抑制されることを、丁寧な解析から見出した。同一植物の発生過程を追って回旋運動について解析した例は初めてで、光が重力屈性の抑制を介して回旋を誘導する可能性を示し、回旋運動の制御機構について重要な知見を提供した。以上により、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。