

氏 名 間野 絵梨子

学位（専攻分野） 博士（理学）

学位記番号 総研大甲第 977 号

学位授与の日付 平成 18 年 3 月 24 日

学位授与の要件 先導科学研究科 生命体科学専攻
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 Characterization of leaf movement in *Arabidopsis thaliana*.

論文審査委員	主 査 教授	池村 淑道
	教授	渡辺 正勝
	教授	堀内 嵩
	助教授	村田 隆
	教授	塚谷 裕一（東京大学）

Overall architecture of plants is determined not only by shape and size of each organ but also by relative positional relationship among individual organs. This aspect of growth control is intimately associated with environmental stimuli, such as light, temperature, nutritional conditions, and gravity. Such environmental response is exhibited as nastic movement and tropism, and different organs exhibit different responses to given environmental stimuli. Previous studies showed that the stems, roots and hypocotyls adjust their growth according to environmental stimuli. Like other organs, leaves are also considered to respond to various environments, but our knowledge about the positioning of leaves is lacking. To elucidate the mechanisms that determine the positioning of leaves in response to changes in environmental stimuli, I carried out physiological and genetic analyses of leaf movement using a model plant, *Arabidopsis thaliana* (hereafter, *Arabidopsis*). The radial pattern of leaf arrangement was unrelated to the direction of gravity under white light. On the other hand, the leaves bent up under darkness, demonstrating that light environments influence leaf position. To test the involvement of gravitropism in this movement, seedlings were placed upside-down in the dark. In this condition, leaves bent against the direction of gravity, but extent of movement was smaller than that seen in normal position. These results suggest that the dark-induced bent-up movement was caused by the combined actions of the shoot axis-dependent movement (nastic movement) and gravity-dependent movement (negative gravitropism). Furthermore, I found that in the proximal region of petiole, amyloplasts in the presumptive endodermal layer of petiole were sedimented according to the direction of gravity, but such a pattern was not observed in graviresponse mutants, *phosphoglucosylase* and *shoot gravitropism 2-1*. While these two mutants failed to respond normally to the gravity vector, they were still able to do nastic movement in the dark condition, further providing evidence for the involvement of nastic movement and gravitropism in the dark-induced bend up movement. Based on the above findings, I analyzed the movement of rosette leaves under various light conditions at normal and upside-down positions. My detailed analyses revealed that blue light suppressed the negative gravitropism and enhanced nastic movement, whereas red light controlled nastic movement so that leaves are arranged at a wider angle relative to the shoot axis. The effect of red light was found to be cancelled by far-red light irradiation, suggesting involvement of phytochromes in the red-light-mediated leaf positioning. To examine this possibility in detail, I analyzed relationship between red light and movement of leaves in the phytochrome mutants (*phyA* and *phyB*). As results, I found that *phyA* and *phyB* were involved not only in the red-light-mediated induction of nastic movement but also suppression of gravitropism, suggesting link between nastic movement and gravitropism by phytochromes.

In summary, my study revealed that how rosette form of radial leaf arrangement in *Arabidopsis* is determined in different light environments. While red light controls nastic movement so that leaves more away from the axis of shoot, blue light suppresses negative gravitropism. In the gravity perception, the sedimenting amyloplasts play an important role in the leaf, demonstrating that leaves use common components of gravitropism as in roots and stems. The positioning of rosette leaves is thought to be determined by combining two different types of movement, i.e. nastic movement and negative gravitropism according to light quality.

(論文審査結果)

植物の根は重力方向に、また花茎や胚軸は重力と反対方向に、伸長又は屈曲する。一方、葉の展開方向は花茎や胚軸や根とは異なり、重力方向に対して様々であり、葉が重力屈性を示すかどうかは明らかではなかった。間野絵梨子さんは、シロイヌナズナのロゼット葉を対象にした本研究において、連続光の照射下で、上下逆さまの状態に育てた植物体を正常な重力方向で育てた植物体と比較し、ロゼット葉の向きは正常な重力方向で育てた場合と変わりが無いことから、連続光の照射下ではシロイヌナズナの葉は重力依存的ではなく、シュート軸依存的に展開すると推論した。一方、暗所においてシロイヌナズナを正立状態で置くと葉が立ち上がり、上下逆の状態に暗所に置くと葉が反り返るといった葉の重力応答をも見出した。暗所での葉の動きは、重力に依存した動きだけでなく、シュート軸に依存した動きとの足しあわせであることも明らかにしている。

葉が重力情報を受感している機構に関して、アミロプラストが葉柄基部側の葉脈付近の細胞に局在し、重力方向に沈殿していることを細胞組織学的に観察している。花茎や胚軸や根において重力依存性に異常を示す突然変異体 (*phosphoglucosyltransferase, shoot gravitropism 2-1*) を用いると、この局在現象が見られず、それと同時に葉の重力応答も失われることも確認している。着目している葉の動きは連続光条件下で見られないことから、光により制御されていると考えられる。野生型シロイヌナズナのロゼット葉に対し、大型スペクトログラフで異なる波長の単色光を照射したところ、正の重力方向で青色光照射下では葉は暗所と同様に立ち上がったが、赤色光下ではシュート軸に依存した葉の動きは抑制されていた。複数の赤色光受容体変異体を用いた解析から、フィトクロム A と B (*phyA, phyB*) がこの制御機構に関与することを推論している。本研究は、葉の重力応答とその光による制御に関して、基本的な知見を提供しており、この分野の今後の発展に大きな貢献をすると、審査委員会は判断した。

以上のように、本博士論文には多数の重要な新知見が盛り込まれており、本論文は博士(理学)に十分値するものであると判断した。なお、本論文の主要部分は、申請者を筆頭著者として、植物生理学分野における国際学術誌 *Plant and Cell Physiology* 誌に掲載が確定している。