

光情報研究部門

和田 正 三

1998 年 4 月から 2005 年の 3 月までの 7 年間は客員教授として、2005 年 4 月からは特任教授として、光情報研究部門（旧情報制御研究部門）を使わせていただいている。植物が光情報を使って発生・生理反応を制御する光形態形成現象のメカニズムをあらゆる角度から研究している。

1. 目的

最近では特に、植物の葉緑体が光の強さに従って細胞内を移動する「光定位運動」のメカニズムを集中的に解析している。光受容体が光を吸収すると、光受容体（または光受容体複合体）から発せられる何らかの信号が葉緑体まで到達し、葉緑体は光に向かって、または光から逃避するように移動（運動）する。我々は光受容体による光受容から葉緑体が移動するまでのすべての過程の解明を目指している。

2. 成果

主な成果は次の通りである。1) 光受容体の解明。葉緑体運動が欠損したシロイヌナズナ、シダの突然変異体を選抜し、青色光の光受容体はフォトリピン 1 と 2 (phot1, phot2) であること、赤色光も有効なシダの場合、フィトクロムとフォトリピンのキメラ光受容体、フィトクロム 3/ ネオクロム 1 (phy3/neo1) であること、コケ (*Physcomitrella*) では青色光の受容体はフォトリピン A-1, A-2, B-1, B-2 であり、赤色光の受容体はフィトクロムであるがフォトリピンの信号伝達系を経由していること、など

を明らかにした。2) ヒザオリのネオクロム (neochrome) の発見。シダの phy3 と起源は異にするが、構造と機能が類似したキメラ光受容体を緑藻類のヒザオリ内に発見した。同一の構造と機能を持つ光受容体が植物の進化の過程で独立に二度起こったことを示した。3) 葉緑体上のアクチン微小繊維の発見。葉緑体が移動する際に、進行方向前方部にアクチンの微繊維が消長するのが観察され、葉緑体移動の原動力と考えられる。4) chup1 遺伝子の発見とその機能の解明。シロイヌナズナの葉緑体運動

葉緑体運動のモデル

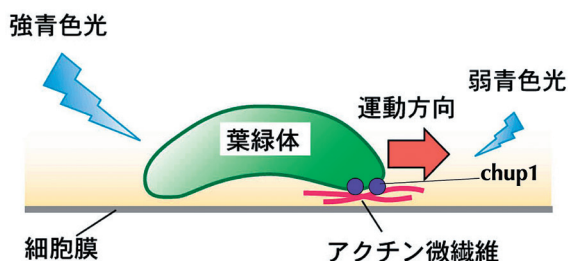


図 1. 葉緑体の光定位運動におけるアクチン微繊維の関与のモデル。強光による逃避運動、弱光による集合運動ともに、葉緑体の進行方向先端部に微細なアクチン繊維の重合脱重合が観察され、葉緑体の運動機能に重要な構造と考えられる。

が欠損した *chup1* 変異株を選抜し、遺伝子のクローニングをするとともに、この *chup1* タンパク質が葉緑体の外包膜に存在するアクチン繊維の重合に重要な役割を果たしていることを明らかにした。5) 葉緑体光定位運動の信号伝達の一部に働く遺伝子 *jac1* の同定。6) イネにおける MITE 型トランスポゾンの発見と、MITE 型トランスポゾンが転移しうることの証明。7) シダにおける DNAi の発見。シダの遺伝子の一部 (DNA 鎖 500 – 1000bp 程度) を細胞内に導入するとその遺伝子機能が押さえられることを発見した。

3. 今後

葉緑体運動は、光受容と信号の発生、信号伝達、葉緑体の移動の 3 素過程に分けられる。我々は光受容体を明らかにし、葉緑体の移動に関与するアクチン微繊維の存在を明らかにした。今後は、伝達される信号の解明、光受容体から信号が発せられる機構の解明、葉緑体上に存在すると考えられる信号受容体の特定、葉緑体移動に関与するアクチン微繊維の力発生機構の解明、以上の四つが主な研究課題である。

参考文献

1. Suetsugu, N., F., Mittmann, G., Wagner, J., Hughes, and M., Wada. (2005) A chimeric photoreceptor gene, NEOCHROME, has arisen twice during plant evolution. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102, 13705-13709.
2. Kagawa, T. and M. Wada. (2004) Chloroplast avoidance movement rate is fluence dependent. *Photochemical & Photobiological Sciences* 3, 592-595.
3. Oikawa, K., M. Kasahara, T. Kiyosue, T. Kagawa, N. Suetsugu, F. Takahashi, T. Kanegae, Y. Niwa, A. Kadota and M. Wada. (2003) CHLOROPLAST UNUSUAL POSITIONING1 is essential for proper chloroplast positioning. *Plant Cell* 15, 2805-2815.
4. Kikuchi, K., K. Terauchi, M. Wada, and H. Hirano. (2003) mPING is plant MITE mobilized in anther culture. *Nature* 421, 167-170.
5. Kawai, H., T. Kanegae, S. Christensen, T. Kiyosue, Y. Sato, T. Imaizumi, A. Kadota and M. Wada. (2003) Responses of ferns to red light are mediated by an unconventional photoreceptor. *Nature* 421, 287-290.
6. Kasahara, M., T. Kagawa, K. Oikawa, N. Suetsugu, M. Miyao, and M. Wada. (2002) Chloroplast avoidance movement reduces photodamage in plants. *Nature* 420, 829-832.
7. Sato, Y., M. Wada and A. Kadota. (2001) External Ca^{2+} is essential for chloroplast movement induced by mechanical stimulation but not by light stimulation. *Plant Physiology* 127, 497-504.
8. Imaizumi, T., A. Kadota, M. Hasebe and M. Wada. (2002) Cryptochrome light signals control development to suppress auxin sensitivity in the moss *Physcomitrella patens*. *Plant Cell* 14, 373-386.
9. Kinoshita, T., M. Doi, N. Suetsugu, T. Kagawa, M. Wada and K. Shimazaki. (2001) phot1 and phot2 mediate blue light regulation of stomatal opening. *Nature* 414, 656-660.
10. Sakai, T., T. Kagawa, M. Kasahara, T.E. Swartz, J.M. Christie, W.R. Briggs, M. Wada, and K. Okada (2001) Arabidopsis *nph1* and *npl1*: Blue-light receptors that mediate both phototropism and chloroplast relocation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 98, 6969-6974.
11. Kagawa, T., T. Sakai, N. Suetsugu, K. Oikawa, S. Ishiguro, T. Kato, S. Tabata, K. Okada and M. Wada. (2001) Arabidopsis NPL1: A phototropin homologue controlling the chloroplast high-light avoidance response. *Science* 291, 2138-2141.

