

細胞情報研究部門

神 谷 律
(客員部門)

すべての細胞は染色体の分配や膜小胞輸送などの運動を行う機構を持つ。またある種の細胞はアメーバ運動や鞭毛・繊毛運動を行って、外界を移動することもできる。これら細胞運動の様式は多様であるが、いずれの場合も基本機構はアクチンと微小管の2種類の細胞骨格繊維と、モーター蛋白質のミオシン、ダイニン、キネシンが相互作用して滑り力を発生することである。しかし、それらの蛋白質の活性がどのように調節されて多彩な運動現象が発生するのかは、多くの場合まだ不明である。

われわれは、微小管系運動のうち、研究が進んでいる鞭毛・繊毛運動を対象にして、ダイニン-微小管の力発生とその調節の機構を研究している。特に、周期的な屈曲波を発生する過程でダイニンの活性がどのように規則正しく制御されるのか、鞭毛軸糸内に多数存在するダイニン分子はそれぞれどのような機能を持つのか、といった問題の解明をめざしている。

その目的のために、これまでにクラミドモナスからダイニン異常変異株を多数単離し、運動性を解析してきた。それらの鞭毛の組成と構造解析により、ダイニン外腕と内腕は構成が全く異なり、外腕が3種の重鎖でできた1種類の複合体であるのに対して、内腕には7種類の亜種があり、合計8種の重鎖が含まれることが明らかになった。また軸糸内の配列も大きく異なり、外腕が1列に24nmごとと並んでいるのに対して内腕は96nmを周期として、複雑な配置で2列に並んでいることが判明した。

さらに、外腕と内腕は機能的にも異なっていた。変異株の鞭毛打波形の解析から、外腕は鞭毛打頻度を増大させる上で重要であるが、内腕は鞭毛の屈曲角を形成する上で重要であることがわかった。鞭毛は外腕がなくても低速で運動できるが、内腕すべてがないと運動できない。また、*in vitro* 運動系による微小管滑り速度の解析から、鞭毛内のダイニンの滑り速度も多様であることがわかった。一般に、滑り速度の異なるモーター蛋白質が共存すれば、運動速度の遅いモーターが速いものの負荷になり、効率が悪くなると考えられる。しかし、不思議なことに、鞭毛では多様なダイニンの共存が屈曲運動の発生に必須であることが、変異株の運動解析から明らかになった。異種のダイニンの活性は屈曲波の位相に応じて巧妙に調節されているに違いない。今後は滑り速度だけでなく力の解析を行って、ダイニンの力発生特性の基本的性質を明らかにしたいと考えている。

ダイニン異常突然変異株のうち、特に注目されるのは *ida5* というダイニン内腕の一部を欠失した変異株である。この変異株は、実はアクチンの遺伝子に大きな欠損があり、通常のアクチンを全く発現していないことが最近明らかになったからである。ダイニンの内腕にアクチンがサブユニットとして含まれていることは古くから知られており、微小管系の運動器官にアクチンが存在する特異な例として注目されていたが、その意味は不明であった。この変異株の解析により、ダイニン機能における

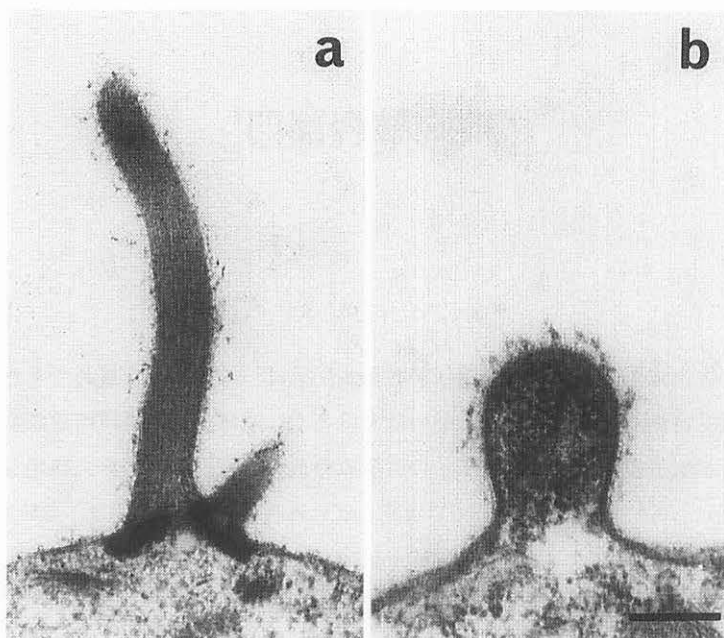


図1 野生株 (a) と *ida5* 変異株 (b) のプラス接合型配偶子における接合管。変異株ではFアクチンの束を芯にした細長い接合管が存在しないために正常な接合管ができない。スケール：0.3 μ m。

アクチンの役割が明らかになると期待される。意外なことに、この変異株は、増殖速度は野生株とかわらなかった。クラミドモナスやボルボックスなどの藻類にはアクチン遺伝子が一つしか存在しないと考えられているので、このことは、クラミドモナスの増殖には通常のアクチンは不要であることを意味しているように思われる。実際、この株の配偶子には、アクチンの束によって形成される接合管を作ることができない (図1)。しかし、蛋白質組織の解析の結果、通常のアクチンとは違うアクチン様蛋白質が発現している可能性が新たに示唆された。その新奇な蛋白質が、アクチンの重要機能を肩代わりしている可能性もある。現在その蛋白質の素性を解析中である。いずれにしても、この変異株は通常のアクチンの機能を検討する上で、極めて有用なものであると考えられる。現在改変アクチン遺伝子で形質転換する実験が進行中である。

参考文献

1. Kamiya, R. (1988). Mutations at twelve independent loci result in absence of outer dynein arms in *Chlamydomonas reinhardtii*. J. Cell Biol. 107, 2253-2258.
2. Kamiya, R., Kurimoto, E. and Muto, E. (1991). Two types of *Chlamydomonas* flagellar mutants missing different components of inner-arm dynein. J. Cell Biol. 112, 441-447.
3. Kagami, O. and Kamiya, R. (1992). Translocation and rotation of microtubules caused by multiple species of *Chlamydomonas* inner-arm dynein. J. Cell Sci. 103, 653-664.