

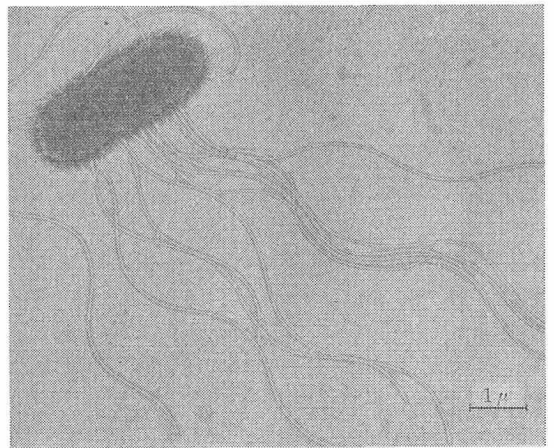
細菌べん毛の七不思議

飯野 徹 雄 (植物)

大腸菌やサルモネラ菌などの細胞を電子顕微鏡で観察すると、150 オングストローム程の直径をもち、長さが15 ミクロンに達する細長いせんいが数本、規則的な波を描いてコッペパン型のからだから伸びているのがみられる(第1図)。この微細なせんいがべん毛であり、私の永年の研究対象である。

べん毛はあまりにも細いために、光学顕微鏡でそのまま観察することはできないが、暗視野顕微鏡を使うと、その動きをみることができる。活発に運動している細菌では、1個の菌体から生えたべん毛がらせん状の束になって、尾のように伸び、スクリュー状の回転運動をしている(第2図)。このべん毛のスクリュー運動が、菌体の運動の推進力になっていることは、いろいろなべん毛の突然変異体の運動を観察してみるとよくわかる。菌体あたりのべん毛数の少なくなった突然変異体は、直進のスピードが落ち、3本以下のべん毛をもつ菌はべん毛束が回転しても直進できなくなる。べん毛を全く失うと、

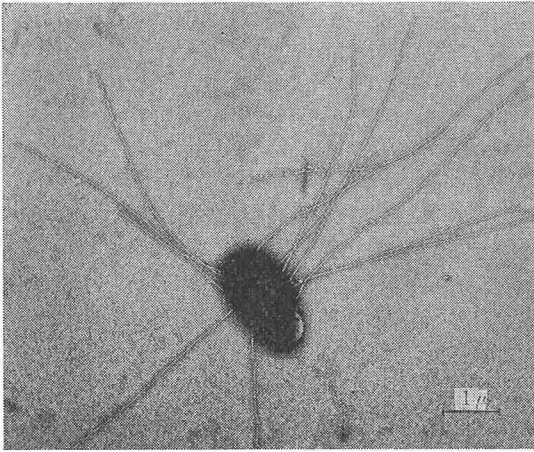
運動性も全くなくなる。べん毛の波型のいろいろに違う突然変異体を作って、運動のスピードを比べてみると、



第1図 電子顕微鏡でみたサルモネラ菌。



第2図 暗視野顕微鏡でみたサルモネラ菌。



第3図 直線型べん毛をもつサルモネラ菌の突然変異体。

それぞれに固有ならせんの排水力に比例してスピードが異なっているのがわかる。極端な型の突然変異体として、らせんを全く失った直線型べん毛の菌が得られているが、この菌は、予想通り全く運動性を失っている(第3図)。さらに別の突然変異体を使うと、べん毛の回転運動を起す装置は、細胞にうもれたべん毛基部にあることがわかる。私達が学生の頃の教科書には、べん毛らせんのアコーディオン運動によって、細菌が推進する図が描かれていたが、明らかにこの図は改訂されなければならない段階に来ている。

べん毛の構造についても最近までかなり研究が進んだ。せんい部分はフラジェリンと呼ばれる、分子量約5万のただ1種類だけのたん白質からできている。フラジェリン分子の粒が、らせん状に積み重ってせんいをつくっているのです。べん毛は中空の円筒となっている。せんいの基はフックと呼ばれる短い円筒につながり、細胞壁にうもれた基部顆粒に連結している。このように単純な構造をもち、しかも、その構造のわずかな変化が細菌の運動の変化として増幅して現われるので、細胞器官の形成の素過程を研究する材料として、べん毛は非常にすぐ

れている。この素過程はフラジェリンの一次構造を決定する構造遺伝子のDNAを起点とするたん白質合成系と、フラジェリンが自己集合するたん白重合系とからなっている。私達はこの素過程の分析を進めてきた。そして現在ではそれぞれの素過程と、細胞から分画した成分を組合わせて試験管の中で再現させることにも成功している。

ところで、研究を進めていると、未知の現象が一つ一つ解きほぐされて来るとともに、それと同じ位に解決のつかない新しい現象が見出されて来る。いま私達がかかえているべん毛の七不思議、それは次のようなものである。

第1の不思議：まえに述べたように、べん毛は基部で回転させられていることが確からしくなった。しかし一体基部のどんな機械仕掛によって、またどんなエネルギーを使って回転が引き起されるのだろうか。

第2の不思議：細菌が運動するためには、表面に生えている数本のべん毛が同調して動かなければならない。また走化性や走光性はこの同調が破れることによって起るらしい。細胞内の情報伝達系として非常にユニークなものでありながら、この同調性の具体的な機構は全くわかっていない。

第3の不思議：べん毛は、せんいの先端につぎつぎとフラジェリンが重合して生長することが明らかになった。ところでそのためには、細胞内で合成されたフラジェリン分子が長いせんいの管のなかをはるばると移動して先端にまで到達しなければならない。一体この分子の運搬はどのような仕組みで行なわれるのだろうか。

第4の不思議：生きている菌のべん毛は15 μ 程になると生長が止ってしまふ。ところが一旦生長が止ったべん毛を切断して短くすると再び生長を始め、もとの長さになる。一方フラジェリンを外から与えてせんいを生長させると、菌に生えるべん毛の最初の長さの3倍もあるせんいを作ることができる。一体何を物指にして菌はべん毛の長さを認識しているのだろうか。

第5の不思議：菌体の表面のべん毛の分布は、細菌の種類によって特長があり、この性質を突然変異によって変えることにはまだ誰も成功していない。一体べん毛の分布を決めている遺伝情報とはどんなものなのだろうか。

第6の不思議：べん毛の形成には10数種もの遺伝子が働いている。そのうちでフラジェリンの構造遺伝子以外のどの遺伝子の突然変異によっても、構造遺伝子の情報発現が転写の段階から止ってしまふ。この現象はこれまで知られている遺伝子調節の機構によっては全く説明

できない。

第7の不思議：私が20年もべん毛にとりつかれていること。これは私にとっては不思議ではないけれども、数多くの友人が不可解に思っているらしい。そうした友

人には“君も一度暗視野顕微鏡でべん毛を見て御覧！
そうしたらきっとべん毛の魅力にとりつかれるよ”と答えることにしている。

