

[最近のトピックス]

細胞のセンサーとして働く一次繊毛

小原 伸子

北海道医療大学歯学部口腔構造・機能発育学系 組織学分野

細胞の繊毛（線毛）と聞けば、まず細胞の表面にある運動能をもつ繊毛を思い浮かべるのではないだろうか。気道の上皮や卵管の上皮の繊毛などはその運動によって細胞表面の物を一定の方向に送る。人によっては泳ぎ回るゾウリムシの繊毛が頭に浮かんだかもしれないが、こちらは繊毛運動によって自らが動く。繊毛は単細胞の生物から脊椎動物まで広く存在し、その内部構造はよく似ていて、細胞膜に囲まれた繊毛の内部には9組の微小管が放射状に配列しており、運動性の繊毛（motile cilia）では中心部にさらに2本の微小管があるのが一般的である（図1A）。運動繊毛は体内の特別な細胞にしか存在しないが、脊椎動物ではこれとは別に一次繊毛（primary cilia）といわれる繊毛がほとんどあらゆる細胞にあって、発生や生体の恒常性の維持に関わっているらしいことが明らかになってきた。⁽¹⁾

一次繊毛は先に述べた運動繊毛と異なり、中心部の2本の微小管を欠き、9組の2連微小管をもつ（図1B）、一般的には運動しない繊毛である。運動繊毛も一次繊毛も基部には基底小体と呼ばれる構造があり（図1D）、この部分の微小管は3連で、中心小体の微小管と同じ構造になっている（図1C）。一次繊毛の基底小体の直下には細胞分裂時に染色体分離の基点となる中心小体が、これと直行する配列で並んでいるが、実は2個の中心小体のうちの1個が一次繊毛の基底小体となることがわかっている。細胞分裂時には基底小体は再び中心小体になるので、分裂中は一次繊毛は消失する。運動しないこの繊毛は、では何をしているのかというと、外界の環境をキャッチするアンテナとして働いているらしく、化学物質や光や機械的刺激によるシグナル伝達において重要な役割を果たしていることが示されてきた。一次繊毛は特別な一部の細胞だけでなく、非常に多くの細胞にあるため、その働きが損なわれた場合の影響も大きい。一次繊毛が機能するために必要な蛋白は多数知られているが、それらのどれかひとつの変異により引き起こされる症状は広範にわたり、異なる遺伝子の異常が似た症状を引き起こすことになる。典型的な例として知られるBardet Biedl症候群（BBS）では嚢胞腎（cystic kidney）や網膜色素変性、多指症、内臓逆位、精神薄弱などの複

雑な一連の表現型を引き起こす少なくとも14の遺伝子が知られている。

かなり前から電子顕微鏡による観察などで存在を知られていながら、何をしているのかわからなかった一次繊毛であるが、このところ脚光をあびており、歯の発生にも関わっているらしい。⁽³⁾

参考文献

- 1) Gerdes JM, Davis EE, Katsanis N. The vertebrate primary cilium in development, homeostasis, and disease. *Cell*. 2009 ; 137 : 32–45.
- 2) Fischer E, Pontoglio M. Planar cell polarity and cilia. *Semin Cell Dev Biol*. 2009 ; 20 : 998–1005.
- 3) Ohazama A, Haycraft CJ, Seppala M, Blackburn J, Ghafoor S, Cobourne M, Martinelli DC, Fan CM, Peterkova R, Lesot H, Yoder BK, Sharpe PT. Primary cilia regulate Shh activity in the control of molar tooth number. *Development*. 2009 ; 136 : 897–903.

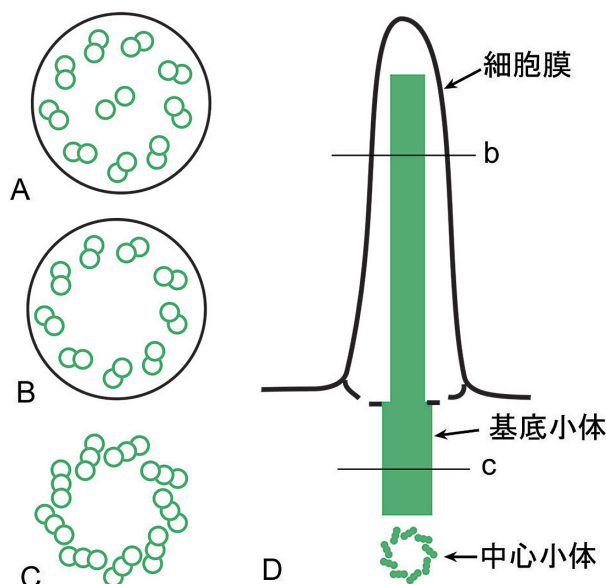


図1 9+2の構造を示す運動繊毛の微小管の配列（A）と9+0の構造をもつ一次繊毛の微小管の配列（B）。中心小体と基底小体の微小管（C）。一次繊毛の模式図。bとcの位置で横断すると微小管の配列はそれぞれ、（B）、（C）のようになる。