

生細胞観察によるテトラヒメナとゾウリムシの細胞分裂の比較

菅井 俊郎 (茨城大・理・生物科学)

Observations of cell division in living cells of *Tetrahymena* and *Paramecium*
—a comparison

Toshiro SUGAI (Biological Sciences, Faculty of Science, Ibaraki University)

SUMMARY

Morphological studies of cell divisions in ciliates have previously been done using fixed cells. In this study, we describe our observations of cell divisions in living cells of *Tetrahymena* and *Paramecium*. In a dividing *T. thermophila* cell, the micronucleus (MIC) that has just completed mitosis on the cell cortex pulls the macronucleus (MAC). The MIC and MAC are in direct contact, after that, the MIC detaches from the cell cortex. In dividing *P. caudatum* and *P. aurelia* cells, the ellipsoidal MAC moves from the oral apparatus to the anterior contractile vacuole, transforms to a round shape and moves close to the division furrow. The round MAC then changes to a sausage shape and divides. The MIC is attached to MAC until the anaphase, but then detaches from the MAC and becomes randomly located in the cytoplasm. The MIC keep elongating and forms a very long separation spindle, which lies parallel to the elongated MAC. The MIC completes mitosis before the MAC has completed its division. Free cytoplasmic organelles usually move by cyclosis in *Paramecium*. However, when the number of organelles decreases, the organelles are mainly located in the posterior half of the cell. During cell division, the organelles move to the cell center, become located in a columnar space and show saltatory movement. After the cell division, the organelles are almost equally partitioned to the two daughter cells. Our research shows that *Tetrahymena* and *Paramecium* have different mechanisms to partition their DNA and free cytoplasmic organelles during cell division.

[目的] 繊毛虫の細胞分裂の過程は、固定した細胞で主に研究されてきた。我々は、テトラヒメナで、細胞を透明にする方法を開発し、細胞分裂の生細胞の経時観察を行ってきた。その結果、①大核内に球状クロマチン（大核ゲノム）が出現し、DNA 分配の単位となっていること、②細胞質の遊離のオルガネラが、大核に一時的に付着することによって娘細胞へ均等に分配されること、③小核の分裂過程での正確な位置決め等を見いだした。今回、テトラヒメナについて、これまで未観察だった小核の分裂の最後の時期を調べ、小核分裂の全過程をまとめた。また、同様の生細胞観察を2種のゾウリムシ (*Paramecium*

caudatum と *P. aurelia*) の分裂細胞について行った。理由は、テトラヒメナでは、大核は細胞の中央で分裂し、小核は細胞表層に付着して分裂するのに対し、ゾウリムシでは、大核が細胞表層に付着して分裂し、小核が細胞中央で分裂するという全く反対の位置をとるので、異なった現象があると予想されるからである。*P. aurelia* では、テトラヒメナとゾウリムシの細胞分裂を比較し、相違点や共通点を調べる。

[材料と方法] *Tetrahymena thermophila* B 株を使用した。対数増殖期初期の細胞を餓餓状態にし、異なる接合型を混合して分裂を誘導した。本実験で使用し

た *Paramecium aurelia* と *P. caudatum* は、高橋より分与された多数の株の中から、核が容易に観察できるものを選んだものである。前者の種類と後者の *syngen* は不明である。対数増殖期の培養を低速遠心して大型の細胞を選択して観察した。観察には、位相差と蛍光顕微鏡を用いた。DNA は、生細胞では Hoechst33342 で、固定細胞では DAPI で染色した。

【結果】 テトラヒメナの小核は大核に付着しているが、細胞分裂時には表層に移行し分裂する。この後、どのようにして大核に戻るかを観察した。分裂後の丸い小核は涙型になり、尖った先を大核に向けた。この後また丸くなったが、大核が小核に向かって伸長した。大核の先端が表層の小核に接触すると、小核は表層より離れ、大核は再び球形に戻った。

ゾウリムシの場合、小核を付着させた大核は、紡錘形または楕円形であり、一端で口部装置に付着し他方は遊離している。分裂期には口部装置より離れ、細胞の背中側の前の収縮胞に移動した。そこで球形になり、表層に接する部分は扁平になった。次に、細胞の赤道に向かって移動したが、形成され始めた分裂溝に端が接触すると変形し、分裂溝に中心が合うように棒状となった。直後に真中がくびれて分裂した。小核は、大核が収縮胞に移動する時に、有糸分裂前期になり、後期に均一な太さの棒状になるまで大核に付着していた。大核より離れるとダンベル形になったが、位置も方向性もランダムだった。その後、非常に長い *separation spindle* を形成すると、分裂中の細長い大核と平行になったが、末端は表層に接触することなく大核の端付近にあった。

この核は、大核の分裂完了前に中央の *spindle* 部分を切り離し有糸分裂を完了した。

次に、細胞質に遊離しているオルガネラの挙動を細胞分裂を通じ、ゾウリムシで調べた。分裂中の大核がくびれた時期に、*cyclosis*(原形質流動)が停止し、細胞中央の前後に細長い区間にオルガネラが均等に分布した。間期に *cyclosis* では動かない後端のクリスタル等もこの区間に移動した。この区間への移動と区間内の動きは、跳躍運動であった。細胞が分裂すると、オルガネラは娘細胞にほぼ均等に分配された。*P. caudatum* と *P. aurelia* とも、核の分裂、細胞質遊離オルガネラの分配は、ほぼ同じであった。

【考察】 *P. aurelia* では、Tucker et al(198)によって固定細胞での細胞分裂の時期分けが行われた。これの核の行動の記載と本研究の結果は、小核の位置や大核の位置決めに関し、相違点がある。種類によるのか、方法の違いによるのかは分からない。また、*cyclosis* を詳細に調べた Sikora の一連の研究(1976, 1980)では、本研究で明らかになったオルガネラの分配が行われる時期は *cyclosis* は停止していない時期とあり、大規模な跳躍運動も記載されていない。

テトラヒメナとゾウリムシは、DNA とオルガネラを均等に分配するのに、異なる機構を使っている。

【文献】

- 1) Sikora, J. and Kuznicki, L. (1976) Acta Protozool., 15:173-178
- 2) Sikora, J. (1981) Protoplasma, 109:57-77
- 3) Tucker, J. B. et al (1980) J. Cell Sci., 44: 135-151