

繊毛虫の核分裂 — 核の位置決めによるDNAの娘細胞への均等分配

菅井俊郎 (茨城大学理学部生物科学)

The nuclear division in ciliate-DNA distribution to daughter cells by nuclear positioning

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

SUMMARY

A ciliate has two kinds of nuclei in a cell: a macronucleus (MAC) and a micronucleus (MIC). During cell division, the MAC divides amitotically and the MIC divides mitotically. The mechanism of MAC amitosis is unknown. Nuclear division in three species of *Euplotes* was observed in living cells. The U- or τ -shaped MAC shortened to a rod shape at the end of S phase and was positioned just under the division furrow. The anteriorly located MIC moved with the anterior replication band to the division furrow. Based on these results, together with previous results for *Tetrahymena* and *Paramecium*, we propose that even distribution of DNA to the daughter cells is achieved by precise nuclear positioning. Ciliates have a unique mechanism of DNA distribution.

【目的】 繊毛虫の細胞は大核と小核を持つ。小核は有糸分裂で、大核は無糸分裂によって、複製されたDNAを娘細胞に分配する。繊毛虫の大核の位置は、中央にあるとは限らず、形も球、楕円、紡錘、棒、数珠状と様々であるが、分裂前には短縮（球以外）する事が知られている。昨年、テトラヒメナとゾウリムシの細胞分裂の際の核分裂を生細胞で観察すると、今までの観察方法ではわからなかった核の変形と行動があり、種類により異なることがわかった。これらの意味を考えるため、今回はU又は τ 字形の大核を持つユープロテス3種類の細胞分裂を生細胞で観察した。この結果とこれまでの結果から、核の変形と移動の意味を新しい見方から統一的に考える。

【材料と方法】 *Euplotes aediculatus*, *E. eurystomus*, *E. woodruffi*の3種類を使用した。クロロゴニウム、またはテトラヒメナで培養し、対数増殖期に観察した。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、固定細胞はDAPIで染色した。

【結果】 *E. aediculatus*の大核はC字形をしていて、C字の開いている部分は細胞右後方を向いているので中心は細胞前半にあった。小核は大核に付着せず、左前にあった。S期後半に大核は短縮を始め、2本の複製帯が合わさる時には短い棒状になり、細胞の左側に位置した、この時複製帯は前端と後端から等距離にあり、分裂溝が入る位置と一致していた。また左前方にあった小核は、S期途中で前方から進行してきた複製帯が横に來ると、以後並んで移動し、位置決めを行い、大核の中心よりやや前方で大核に先行して分裂した。 τ 字形の大核を持つ*E. woodruffi*では、大核の重心はかなり前にあるが、S期完了時に短い棒状になって位置決めをすることと、小核の行動は同じ

であった。また、*E. eurystomus*の核の行動も同じであった。今回の*Euplotes* 3種類の結果と、昨年報告したテトラヒメナ、ゾウリムシ2種類の結果から、大核は種による形の違いにかかわらず、棒状になって分裂し、その時には、分裂溝の直下に位置することがわかった。小核も位置決めを行っていたので、位置決めによるDNAの娘細胞への均等分配という仮説を提案する。

【考察】 繊毛虫の大核の無糸分裂の機構は不明である。核内に微小管が出現するので、無糸分裂ではないとする考えもあるが、この微小管の役割も不明である。テトラヒメナの細胞質分裂欠損突然変異体(cdaC)でも、大核の分裂は起こる。また、大核の位置を分裂溝の位置から人為的に移動させると、核の不等分裂が誘導されることなどから、大核の分裂装置は、収縮環とは別に分裂溝の直下にあると思われる。実際この場所に微小管が多く存在することが知られている¹⁾。大核にはDNAを均等に分配する機構はなく、外側からくびられるので、その場所に正確に位置決めをする必要があると考える。他の細胞のように核や紡錘体が分裂溝の位置を決定するのではなく、分裂溝の位置に核を配置する。今まで、分裂前に長い大核が短縮するのは、核の内容を混合するためと思われてきた²⁾。なぜ混合する必要があるのか、確実な証拠はない。短縮するのは、位置決めのためと解釈できる。また、大核が分裂直前に棒状になるのは、球よりも位置決めを正確にしなくても良いからかもしれない。

繊毛虫細胞は大きいので、小核も有糸分裂では長大なseparation spindleを形成するが、これだけでは娘細胞への正確な分配には不十分であり、調べた種類全てで、種類特有の位置決めを行っていた。今回調べた*Euplotes*では複製帯と伴に移動していたので、複

製帯の移動の機構は知られていないが、核外に何らかの構造があると思われる。またゾウリムシの接合完了体の細胞分裂でも、大核原基や大核断片の分配も位置決めで説明出来る。

DNAの1:1の分配は、有糸分裂だけで行われているのではなく、繊毛虫では、別の機構を発達させた。

【文献】

1. Fujiu, K. and Numata, O. (2000) Cell Motil. Cytoskel. 46: 17-27.
2. Raikov, I. B. (1982) The Protozoan Nucleus. Springer