

渦鞭毛虫の初期進化：遊走子のネオテニーとコア渦鞭毛虫の出現

福田 康弘（金沢大・院自然科学・生命科学）

Origin of core-dinoflagellates via neoteny of noctilucid-like zoospores

Yasuhiro FUKUDA (Div. of Life Sci., Grad. Sch. of Natural Sci. and Technol., Kanazawa Univ.)

SUMMARY

Dinoflagellates have some of the most unique protozoan characteristics (e.g., they lack histone proteins, have condensed chromosomes throughout the cell cycle, and have RNA editing). My previous study suggested that *N. scintillans* is the second-earliest branch after *Oxyrrhis marina* within the dinoflagellates. Here, I propose that noctilucids are a possible evolutionary link between ancestral diploid dinoflagellates and other haploid core dinoflagellates. If this hypothesis is correct, a common ancestor of the core dinoflagellates would have evolved from an ancestor with a haploid nucleus (such as the noctilucid gametes) via neoteny. This would have made it possible for the haploid trophonts (the

core dinoflagellates) to evolve from the diploid trophonts (*Oxyrrhis* and *Noctiluca*). Thus, the haploidization of the ancestor (the core dinoflagellates) would have rapidly radiated; which is supported by the low resolution of their phylogenetic relationships. Some (or most) members of the core dinoflagellates subsequently would have acquired the ability to sexually reproduce. This would have led to a transient post-mating diploid state followed by meiosis; which is supported by the fact that some species show a very short diploidy period from gamete fusion to meiosis during sexual reproduction. This hypothesis could also help to elucidate the evolution of the alveolates.

[Background]

渦鞭毛虫 (dinoflagellate) は二本の鞭毛を持つ Alveolata 超門に属する鞭毛虫類である。また、渦鞭毛虫は、染色体は細胞周期全体を通して凝縮した染色体、ヒストンタンパク質と異なるたんぱく質によるクロマチン、高頻度の RNA editing による mRNA の成熟など、他の真核生物には見られない特徴を持つ。渦鞭毛虫の進化、類縁関係を考えると、渦鞭毛虫は大きく二つのグループに分けることができる。すなわち、比較的近年になって急速に放散したコア渦鞭毛虫と、それ以外の祖先的な渦鞭毛虫である。コア渦鞭毛虫が先に挙げた渦鞭毛虫特有の形質を持ち、典型的渦鞭毛虫とも言える。オキシリス、ヤコウチュウ、共生藻の一部を除くほぼすべての渦鞭毛虫が、このコア渦鞭毛虫に含まれる。

これまで、渦鞭毛虫類の分子系統解析は様々な遺伝子を用いて行われてきた。18S rDNA、 β -tubulin 遺伝子と HSP90 遺伝子の分子系統解析結果では、オキシリスが最も祖先的な渦鞭毛虫となる。ヤコウチュウはオキシリスに次いで分岐し、コア渦鞭毛虫に最も近縁な祖先的な渦鞭毛虫である可能性が強く示唆される。そして、大多数の渦鞭毛虫であるコア渦鞭毛虫がオキシリスとヤコウチュウの分岐以後、急速に放散する。

二分裂期のオキシリス、ヤコウチュウの栄養体は二倍体とされる。また、ヤコウチュウ栄養体の核では、コア渦鞭毛虫と異なり、染色体が凝縮していない。また、ヤコウチュウの遊走子には、分化の程度が低いとみなせる典型的なコア渦鞭毛虫様の形質が確認されている。私は、ヤコウチュウが祖先的な渦鞭毛虫であるとする立場から、ヤコウチュウの遊走子の形態とコア渦鞭毛虫の特徴を考慮し、渦鞭毛虫の祖先が持っていたと想定される形質を想定し、渦鞭毛虫の初期進化について考察する。

[Theory]

渦鞭毛虫の共通祖先細胞として、2本の鞭毛を持つ二倍体の鞭毛虫を想定する。この鞭毛虫は、アルベオラス、典型的な真核生物と同様の核、未発達な縦溝と横溝などをもっていたと思われる。加えて、この鞭毛虫は有性生殖過程を持っていたであろう。この渦鞭毛虫の共通祖先から、オキシリスが分岐した後、有性生殖時に出現する (ヤコウチュウの遊走

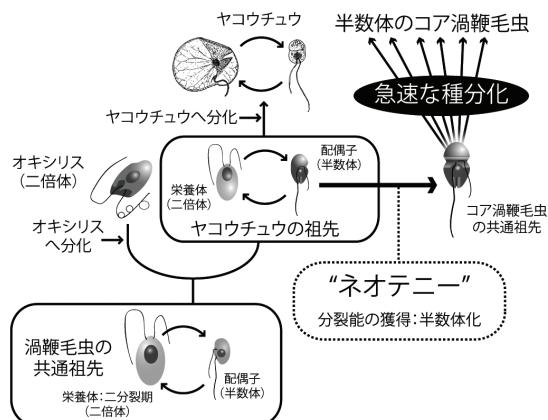


図 遊走子ネオテニー説のモデル

子のような) 半数体の配偶子が分裂能を獲得しコア渦鞭毛虫の祖先細胞が出現したと考える。すなわち遊走子のネオテニーである。コア渦鞭毛虫は半数体の核を獲得したため、短期間で多様な形質を獲得し、また他の真核生物には見られない形質を持てるようになったのではないだろうか。一方、従来の生活環を保持した細胞で、二倍体の細胞が高度に特殊化し、その後、ヤコウチュウへと進化したと想定している。

[参考文献]

- Fukuda, Y., Endoh, H., (2006). Eur. J. Protistol., 42: 209-219.
- Fukuda, Y., Endoh, H., (2008). Phylogenetic analyses of the dinoflagellate *Noctiluca scintillans* based on β -tubulin and Hsp90 genes. Eur. J. Protistol., 44: 27-33.
- Leander, B.S., Keeling, P.J., (2004). J. Phycol., 40: 341-350.
- Loeblich, A.R., (1984). Spector, D.L. (Ed). Dinoflagellates. Academic Press, Orlando, USA, pp. 181-199.
- Saldarriaga, J.F., McEwan, M.L., Fast, N.M., Taylor, F.J.R., Keeling, P.J., (2003). Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 53: 355-365.