

# 論文審査の結果の要旨

氏名 高原 学

本論文は4章からなり、第1章は単細胞原始紅藻 *Cyanidioschyzon merolae* からの2つの *ftsZ* 遺伝子の単離、第2章は色素体型 *ftsZ* 遺伝子(*CmftsZ2*)の発現の分裂周期中での時期特異性の解析、第3章は *CmFtsZ2* タンパク質の *C. merolae* 細胞内での局在、第4章はミトコンドリア型 *ftsZ* 遺伝子の発見とその解析について述べられている。

ミトコンドリアと色素体は、それぞれ $\alpha$ プロテオ細菌と藍色細菌が原始真核細胞へ細胞内共生することにより誕生した。これらのオルガネラの祖先となった原核生物では *ftsZ* が最も基本的な分裂遺伝子と考えられている。近年、*ftsZ* が真核生物の葉緑体の分裂にも関与することが知られてきたが、その解明はまだ十分に進んでいるとは言えない。本論文では、分裂装置が明瞭で、体制が単純であり、またオルガネラの分裂同調培養系も確立されている単細胞原始紅藻 *C. merolae* を研究材料に用い、*ftsZ* 遺伝子を単離し解析を行っている。

第1章では、*C. merolae* からの2つの *ftsZ* 遺伝子(*CmftsZ1*, *CmftsZ2*)の単離について述べられている。分子系統解析の結果、*CmftsZ2* は色素体型の *ftsZ* 遺伝子であったが、*CmftsZ1* はミトコンドリア由来の *ftsZ* 遺伝子であることが示唆された。従来、ミトコンドリア型の *ftsZ* 遺伝子は存在しないと考えられていたが、本論文ではその通説を覆し、ミトコンドリア型 *ftsZ* 遺伝子の発見が述べられている。

第2章では、まず色素体型 *ftsZ* 遺伝子(*CmftsZ2*)に注目し、その発現パターンと色素体分裂の関係を解析した。その結果、*CmftsZ2* の転写産物の蓄積が分裂期直前で特異的に見られること、分裂が同調して起こる暗期の初期において

CmFtsZ2 蛋白質量が時期特異的に増加することが明らかになった。これらの結果から、CmFtsZ2 は色素体の分裂期に時期特異的に発現し、また転写レベルでの発現調節を受けていることが示唆された。また、CmFtsZ2 は分裂終了後、速やかな分解を受けることも示唆された。また、この時期特異的な発現は光や内在性リズムではなくオルガネラの分裂に関連して起こることも示された。

第3章では、さらに CmFtsZ2 蛋白質の *C. merolae* の細胞内局在を分子生物学的・形態学的の両面から解析した。これらの結果から CmFtsZ2 は確かに葉緑体内部に局在することが示された。しかし、色素体分裂リング上への局在は見られず、むしろチラコイド膜領域に金コロイドの粒子の多くが局在していた。この結果から CmFtsZ2 は色素体分裂リングの主成分ではない可能性が高いと推察された。

第4章では、第1章で単離したミトコンドリア型 *ftsZ* 遺伝子(*CmftsZ1*)について、詳細な解析が進められている。この *CmftsZ1* について、発現の経時的変化を解析したところ、*CmftsZ2* と同様、転写産物の蓄積が分裂期直前で特異的に見られること、分裂が同調して起こる暗期の初期において CmFtsZ1 蛋白質量が時期特異的に増加することが明らかになった。これらの結果から、CmFtsZ1 も CmFtsZ2 と同様、分裂期に時期特異的に発現し、また転写レベルでの発現調節を受けていると考えられる。またウェスタン解析と免疫電顕観察により、CmFtsZ1 はミトコンドリアに局在することが示唆された。

FtsZ の発現の時期特異性や細胞内局在の解析はこれまでにほとんどなされておらず、独創性が高いと思われる。本論文では、1つの細胞周期内で FtsZ がオルガネラの分裂期に特異的に発現し、分裂期終了後は速やかに分解されるという動態が明らかにされた。このような動態は、オルガネラの高度な分裂同調の可能な *C. merolae* を用いた本研究で初めて明らかにされたものであり、

オルガネラの分裂に関わる遺伝子の発現変化という点でも初めての報告である。FtsZ の細胞内局在については今後さらに解析を行う必要もあると思われるが、原核生物とは異なる局在の可能性を示した点は今後の発展性を考えると意味深いものと思われる。またミトコンドリア型 FtsZ についてはこれまで本研究を含めて2種の生物でしか発見されておらず、ミトコンドリア型 FtsZ の発見について述べられた本論文の新規性は高いと判断できる。

なお本論文の第1章・第4章は、高橋秀典、松永幸大、宮城島進也、高野博嘉、酒井敦、河野重行、黒岩常祥との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断できる。

従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。