

氏 名	横 村 英 一 よこ むら えい いち
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 181 号
学位授与の日付	昭 和 42 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	An Electron Microscopic Study of DNA-like Fibrils in Chloroplasts and Mitochondria (葉緑体及びミトコンドリアの DNA 様 Fibril の電子顕微鏡的研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 新 家 浪 雄 教 授 芦 田 譲 治 教 授 北 村 四 郎

論 文 内 容 の 要 旨

数年前から、葉緑体やミトコンドリアに、核の DNA とはちがった塩基組成をもつ DNA が含まれていることが、生化学的に明らかにされている。一方、電子顕微鏡的にも、葉緑体とミトコンドリアの基質内に DNA を含むと推測されるフィブリル (直径, 25~30Å) が存在することが、数種の植物、おもに高等植物で認められ、DNA 様フィブリルとよばれている。本研究は、このフィブリルの構造が、1) 高等植物だけでなく、下等植物、とくにソウ類細胞の葉緑体とミトコンドリアにも、普遍的に認められるかどうか、2) 植物の生活環を通じて存在するかどうか、3) 電子顕微鏡的にどのような構造をもつか、4) DNA を含むかどうか、などおもな研究目的としたもので、内容的に4部に分かれている。

主論文第一部は、紅ソウ (3種)、カッソウ (2種)、緑ソウ (3種)、輪ソウ (1種)、コケ類 (4種)、シダ植物 (1種)、裸子植物 (2種)、被子植物 (3種) から、計19種の植物をえらび、これらの葉緑体の構造を電子顕微鏡的にしらべたものである。その結果によると、上にあげた19種の植物については、例外なく、葉緑体基質内に低電子密度の部分があり、その内部に直径、3~4 mμ の高電子密度のフィブリルが認められた。これらの研究結果から、DNA 様フィブリルは、植物の葉緑体の普遍的な形態学的構成要素の一つであると結論されている。

また、DNA 様フィブリル構造は、植物の種によって多少ちがいが、フィブリルの他に、高電子密度の集塊や太い糸状体などを伴うものがある。これらの構造は、フィブリルの凝集程度のちがいによるものと説明されている。また、DNA 様フィブリル構造の種による特異性は、数種のちがった固定液によっても、ほとんど変化しない。したがって、これらの構造は人為的構造とは考えにくいとしている。

主論文第二部は、ミトコンドリア内の DNA 様フィブリルの、構造と普遍性とを研究したものである。DNA 様フィブリル構造は、動物細胞のミトコンドリアでは、かなり広く分布することがわかっているが、植物細胞については、研究がすくなく、その普遍性は不明である。本研究によると、このフィブリル構造は、紅ソウ、カッソウ、緑ソウ、輪ソウ、コケ類、シダ植物、裸子植物、被子植物の細胞の、ミトコ

ンドリアの基質内に広く認められ、おそらく、植物細胞のミトコンドリア構成上の、一般的要素の一つであると考えられている。なお、DNA 様フィブリルの形状や構造は、葉緑体のものとは異なる。

主論文第三部は、ハウレンソウの葉の、葉緑体とミトコンドリア内の、DNA 様フィブリルに対する、DNA 分解酵素の影響を、電子顕微鏡的にしらべたものである。この結果によると、分解酵素で16時間、37°C で処理したものでは、大きい影響を受けた。すなわち、多くの細胞では、葉緑体とミトコンドリア内の、高電子密度の DNA 様フィブリルは認められず、わずかな電子密度を示すフィブリル構造が、かすかに認められるにすぎなかった。24時間処理の場合も同じであった。これらの結果から、葉緑体とミトコンドリアの DNA 様フィブリルには、DNA の他に、DNA 分解酵素で消化されない物質も含まれていることが推論されている。

主論文第4部は、イチョウの生活環の、おもな時期の細胞の葉緑体やミトコンドリアに、DNA 様フィブリルが認められることを確かめたものである。動植物を通じて、DNA フィブリルは、生活環の特定の時期（植物では造胞体）について研究されただけで、この構造が生活環を通じて存在するかどうかは明らかでない。申請者はイチョウの内乳、卵、前胚、胚、葉および花粉の葉緑体（またはプロプラスチド）とミトコンドリアの基質内に、DNA 様フィブリルを確認した。この結果、DNA 様フィブリルは、イチョウの生活環を通じて、葉緑体（またはプロプラスチド）とミトコンドリア内に保持され、生活環において連続性を保つと結論されている。また、DNA 様フィブリルをもち、二重膜にかこまれた細胞内の最小粒子は、直径約 0.5μ のものであること、プロプラスチドが生活環のある時期に分裂してふえると考えられることから、申請者は、DNA 様フィブリルは、この大きさのプロプラスチドに含まれて、生活環を通じて保持されるものと考えている。

参考論文その一は、ソラマメ根端細胞核に含まれる DNA 量を、顕微分光測光法によって測定したものである。その結果、1核当たりの DNA 量は、根の先端の始原細胞ではすくないこと、先端からの距離によってちがうこと、二倍量、四倍量の核の他に、三倍量に相当するものがあることを見出している。

参考論文その二は、エールリッヒ腹水癌細胞を、オレイン酸などの不飽和脂肪酸で処理して、電子顕微鏡でしらべた結果、リボゾームが、細胞外へ流出することを認めたもの。

参考論文その三は、ミトコンドリアの酸素消費と容積の変化と併行して、電子顕微鏡的な構造変化が起こることを確かめたものである。

論文審査の結果の要旨

葉緑体とミトコンドリアは、細胞内エネルギー転換に主役的役割りを果たす重要な細胞器官である。これら2種の細胞器官は、ともに自己増殖系に属すること、膜状の内部構造と、これに結合すると見做されるりん酸化能をもつことなどの点で共通すると考えられている。ところが、近年、葉緑体やミトコンドリアから、特別の塩基組成をもつ DNA が生化学的に分離され、電子顕微鏡的にも DNA を含むと推測されるフィブリルが、これら細胞内器官の基質内に認められている。これらの事実から、葉緑体やミトコンドリア内の DNA 様フィブリルは、細胞質遺伝現象と関連して、重要な構造であると考えられる。しかし、動物細胞のミトコンドリアを除いては、これらのフィブリル構造が、生物細胞に普遍的に存在するかどうか

は明らかでなかった。また、これらのフィブリルが、植物の生活環を通じて、存在するかどうかとも全く不明であった。

申請者は、これらの問題点を明らかにする目的で、高等植物をはじめ、コケ類、ソウ類など、20種に近い植物の細胞を、電子顕微鏡的に研究し、葉緑体およびミトコンドリアの基質内に、例外なくフィブリル構造の存在することを確認した。このことは、この構造が、植物界を通じて、葉緑体およびミトコンドリアの普遍的な形態的構成要素の一つであることを示すものである。また、この構造は、数種の異なる固定法によっても認められることを確かめ、従来知られている塊状構造などいろいろの構造も、フィブリルの凝集状態による変形にすぎないと推論している。

さらに、申請者は、イチョウの卵、内乳、前胚、胚、葉、花粉などの細胞の葉緑体（またはプロプラスチド）とミトコンドリアとに、DNA 様フィブリルが存在することを確認した。この事実は、すくなくもイチョウでは、生活環を通じて、この構造が連続性を保つことを明らかにしたものである。この他、ホウレンソウの葉の葉緑体とミトコンドリアとについて、DNA 分解酵素による、消化実験を試み、その結果から、フィブリルには、DNA とそれ以外の物質とが含まれていると結論している。

以上、主論文において、申請者は、葉緑体およびミトコンドリア内の DNA 様フィブリルが、高等植物はいうまでもなく、下等植物にも普遍的に存在すること、この構造が生活環を通じて連続性を保つことを明らかにした。これらの結果は、葉緑体とミトコンドリアの自己増殖性、細胞質遺伝と DNA との関連などの諸問題の解明に、貢献するところがすくなくない。

また、参考論文 3 編は、それぞれ、核の DNA 量の問題、癌細胞の原形質膜に対する不飽和脂肪酸の影響、ミトコンドリア膜の性質などについて新しい知見を与えるものである。

要するに、申請者横村英一は、従来、未解決の問題の多かった葉緑体およびミトコンドリア内の DNA 様フィブリルについて、電子顕微鏡的に詳細な研究を行ない、この構造の植物界での普遍性と、生活環を通じての連続性とを明らかにした他、フィブリルの微細構造とその化学組成に、重要な新知見を加えたもので、その研究成果は細胞学の進展に寄与するところがすくなくない。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認められる。