

例外的に保存された始新世のハエ化石の複眼の形態と機能

Morphology and Function of an exceptionally preserved compound eye of an Eocene fossil fly

田中 源吾 [1]

Gengo Tanaka[1]

[1] 京大・理

[1] Science, Kyoto Univ.

Exner(1891)以来,100年以上にわたって現生の昆虫の複眼の機能や形態について精力的に研究されてきたが,化石の複眼の機能や形態については,特に眼の内部組織が化石として非常に残りにくいこともあって,これまで殆ど研究されていない。今回,演者はロシア共和国,サムランド半島に露出する始新世のYantarnyi堆積物より産出したバルト琥珀中に保存されたアシナガバエの複眼化石について研究をおこない,これまでの化石化した眼の研究の常識を覆す幾つかの新知見を得たので報告する。

透過型および走査型電子顕微鏡を用いて複眼化石を解剖学的に研究した結果,以下に述べるように,複眼化石の内部構造が細胞レベルで保存されていることを世界で初めて明らかにした。複眼を構成する各個眼の角膜レンズは,サブミクロン・スケールの電子密度の高い層と低い層との互層から成るエピクチュラ,および羽毛状の構造物を伴うエクソクチュラより構成される。このうち,エピクチュラでは外側表面にサブミクロン・スケールの細かな溝構造が発達していた。各々の角膜レンズの下方には逆ピラミッド型の水晶錐体が確認でき,隣接する水晶錐体は一次色素細胞によって仕切られている。各々の水晶錐体の先端には,核まで保存された4個のゼンパー細胞が認められた。最も興味深い構造が7個の二次色素細胞によって囲まれた網膜細胞部に観察された。すなわち,通常,昆虫では7つの感桿分体が融合して1つの大きな感桿を形成するが,本化石標本では,7つの感桿分体が癒合しないまま開いていることである。このような「開いた感桿」は,現生の昆虫の分子生物学的研究から,少なくとも4つの昆虫の系統において独立に進化してきたと考えられており,そのような感桿分体の分離はSpacemaker(Spam)と呼ばれるタンパク質によって誘発されることが分かっている(Zelhof et al. 2006)。本研究はSpam遺伝子が少なくとも4500万年前には存在していたことを暗示するものである。また化石の眼に保存された各細胞の形態や構造は,現生のアシナガバエの眼と極めてよく一致する。従って,今回発見された化石アシナガバエの複眼は,現生の幾つかのハエやカに見られるようなニューラル重複像眼というタイプの眼を,始新世には獲得していたことを確証づけるものである。

例外的に保存されたアシナガバエの複眼において,最も微細な構造は,それぞれの角膜レンズの表面に発達する指紋のようなサブミクロン・スケールの細かな溝である。この溝について,電子顕微鏡画像を用いて溝の間隔や高さを計測し,特性マトリクス法を用いて角膜レンズ表面の光反射率を計算したところ,この溝は角膜レンズ表面からの光の反射を少なくさせる吸光構造であることが確認できた。現生のハエ108種において角膜レンズ表面をレーザ顕微鏡で観察し,溝構造の有無を確認し,系統樹(Grimaldi & Engel 2005)にプロットしたところ,この溝構造は系統とは無関係に形成されていることが推測され,眼の内部への光透過率を高めるというスキームを満たすべく形成されたものであるという計算結果と整合的な結論を得た。このように,例外的に保存された昆虫化石の解剖学的研究は,眼の形態,機能および進化の解明について重要な,しかしこれまでよく分かっていない化石証拠について,多くの情報を我々に提供してくれる。