

BBG021-01

会場:301A

時間:5月26日 14:15-14:45

藻類から見た地球進化と地球環境

Phycological perspective on evolution of life and earth environment

井上 勲^{1*}

Isao Inouye^{1*}

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科

¹Life and Env.Sciences, Univ. Tsukuba

生命の誕生によって生物が地球の物質とエネルギー循環の要素に加わった。人類活動を含めて、生命は地球環境の主要な要素である。生命の誕生以来、生態系には、二度にわたって大規模な飛躍、拡大があったと考えられる。第一に、原核生物の生態系から真核微生物による生態系への変化である。多くの原核細胞は直径がおよそ $1\ \mu\text{m}$ であることに対して、真核細胞は数十?数百 μm と桁違いに大きい。 $1\ \mu\text{m}$ の原核生物と $100\ \mu\text{m}$ の真核生物では、生物量として 100 万倍の違いがある。真核細胞の出現は、100 万倍の体積をもつ生物による生態系を支えるだけ光合成による基礎生産量が増加したことを示唆している。第二の飛躍は、多細胞生物による生態系の出現である。単細胞の真核生物と多細胞生物の体積の差も 100 万倍のオーダーだと言われている。すなわち、真核微生物の生態系から多細胞生物の生態系への変化にも、100 万倍の生物量を支えるだけの基礎生産量の増加があったことになる。原核細胞から多細胞生物への進化全体で考えると、生物個体に 1 兆倍の体積の増加があったことを意味する。大型多細胞生物が繁栄したのはおよそ 6 億年前のカンブリア爆発の頃だと考えられているから、陸上の生態系がはじまる古生代以前に、原核生物の時代と比較して、1 兆倍の生物量をもつ生物からなる生態系を支えるだけの基礎生産が確立されていたことを示唆している。このような驚異的な生態系の拡大を支えた基礎生産を担った生物とその進化を理解することが、地球の変遷を正しく理解するうえで重要である。

生物と地球環境は相互に作用しながら進化し、現在の生態系と地球環境をつくりあげてきた。生物進化と地球環境の形成に決定的な影響を及ぼした最も重要な生物進化のイベントは、酸素発生型光合成の出現と考えられる。酸素発生型光合成では、水が分解され、副産物として酸素が発生する。分子酸素の出現によって、大気と海洋は好気環境に不可逆的に変化し、それに伴って、生態系も大きく変わった。酸素呼吸を行う生物が中心的な役割をになう生物進化の新たな方向が生まれた。酸素発生型光合成は、シアノバクテリア（藍藻、ラン藻）で、およそ 30 億年前に出現したといわれる。原核生物から真核生物への進化の過程には、地球環境の好気化が大きな役割を果たしたと考えられる。真核生物の誕生の過程は諸説あり、正確なことはほとんどわからないが、真核化とほぼ時を同じくして、あるいは同時に、細胞共生によって -プロテオバクテリアを取り込むことで、酸素呼吸の場であるミトコンドリアが獲得されたと考えられている。酸素呼吸は嫌気呼吸に比べて最大 19 倍のエネルギー生産効率があり、ミトコンドリアの獲得によって、生態系が大きく変化したと想像される。

真核生物におけるもう一つの重要な進化は、葉緑体をもち、酸素発生型光合成を行う真核生物、すなわち「植物」の誕生である。従属栄養の真核生物とシアノバクテリアの細胞共生によって確立した（年代は不明）。樹木や草を含む緑色植物と海苔などの紅色植物がこの植物の子孫と考えられている。緑色植物は、古生代のシダ類、中生代の裸子植物、新生代の被子植物として、陸上生態系の規模と多様性を支える基礎生産者としての役割を果たして現在に至っている。一方水圏では、別の進化が進んだ。最初の共生（一次共生）で植物になった緑色および紅色植物（一次植物）が再度従属栄養真核生物と共生（二次共生）することで、新たな植物（二次植物）の系統が生まれて、中生代から現在に至る海洋の基礎生産を担い、炭素循環を駆動する生物ポンプとして機能している。渦鞭毛藻類、円石藻類、珪藻類は、いずれも二次植物で中生代以降の主要な植物プランクトンであり、また、同じく二次植物の褐藻類は大陸の沿岸で魚介類の繁殖と生息の場として海中林を形成している。陸上での緑色植物の多様性と生態系が拡大する一方で、海洋では二次植物の進化によって、新たな生態系が生まれ、現在の海洋環境の形成につながったと考えられる。

以上のように、生物進化と地球環境は密接に関連している。現在の地球、生命環境を正しく理解するには、地質年代のそれぞれの境界における基礎生産の規模を明らかにすることが必須である。カンブリア爆発、そして P/T, K/T 境界前後の基礎生産の絶対量が明らかになれば、地球と生命の歴史は、生態系の拡大、生命圏の拡大という視点で語る事が可能になると思われる。

キーワード: 藻類, 酸素発生型光合成, 真核生物, 細胞共生, 二次植物, 地球生態系

Keywords: algae, oxygenic photosynthesis, eukaryotic organisms, endosymbioses, secondary plants, global ecosystem