

昆虫類の祖先が陸上進出・翅の獲得に至ったシナリオ

Scenario of how hexapod ancestors had been driven to exploit terrestrial niches to acquire their wings

町田 龍一郎[1]

Ryuichiro Machida[1]

[1] 筑波大・生物科学

[1] Inst. Biol. Sci., Univ. Tsukuba

昆虫類は動物種の約 75% を占める最も地球上で繁栄している動物群であり、生物の多様性や進化と関連づけて地球史を考究していく上で、昆虫類は最も興味深い動物群の一つである。昆虫類はその進化・種分化を専ら陸域で展開してきた。このため、昆虫類の陸上への進出と、さらなる適応放散、新たなニッチへの進出に大きく貢献したであろう翅の獲得は、かれらの系統進化を考える上でたいへん興味深く重要なテーマである。ここでは、昆虫類の祖先が陸上進出、翅の獲得に至った背景を、その時代の類推される古環境に関連づけて考察する。

昆虫類 [= 内顎類 + 外顎類 (= 単関節丘類 + 双関節丘類 (= 単尾目 + (シミ目 + 有翅昆虫類)))] は、全動物種の約 75% を占める、最も地球上で繁栄している動物群である。このため、生物の多様性や進化と関連づけて地球史を考究していく上で、昆虫類は最も興味深い動物群の一つである。昆虫類は、同じく節足動物の一群である甲殻類が水域で繁栄してきたのに対し、陸域で適応放散し爆発的な分化を遂げてきた。このため昆虫類の繁栄において、最も興味深いテーマは、陸域への進出と、さらなる適応放散、新たなニッチの開拓に大きく貢献したであろう翅の獲得である。ここでは、真正昆虫類すなわち外顎類昆虫に注目して、昆虫類の祖先が陸上進出、翅の獲得に至った背景を、その時代の類推される古環境に関連づけて考察する。

昆虫類最初の化石はデボン紀より以前に遡ることはなく、昆虫類の各系統の化石が揃い始めるのは石炭紀以降である。しかし、現生昆虫類で主流の双関節丘型の大顎の化石がシルル紀との境界に近い時期に発見されたことは注目に値する。すなわち、分岐分類学的観点から、少なくともシルル紀には、双関節丘類の祖先系統は言うに及ばず、その姉妹群である単関節丘類 (= イシノミ目) などの祖先型外顎類も当然のことながら出現していたことになる。すなわち、シルル紀には、外顎類の主要系統、イシノミ目、単尾目 (化石群)、双関節丘類型無翅類であるシミ目はすでに存在し、そして恐らく祖先型の有翅昆虫類も出現したであろうことは想像に難くない。そして、この時代は同時に、昆虫類の祖先の陸上進出の時であり、また、余り時期を違えず、翅の初原が現れたとする、以下に述べるようなシナリオが考えられるのである。

まず、シルル紀における陸上環境には植生による被覆は貧弱あるいはほとんどなく、植物は水生であった。陸上の植生による被覆の欠如はシルトの流出をまねき、これにより水域は濁り、主要な一次生産者である植物は光を求めて水際に密集することになる。これらの植生は藻類を主とするもので、後に立ち上がり始める古生マツバランなどの祖先も含まれていたかも知れない。そして、第一次消費者を主体とする、水域に生活していた昆虫類の祖先はこれらの植物を求めて水際に集まるようになってきた。さらに、かれらは気管系を獲得し、陸上への第一歩を刻むことになる。この昆虫類の祖先は藻類などを餌とし、現生のイシノミ類によく似たものであったろう。イシノミ類の大顎は単関節丘型であり、咀嚼の面からは不完全で、現生でも藻類を主要な餌としている。また、イシノミ類は、胚を外部の環境の変化から保護する胚膜構造の初原を、昆虫類では初めて、獲得したグループでもある。つぎに起きたイベントは大顎の双関節丘化である。これにより堅い植物や生物遺体なども餌とすることができるようになった。これらは双関節丘類、すなわち無翅類であるシミ目と有翅昆虫類である。かれらは、やがて陸上での爆発的な適応放散を遂げることになる、昆虫類の萌芽であるが、植生の制約から、未だに水際での生活を行っていた。

多くの節足動物も、やはり水際に密集していたであろう。それらはムカデ類、サソリ類、クモ類などの多くの捕食者も含んでいた。このため、水際は熾烈な捕食関係の舞台となった。この結果として、有翅昆虫類の祖先は新たなニッチを半水生・水生の生活型に求めた。この際、有翅昆虫類の祖先は水生生活を保証する気管鰓を発達させることになる。気管鰓は付属肢の基部節の外葉に気管が入り込んでできた葉状の呼吸器で、各体節の背板に側葉として存在する。これらは肢起源で筋肉があり、動かすことでより効率的に呼吸を行うことができた。そしてそれらにより遊泳も行い、捕食者などからの回避にも有効であった。そして、恐らく航空力学的理由から、胸部の気管鰓は特に大型であった。

やがて、デボン紀に始まる陸上植物の大型化ならびに植生の拡大にともない、昆虫類の陸上進出は本格的なものとなる。半水生・水生に戻った有翅昆虫類の祖先も陸上に新たなニッチを求め、最後の脱皮において、腹部の気管鰓を捨てる一方、胸部の大型の気管鰓を初原の翅としてとどめたのである。かれらは、現生の短翅型の有翅昆虫類がするように、この短い初原の翅を羽ばたかせ、素早く行動した。この時、現生のイシノミ類や原始的有翅

昆虫類であるカゲロウ目の幼虫がもっているような腹部のロープ筋による跳躍は大変効果的で、体が浮き上がることにより、短い距離の滑空も可能であった。そして、陸上植物の巨大化、引き続く植生の大規模な拡大は、昆虫類の初原の翅を大きな飛翔能力を産むまでに発展させ、昆虫類のニッチェの多様性および適応放散を加速度的に高めたのである。こうして、昆虫類の各系統は石炭紀にはほぼ出揃うことになる。