

# 飛ばされ流された花粉や孢子が教える恐竜時代の環境

ルグラン ジュリアン (中央大学理工学部生命科学科)

古花粉学とは、堆積物の中に含まれている孢子、花粉や有機壁を持つ真核生物即ち、原生生物、植物、菌、動物の微小な化石についての研究である。孢子・花粉は広範囲に分布し、外壁にスポロポレニンという生物界では一番分解されにくい高分子物質が含まれており、植物の葉や材等より化石として保存されやすい。これまでに最古の微小化石は約10億年前のもので、孢子化石は古生代オルドビス紀(約4億7千万年前)から出現し、その後種子植物の出現にともない、花粉が進化してきたと考えられている。恐竜が生息した中生代(トリアス紀、ジュラ紀、白亜紀)の中ごろに出現した被子植物は、その後の分布拡大によって陸上生態系に大きな変化を起こした。

古花粉学の実験では、岩石を破砕してからフッ化水素や塩酸で処理し、抽出した粒子をプレパラートに乗せて顕微鏡で観察する。一つの堆積物から得られる微小化石群集は、多様な場所から集まってくる。花粉や孢子は風によって飛ばされるが、同時に主に表面流出や川によって堆積地域まで流され、鉱物粒子と同様に泥の中に埋没する。数百キロ流される事もあり、例えばナイル川三角洲で行われた研究によると中部アフリカに生育する植物の花粉が地中海まで流された事が明らかになった。海岸周辺の海洋性堆積物の中では渦鞭毛藻や有孔虫と共に、川に流された孢子等や、風や海の流れに乗り遠距離に運ばれた花粉が含まれている。しかし、海岸から離れると大陸の植生が段々見られなくなる。一方、陸成堆積物の中では近辺に生育している植物の要素が主に見られ、泥炭地の場合の微小化石は、周辺10メートル以内の植生を示しているとされる。

岩石から抽出した孢子・花粉化石群集を顕微鏡で観察すると、その組成から堆積物の理化学的性質、堆積環境や当時の植生を復元でき、地理、気候、生態環境(高度・湿度)も推測できる。また、化石の保存状態によって続成作用過程や堆積物が埋没された深さ等も推測できる。

発表者は日本各地で花粉分析を進めており、今回の講演では微小化石の世界や堆積過程、日本の恐竜時代の地域環境と植生を紹介する。尚、本年の発見で明らかになった日本への被子植物の侵入時期とその植生変遷についても触れる。

## 海草は海流に乗って移動する？

田中法生（国立科学博物館）

水草は、魚のように泳ぐこともできなければ、水鳥のように飛ぶこともできない。しかし、水草の多くの種は広い分布域をもっており、陸水域（淡水）の水草ならば、陸地の中に断片的に存在する水域を横断するように分布するし、海水域の水草（海草）ならば、大洋を隔てた海岸をまたいで分布することもある。また逆に、水域や大洋を隔てて種が分化している場合もある。ここでは、水草、特に海草の移動がどのように行われているのか、具体的な研究例とともに紹介する。

水草が移動する媒体は主に、栄養器官（葉、茎、根）と種子である。栄養器官の一部が親株から離脱する殖芽は、水草に特徴的な越冬器官であるが、同時に移動の手段ともなる。水草に限らず、種子は植物の重要な移動手段であり、多くの海浜植物が海水に浮いて移動するための種子形態を持つことはよく知られている。その一方、海草の種子は、海水に浮いて移動するための能力はあまり高くない。浮遊能力を全く持たないか、一時的な移動が可能な程度である。その中で、海草の移動がどのように行われているのか、次の2つの海草種の研究を例に考える。

アマモは、日本の温帯域で最もふつうに見られる海草である。全国のアマモのDNAの違いを調べた結果、海域ごとに遺伝的な違いがあることがわかり、海流と海岸の地形が種子の移動に強い影響を与えていることが明らかになった。

日本を中心に樺太からベトナムまで分布するコアマモは、ヨーロッパに分布するゾステラ・ノルティと姉妹関係にある。しかしDNA解析の結果、ゾステラ・ノルティはコアマモの一部が大陸移動で隔離されたものであり、残りの2つの系統が日本の中部以北と中部以南に分かれて生育しているものが現在のコアマモであることが明らかになった。

これらの研究から、海草の移動は、主に海流が種子を運ぶことによって生じるが、そこに大陸移動や系統的・遺伝的な要因、さらには人間活動による副次的な要因が加わって、現在の分布が形成されていると考えられる。

## 海洋を越えたアシナガバエの分散と進化

梶永 一宏（滋賀県立琵琶湖博物館）

節足動物の中でも、海洋を主要な繁栄の場所としている甲殻類にくらべて、昆虫類は陸上を繁栄の場所にしており、そのほんの一部に淡水に進出したものが見られ、さらに海洋に適応したものは極めて少数である。双翅目昆虫アシナガバエ科は 250 属 7500 種から成る双翅類のなかでも大きな一群であり、淡水環境に適応したグループである。しかし、その中でイソアシナガバエ族は、海水域環境への進出に成功した数少ない昆虫である。

本講演では、分子系統学や生物地理学の手法を用いて、このイソアシナガバエの海水環境への適応の歴史とその起源について紹介する。

イソアシナガバエ族は、現在までに 13 属 107 種が記載され、岩礁や珊瑚礁、砂浜などの海浜で生活し、温帯から熱帯にかけて世界中に分布している。従来、イソアシナガバエ族は一つの共通祖先に由来せず、淡水域に主に分布するグループから並行的に進化したものとする研究者もいた。そこで、本族 10 属 54 種について DNA の塩基配列について解析した結果、イソアシナガバエ族の単系統群としてのまとまりが、初めて明確にされた。このことにより、海岸の岩礁域に生息するアシナガバエのグループは、各地で並行的に海岸に進出したのではなく、1 地域で進出したのちに、海岸や海洋を通しての分散により、世界各地に広がっていったことが示唆された。

私たちが住む日本列島の中でのイソアシナガバエの分化の程度は著しく、島ごとや半島を隔てた種分化も見られた。また、日本に生息する種が、近年、北米や南米大陸において外来種として生息していることが分布調査でわかってきた。これらの話題についても紹介したい。

## 大津波と海洋生物—突然の巨大な流れが更新する沿岸環境

大越 健嗣（東邦大学理学部・東京湾生態系研究センター）

海はただの水たまりではない。絶えず流れがあり、地球規模で循環している。流れは物や熱を運ぶ。黒潮や親潮といった海流は表層の水平方向の流れであり、湧昇流という鉛直方向の流れは海底から栄養分を表層に運ぶ。月の引力が関係する潮汐は毎日短いサイクルで干潮と満潮を引き起こす。その結果、沿岸には陸になったり海になったりする場所ができる。深海底の噴出孔から吹き出した熱水は熱水プルームとして拡散し、溶けていた地球内部の物質が周辺に沈殿する。

このような流れの中で海洋生物は生活している。海流をまたいで移動する遊泳力の高い鯨類や魚類、流れに身を任すクラゲなどのプランクトン、生活史の一時期だけを幼生として浮遊する貝類や多毛類、熱水噴出孔周辺に生息する特異な細菌や甲殻類、これら海洋生物のすべてが流れの影響を受ける。

一方、海洋には沿岸に生息する生物に大きな影響を与える流れがある。それが津波だ。津波は「波」というよりは「一定の高さを持った水の流れ」と言える。2011年3月11日に起こった津波は、最大で10数mの高さに達し、海岸から数km内陸まで数10分程度で入り込み、引き波は陸域の物質を海に流し、さらに第二波、第三波と繰り返し押し寄せ去っていった。その流速は若者が走る速さに匹敵する秒速数mと言われている。毎日の潮汐の範囲よりはるか陸側まで津波は及び、またその水量は桁違いに多い。海の生物は通常生活している範囲からずっと陸域まで流され、あるいは引き波でさらに深所へと引き込まれる。今回の津波の後、鯨類が水田から見つかる一方、重さが両方で約300kgもある世界最大の二枚貝オオジャコガイの貝殻の片方が博物館から流されて見つかっていない。このことから、津波はほとんどの海洋生物を押し流す力があることがわかる。砂浜に生息するアサリは海岸から陸域や川の上流に流され、あるいは砂に埋まりその多くが死滅した。場所によっては1mも地盤が沈下し、生息環境も大きく変わった。以前のような環境になるには数10年以上かかると考えられる。あるいはもうもどらないかもしれない。

津波は突然やってきて、沿岸の環境を大きく攪乱（かくらん）する、いつ起こるかわからない突発的な自然現象と考えられがちだ。しかし、近年の研究で、ここ3500年の間にマグニチュード9クラスの巨大地震が北海道から三陸沖の太平洋で7回以上発生し、大津波が繰り返し襲っていることが明らかになっている。沿岸に生息する多くの生物は数100年おきの突然の「流れ」によって大量死と回復を繰り返し現在に至っている。

津波という流れが作り出す数100年の「大攪乱のサイクル」の特徴とその生物学的な意味は何か？その答えはまだ出ていない。短時間で環境改変を行う津波は沿岸生物にとってプラスの側面もあるかもしれない。津波から4年、急激な変化は終わったように見える。今後の緩やかな変化から何を読み取るのか？長い時間軸での取り組みが求められている。