

第28回 理工学部門研究談話会

日時 : 令和 元年 7月 24日 (水) 13:30~15:00
場所 : 理工学部 2号館 6階 第1会議室

話題及び提供者

『生痕化石マカロニクヌス・セグレガティス・
デジベルティの古生態学』

奈良 正和

『T 構造による UMP を持つ完全グラフの辺着色法』

伊藤 宗彦

『群体ホヤの生殖に関わる遺伝子の研究』

砂長 毅

教職員, 大学院生, 学生, 一般の方々のご来場をお待ちしております
(お問い合わせ: ryooka@kochi-u.ac.jp)

生痕化石マカロニクヌス・セグレガティス・デジベルティの古生態学：砂中に潜む トラビシア科多毛類の生態をみる

奈良正和
高知大学理工学部生物科学科

砂や泥などに潜んで暮らす埋在動物の生態は、その多くが謎に包まれている。その理由は、それを直接観察することが難しく、研究者が圧倒的に少ない点にあらう。なにも苦勞をして「見えない動物」の生態を調べずとも、表在動物や遊泳動物など、眼に見える動物の生態が十分に魅力的な研究対象だからである。

さて、こうした埋在動物の生態を知るためには、「行動の化石」として知られる生痕化石を利用する方法がある。埋在動物の生痕は表在動物のそれにくらべて地層中に保存されやすく、さらには、地層中の生痕（生痕化石）は、続成作用や露頭での差別浸食などを受ける。その結果、行動復元の鍵となる微細構造が、現世生痕よりも格段に観察されやすくなる。こうして生痕化石は、“地中に隠された”埋在動物の生態を知るための手段として認識されるようになってきた。

この講演で対象とするマカロニクヌス・セグレガティス・デジベルティ (*Macaronichnus segregatis degiberti*, 以下マカロニクヌス) は、主に砂質堆積物に産する直径 5–9 mm 程度のカーブした円筒状の構造で、層理に対して平行～低角で伸長する。そして、円筒構造の中心部と周縁部を構成する砂粒の組成が異なる事が特徴である。このマカロニクヌスは、カンブリア紀から現世の様々な浅海環境の堆積物から見いだされており、砂中で自由生活を行うトラビシア科多毛類 (Travisiidae) の生痕化石であることが演者らによって明らかにされている。演者は世界各地の標本群を観察し、その古生態学的意義を探求してきたが、以下の様なことがわかって来た。

マカロニクヌスの内部には石英や長石など、軽鉱物からなる砂粒を主とした覆瓦状ラメラ構造が発達し、周縁部（特に側方）には輝石などの重鉱物砂粒を主とした突起状のローブ構造が規則的に配列する。こうした特徴は、トラビシア類が堆積物中を移動しつつ、口前葉を側方に振り子状に動かしながら軽鉱物粒子を選択的に摂食するとともに、消化管を通過した砂粒子を間欠的に排泄していたことを示す。また、マカロニクヌスは、多くの場合、複数の“個体”が寄り添うようにして産出する事が特徴である。トラビシア類の生殖生態に関する研究は少ないが、雌雄異体で直達発生を行い、堆積物上に卵嚢を形成する事がわかっている。したがって、繁殖のためには雌雄が交接する可能性が高い。ところで、トラビシア類は揮発性の化合物を分泌し強い悪臭を放つことがよく知られる。最近、多毛類のなかでも性フェロモンの存在が広く知られるようになってきたことから、この揮発性化合物もそうしたフェロモンとして機能していた可能性がある。以上のことから判断すると、複数のマカロニクヌスが寄り添う産状は、トラビシア類が生痕に残されたフェロモンを頼りに、交接のために他個体の追跡行動をとった痕跡と考えれば良く説明できる。こうした行動様式は遅くともオルドビス紀には獲得されていたようである。

T 構造による UMP を持つ完全グラフの辺着色法

伊藤 宗彦 (高知大学理工学部)

距離空間 X は、同相な距離が存在して条件「 X の任意の異なる 2 点に対して中点が唯一つ存在する」を満たす時、UMP(unique midset property)を持つと言う。有限集合においては、完全グラフの辺着色問題として言い換える事が出来る。即ち、有限距離空間 X が UMP を持つ事は『 X と同じ濃度の完全グラフ K_n の辺着色が存在して条件「 K_n の任意の異なる 2 点 a, b に対して第 3 点 c が唯一つ存在して辺 (a, c) の色と辺 (b, c) の色が同じ」を満たす」と同値である。

今日のお話は、ある種の完全グラフに対する辺着色問題について最近得られた成果の紹介である。

定理 1. グラフ $K_{2k} = (V, E)$ の頂点集合 V を $\{w_0, w_1, w_2, \dots, w_{2k-1}\}$ とする時、次の条件を満たす V 上の置換 σ と結合位置を示す整数 c が存在するならば、全ての辺が着色された辺集合 E が存在してグラフ $K_{2k} = (V, E)$ は完全グラフで UMP を持ち、 $\text{ump}(K_{2k}) = k$ である。 ($k = 5, 7, 9, 11, 13, \dots$)

(1) $\sigma(0) = 0$ 。

(2) $1 \leq c \leq 2k - 3$ 。

(3) 辺集合 E_0 を $\{(w_{\sigma(i)}, w_{\sigma(i+1)}) : 0 \leq i \leq 2k - 3\} \cup \{(w_{\sigma(c)}, w_{\sigma(2k-1)})\}$ とした時、 $\{\text{type}(e) : e \in E_0\} = T_{2k}$ 。

(E_0 の様に 4 点以上の頂点列の最後を除く頂点を順番に辺で結び、この内の両端点以外のある 1 頂点に除いていた最後の 1 頂点を辺で結んでできる構造を T 構造と呼ぶ。)

(4) E_0 の辺を全て同じ色 0 で塗った時、 $\{\text{type}(a, b) : \text{type}(a, b) \in \text{MPtype}(w), w \in V\} = T_{2k}$ 。

定理 2. $\text{ump}(K_{2k}) = k$ ($k = 7, 9, 11, 13, 15, 17$)。

($\text{ump}(K_{2k})$ は UMP を持つ K_{2k} の辺着色数の最小値を表す。)

参考文献

[1] A. D. Berard Jr., Characterizations of metric spaces by use of their midsets: intervals, Fund. Math. 73(1971), 1-7.

[2] M. Itō, H. Ohta and J. Ono, A graph-theoretic approach to the unique midset property of metric spaces, J. London Math. Soc. 60(1999), 353-365.

[3] 伊藤宗彦, 大田春外, 小野仁, A graph theoretic approach to the UMP, 京都大学数理解析研究所講究録 953(1996), 49-60.

群体ホヤの生殖に関わる遺伝子の研究

理工学部門 砂長 毅

私は、群体ホヤを実験動物として、幹細胞システムを制御する分子機構の理解を目指しています。主な研究材料としているミダレキクイタボヤというホヤには、生殖系列幹細胞と多能性の体細胞幹細胞が存在することが明らかとなっています。ミダレキクイタボヤでは、これらの幹細胞が適切に制御されることで、有性生殖と無性生殖における適切な細胞供給が実行されています。私はこれまで、ミダレキクイタボヤ生殖系列幹細胞からの生殖細胞分化の分子メカニズムの解明に取り組んできました。今後も、群体ホヤの幹細胞に対する分子生物学的な解析を進めていきます。私が専門とする分子発生生物学は、細胞分化、分化の可逆性、多能性の維持、老化といった生命現象の仕組みおよそ細胞レベル以下のスケールで解明することを目指しており、幹細胞はそれらを解析するうえで絶好の材料です。また、群体ホヤは脊索動物に分類され、脊椎動物と近縁であることから、私の研究成果が、哺乳類での幹細胞研究や、近年、注目を浴びる幹細胞を使った再生医療に関する研究に、基盤的かつ重要な情報をもたらすことが期待できます。

現在、私は、研究室の学生と共に次の3つのプロジェクトを進めています。

- 1) 生殖系列幹細胞の分化、増殖を制御するニッチシステムの解明
- 2) 生殖系列幹細胞から生殖細胞が形成される分子メカニズムの解明
- 3) 体細胞幹細胞の分化、増殖を制御する分子メカニズムの解明

1)、2)は、生殖系列幹細胞から生殖細胞が分化する過程で発現する遺伝子が複数発見されており、その遺伝子の機能解析を進めます。3)は、現在構築中のミダレキクイタボヤトランスクリプトームデータベースを活用し、カギとなる遺伝子の探索を進めます。また、全てのプロジェクトにおいて、より精密かつ効率的な実験系を構築するため、ミダレキクイタボヤの年中飼育環境の構築、生体からの幹細胞の単離法の確立、さらには、おそらく世界で唯一、我々の研究室だけが持つホヤ培養細胞系のノウハウを活かし、群体ホヤ幹細胞由来の培養細胞株の樹立にもチャレンジできればと考えているところです。