

巻貝の殻に隠れている動物の左右性形成メカニズムの謎



阿部真典

東京理科大学研究推進機構総合研究院



黒田玲子

東京理科大学研究推進機構総合研究院

動物の体は発生プログラムに基づいた、前後軸、背腹軸、左右軸の3つの体軸から構成されている。これは、海綿動物や刺胞動物などを除いた、多細胞動物の大部分を占める左右相称動物で共通の形態である。この3つの基本体軸の中で左右軸は他とは異なる性質を持っている。前後軸、背腹軸ではそれぞれで非対称な機能や役割を持っていることから分類できるわけだが、左右とは前後、背腹が決まると自動的に生じる概念的な意味合いを含んでおり、配置関係だけで特徴付けられてしまう。しかし、左右は互いに等価でありながら、同じ存在ではない。これは、右手と左手の関係で、等価な性質を持ちながら互いに重ね合わせることができない、実像と鏡像の関係で説明される。自然界にはそのような左右という概念が普遍的に存在し、動物の形態にも当てはまる。そして、多くの動物の形に見られる左右の関係には、明瞭な非対称性が見出される。外見上は左右相称に見える動物でも、その体内構造に目を向けると、各種臓器は左右非対称な配置や形態、ねじれ方をしている。しかも、その左右非対称性はランダムなものではなく、生物種によって固有の極性(左右性)が存在しており、遺伝子レベルで厳密に制御されている。決められた左右非対称な配置、形態が保たれないと、正常に機能することができず、重篤な症状を引き起こしてしまう場合がある。

近年になって、モデル生物を中心に左右性形成メカニズムの研究が進み、徐々にその詳細が分子レベルで明らかにされつつある。そのメカニズムを比較してみると、種ごとに異なるメカニズムが数多く存在する。種を超えた普遍的なメカニズムは存在するのだろうか？生物は進化の過程でどのようにして左右性形成メカニズムに多様性を獲得してきたのであろうか。

この謎に対する手掛かりが、巻貝の殻の左右巻型に潜んでいるかもしれない。巻貝は左右性の研究材料として、他の生物種にはない優れた特徴を持っている。特に、巻貝胚の左右巻型決定のタイミングは非常に明確で、母性由来の一遺伝子座にコードされた巻型決定遺伝子の働きによって、第3卵割の割球配置の左右性が制御され、それによって左右対称性の破れが引き起こされていること、このとき決定した左右軸に従って、左右非対称な遺伝子発現が誘導され、左右非対称な巻型が形成されていることを我々は明らかにしてきた。この左右巻型形成の全体像をみると、脊椎動物の左右性形成において機能している遺伝子と共通なもの存在が確認されるし、対称性の破れを導く細胞レベルでの細胞骨格系が関与する分子メカニズムにも無脊椎動物との共通点が見出される。このことから、巻貝の左右巻型形成メカニズムの解明によって、動物個体の左右性形成の謎に迫る新たな知見が得られるかもしれないと考えている。

—Keywords—

左右対称性の破れ：

動物の形態に現れている左右非対称性の多くは、発生過程で左右相称な胚に左右差を生み出すメカニズムが機能することで作られており、種ごとに遺伝子によって左右性は厳密に決められている。

動物の左右性：

動物の体を構築するアミノ酸や核酸といった分子はホモキラリティーで統一されているが、個体レベルになると、その左右非対称性が逆転する現象が起きる。マクロの左右性はミクロの左右性の性質に影響を受けていないのだろうか。生命世界の左右非対称性に存在する大きな謎である。



左右両方の巻型が存在するヨーロッパモノアラガイ。