

単細胞原生生物の重力応答

○鹿毛 あずさ^{1*}, 最上 善広²

¹学習院大学理学部物理学科, ²お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科

Graviresponses of unicellular protists

○Azusa Kage^{1*} and Yoshihiro Mogami²

¹Gakushuin University, ²Ochanomizu University

1. 序論

生物は重力に応答する。低レイノルズ数環境に生きる体長 10-100 μm オーダーの単細胞の原生生物も例外ではなく、多くの原生生物には負の重力走性¹⁾といって重力の反対方向、すなわち上に向かって泳ぐ性質がある。さらに、負の重力走性と重力そのものに駆動される自己組織化現象として生物対流²⁾がある。原生生物が液中に高密度で存在する時、負の重力走性と重力

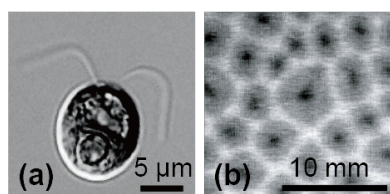


Fig. 1. Protists and bioconvection.

(a) A cell of *Chlamydomonas reinhardtii*,
(b) bioconvection of *C. reinhardtii*, top view.

の作用によって原生生物 1 個体の体長より 100 倍以上大きい規則的な濃淡のパターンが生じる。これが生物対流であり、自然界では赤潮の中で起こっていると考えられる (Fig. 1)。

本講演では、単細胞緑藻クラミドモナスの負の重力走性メカニズム³⁾と生物対流の微小重力実験⁴⁾⁵⁾について論じる。

2. クラミドモナスの負の重力走性

鞭毛運動のモデル生物である単細胞緑藻クラミドモナスの負の重力走性の力学的メカニズムとして、密度非対称性⁶⁾と形態非対称性⁷⁾が理論的に提唱されていた。密度非対称性モデルはクラミドモナス (Fig. 1a) を球体近似し、重心が後ろに偏っていて上に回転する考える。形態非対称性モデルでは遊泳のための突起である鞭毛の形態を考える。これらのメカニズムの寄与を実験的に直接比較するため、脱鞭毛した細胞と、鞭毛があるが動きを止めた細胞の回転落下を比較し

た。鞭毛のある細胞は脱鞭毛した細胞より数倍速く回転するため、クラミドモナスの負の重力走性において形態非対称性が優勢であることがわかった。

3. 生物対流現象とその重力応答

それぞれの原生生物は異なる泳ぎの特性を持っているが、生物対流パターンが維持されるメカニズムは種を超えて共通なのだろうか？ 航空機微小重力実験を行い、単細胞緑藻クラミドモナスと繊毛虫テトラヒメナのどちらにおいても、生物対流パターンは微小重力下で消失することを実証した。さらに、細胞の重力応答には重力の大きさの閾値がある⁸⁾。集団になった時にこの閾値は変わるのだろうか？ 繊毛虫テトラヒメナの生物対流において、同じく航空機を用いて低重力実験を行い、重力応答の閾値を調べた。集団になることで個体の重力応答の閾値が明確に変わっている証拠は見出せなかったが、0.6 g までの低重力領域で生物対流パターンの消失が起こることがわかった。

4. 結論

単細胞原生生物の重力走性と生物対流現象について、地上実験と航空機実験を行ってきた。これらの実験を通して、重力生物学の一分野としての原生生物の重力応答の重要性を明らかにできたと考えている。

文 献

- 1) D.-P. Häder et al.: "Gravity and the behavior of unicellular organisms" (Cambridge University Press, 2005).
- 2) J. R. Platt: *Science* **133**, 1766-7 (1961).
- 3) A. Kage et al.: *J. Exp. Biol.* **223**(Pt 5), jeb205989 (2020).
- 4) A. Kage et al.: *Zool. Sci.* **28**, 206-14 (2011).
- 5) M. Yokoyama, M. Senoo, A. Kage, Y. Mogami: *Zool. Sci.* **36**: 159-166 (2019).
- 6) J. O. Kessler: *Nature* **313**, 218-220 (1985).
- 7) A. M. Roberts: *Biol. Bull.* **210**, 78-80 (2006).
- 8) M. Krause et al.: *Protoplasma* **229**, 109-116 (2006).

*E-mail: azusa.kage@gakushuin.ac.jp