

細菌集団の拡散律速成長と形態遷移

中大・理工 松下 貢

従来、細菌コロニーの形態学は種による相違のみがかなり定性的に議論されて来たようであるが、我々は多くの桿菌のコロニーパターンがフラクタル的に成長することを定量的に示し、¹⁻⁴⁾種を固定しても物理的環境条件の違いでその形態が大幅に変化し得ることを見出した。²⁻⁴⁾

枯草菌 *Bacillus subtilis* のある株をシャーレ内の薄い寒天板上の中央に点状に接種し培養するとコロニーが寒天表面上に成長する。環境条件としてここでは寒天に溶かし込んだ細菌の栄養分（ペプトン）濃度 C と寒天板中の寒天そのものの濃度 S （寒天板の固さに関係する）を変化させる。 C : 高では概ねコンパクトな構造が得られる（従来、主としてこの領域でコロニーパターンが調べられていた）。 C : 低、 S : 高ではコロニーパターンは開いた枝別れ構造からなり、自己相似フラクタル性を示す。 C 、 S 共に低では密な枝別れ構造を示し、いわゆる dense-branching morphology (DBM) が見られる。²⁾

特に、 C : 低、 S : 高で見られるフラクタル構造はフラクタル次元 $D=1.73\pm0.02$ を持ち、遮蔽効果、コロニー間の反撥等、いくつかの歴然とした証拠から「拡散に支配された凝集-DLA」モデルで説明できる。さらに、コロニーの成長が $C=0$ では見られないこと、局在した栄養分に向かうことから、この場合のコロニー・パターンの成長は栄養分の濃度場での拡散律速成長と言える。³⁾ また、このDLA的自己相似パターンは *B. subtilis* だけでなく *Escherichia coli* や *Salmonella typhimurium* でも観測された。⁴⁾ 従って、DLA的パターンは細菌コロニーではかなり普遍的であると思われる。

拡散律速成長領域に限定した上でも、パターン形成にはもう一つの自由度——局所成長機構——が残る。バクテリアの個性（増殖の仕方）は多分ここに効くのであろう。例えば、全ての環境（物理）条件を固定してバクテリアの wild type に対して mutant を使うとコロニーパターンは変わる。今後こういったデータを集積することによって、新しいバクテリアコロニー形態学が展望できると思われる。

1) T. Matsuyama et al.: FEMS Microbiology Lett. **61** (1989) 243.

2) H. Fujikawa & M. Matsushita: J. Phys. Soc. Jpn. **58** (1989) 3875; *ibid.* **60**, in press.

3) M. Matsushita & H. Fujikawa: Physica A **168** (1990) 498.

4) T. Matsuyama & M. Matsushita: Submitted to FEMS Microbiology Lett.