

バクテリア・コロニーの環境条件による形態変化

扇割正浩、松下 貢（中大理工）、松山東平（新潟大医）

バクテリア・コロニーの形態は、菌株を固定しても物理的な環境条件の違いによって大きく変化し得る。我々は直径約90mmのシャーレの中に作った薄い（厚さ約3mm）寒天平板培地上の中央部に枯草菌 *Bacillus Subtilis* を点状に接種し35℃で培養した。ここでは環境条件として、寒天内の栄養（ペプトン）濃度と、寒天板の柔らかさ（寒天そのものの濃度で調節）の2つの量だけを変える。その結果、コロニーは寒天板上で2次元的に成長し、そのパターン変化について図1のような相図が得られた。図1の中のAの領域ではコロニー・パターンは開いた枝分かれ構造をもち、自己相似的なフラクタル性を示す。このパターンはDiffusion-Limited Aggrigation (DLA)モデルによって説明できる。Bの領域ではコロニーは概ねコンパクトな構造を持つ。このような成長はEden的であると予想される。Dの領域では、コロニーはコンパクトに、Bよりも速いスピードで広がる。Cの領域ではコロニー・パターンは細い枝を伴う比較的密な枝分かれ構造を持つが、Eとは異なり後述のDBMの特徴は備えていない。Eの領域ではコロニー・パターンは密な枝分かれ構造をもちつつ枝の先端のつくる外形は非常に滑らかな、いわゆるDense Branching Morphology (DBM)を示す。

またコロニーの先端部での成長の様子を顕微鏡で観察すると成長の様式が大きく2つに分けられることがわかった。DBMコロニーではDLA-likeコロニーと違ってバクテリアの細胞の運動によってコロニーの枝が成長している。図1の相図中、A、Bの領域では細胞が運動しているのは見られず、C、D、Eの領域では細胞が運動しているのが観察できる。そこで、バクテリアの運動がコロニーのパターン形成にどのような効果をもたらしているかを調べるために上の実験で使った菌株（wild-type）について運動性の欠如したミュータントをとり、これを用いて上と同様の実験を行った。その結果、運動性の無いバクテリアではDBM等の細胞の運動を伴うパターンは見られず、図2のように実験を行ったすべての寒天濃度で単なるDLA-like (A) からEden-like (B) へのクロスオーバーが見られた。

DLAと同様、DBMも電析やヴィスカスフィンガー、バクテリア・コロニー等様々な成長現象に観察されていることから普遍性の高いパターン成長現象だと考えられる。我々は今回バクテリア・コロニーのDBM成長に細菌の運動というバクテリアの現象に固有の要因が関係しているという結果を得た。しかしそれが直接的原因であるかはわからず、現象の解明への課題は沢山残っている。

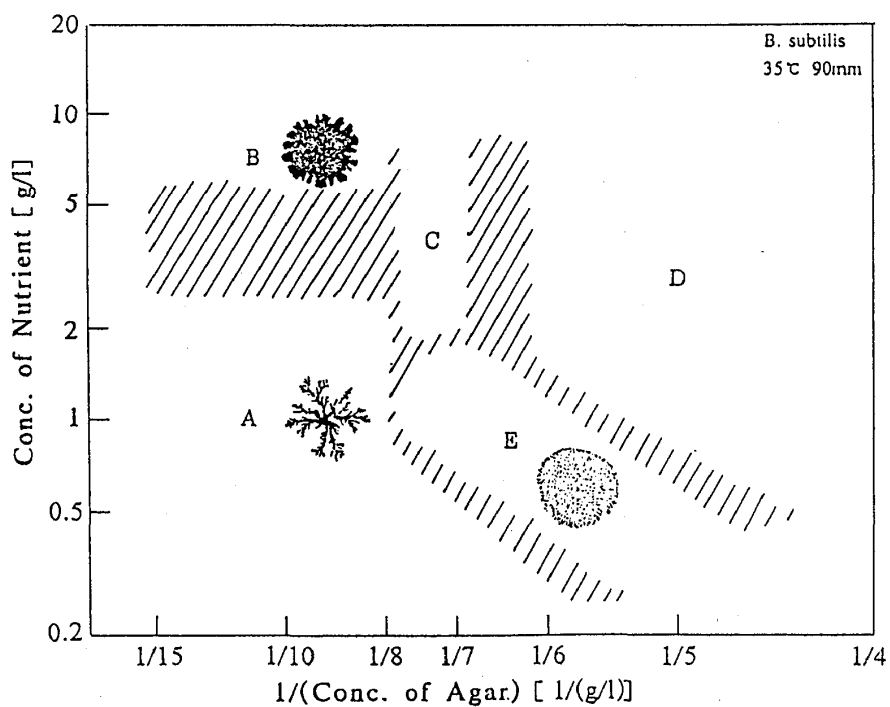


図1 枯草菌 *Bacillus Subtilis* (wild-type) が寒天平板培地上につくるコロニーの形態変化の相図。横軸は培地中の寒天濃度の逆数で、縦軸は栄養濃度を log スケールでプロットしている。

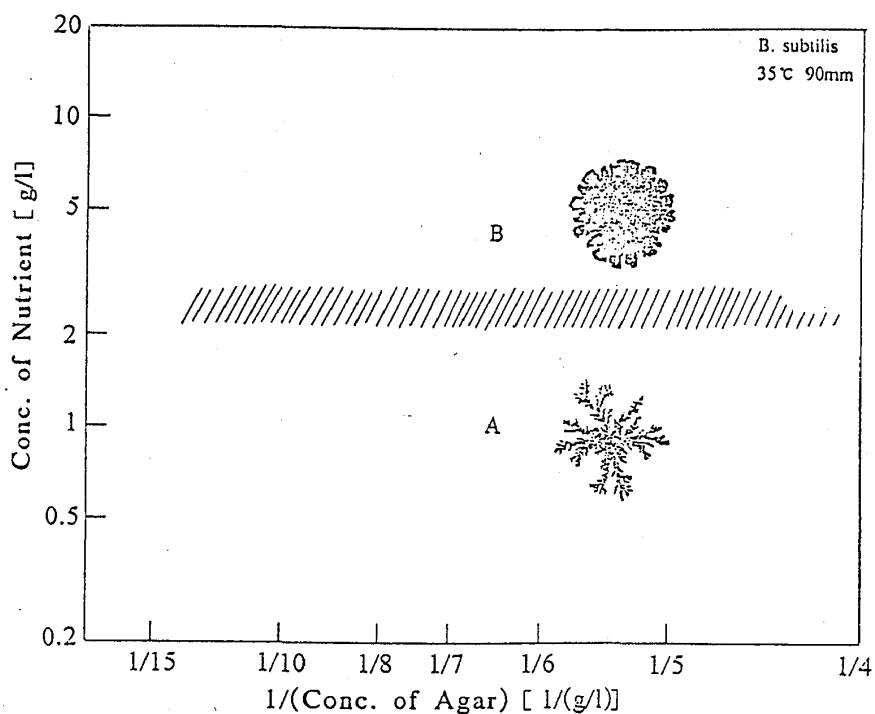


図2 運動性の無いミュータントを使ったときの図1と同様の相図。