

SC-5 (Presentation in Japanese)

細胞の個性と環境応答

○四方 哲也

大阪大学大学院情報科学研究科、動的微小反応場ERATO

Key Word : Environmental adaptation with phenotypic fluctuation

一細胞レベルではタンパク質濃度は確率的に変動している。したがって、同じ環境にある細胞集団内にも、蛋白質濃度の異なっている細胞が存在する。ここでは、均一な環境で確率的に表れる細胞の性質を細胞の個性と定義する。この細胞の個性は遺伝子発現の分子レベルの確率的振る舞いなどによって引き起こされる。

遺伝子発現量の確率的な変化によって現れる細胞の個性は生物学的にどのような意味があるのでしょうか？この問いに答えるために、tet プロモータ支配下で GFP 遺伝子とヒスチジンの合成にかかわる必須遺伝子(hisC)を共発現するオペロンを大腸菌に組み込んだ。細胞内 GFP 濃度の細胞分布(ヒストグラム)を調べてみると、集団の相対平均値1に対して、0.5～2倍程度まで広がっていた。つまり、同じ環境で生育している細胞間に個性の違いが見られるのである。

オペロンの最下流にある hisC が増殖に必須である環境に変化させてみた。具体的には、ヒスチジン外部供給のない環境に移してみた。すると、細胞内 GFP 濃度の細胞集団の平均値が2倍以上増加した。下流にある hisC が必須ある環境では、上流の GFP 遺伝子の発現量が増えるのである。これは、tet プロモータから遺伝子発現量が確率的に上がった細胞がより環境しており、より速く増えることによって、集団の平均遺伝子発現量が上昇したことを示唆している。つまり、確率的に存在する細胞の個性によって、細胞集団は遺伝子発現量を適応的に変化させたことになる。

単細胞生物にとっての最大の環境変化の一つは捕食者の登場である。この大きな環境変化に対して、同一集団内で見られる個性はどのような役割を果たすのであろうか？細胞性粘菌を大腸菌の捕食者として、環境中に加えてみた。すると、多くの大腸菌は粘菌に捕食されるが、集団中にまれに存在する高い GFP 発現量を示す大腸菌だけが生き残って、バイオフィル様の粘性コロニーを形成した。この粘性コロニーの中では粘菌と大腸菌が共生していた。集団中にまれに存在する大腸菌の個性が増幅されることによって、捕食関係から共生関係へ移行することが示唆された。

同じ環境であっても個々の細胞の遺伝子発現量は完全には規定されず、確率的に変動する。このいい加減さが予期せぬ環境変化に対する柔軟な適応性を確保しているようである。

e-mail : yomo@ist.osaka-u.ac.jp