

生体防御：応答時間・効果・コストの異なる2つのシステムへの最適分配

首藤絵美・巖佐 庸（九大・理・生物）

生物の生体防御応答には様々な様式がある。例えば、ヒトの獲得免疫応答は、病原体侵入後に誘導されるが、病原体の種類や量によって異なった応答が誘導される。また、陸上植物は、草食動物による捕食を免れるために刺を鋭くしたり化学毒を生産する。

本研究では、まず効果や傷害のつよさ、応答時間の大きさに違いのある2つの免疫システムの間で最適な活性を考えた（図1）。ホストは、病原体の増殖によって傷害を受ける。一方で免疫応答によって自己組織を破壊するコストがかかる。これらの和を最小にすることが望ましい応答であるとした。病原体による傷害は病原体量の時間積分に比例するとした。免疫システムは病原体の増殖率を抑える。しかし、1つのシステムには病原体の侵入ののちにフルに活性をもつまでの時間に遅れが異なる。

2つの免疫システムのいずれを使うのがよいか、もしくは両方使うのがよいかを求めた（図1、図2参照）。すべてのパラメータにおいて唯一の最適解が存在し、局所最適解は大域的に最適であることが証明できる。また病原体の初期量が多いときや増殖率が高いときには、効果は薄くても時間遅れの短い応答だけを起動し、逆に病原体の侵入量が少ない時や増殖が遅いときには時間遅れが大きくても効率の高い免疫応答を使うべきことがわかった。この結果にもとづいて、獲得免疫応答におけるTh1系とTh2系の切り替えについての知見を議論する。

次に、病原体の侵入以前からあらかじめ免疫応答を起動しておくConstitutive Defenseと、病原体の侵入ののちに応答を起動するInducible Defenseとの間でいずれが使われるか、もしくは両方ともに使われるかを調べた。

