

# 尾を非自己と見なすカエルの免疫系

— おたまじゃくしの尾が消えるしくみ —

新潟大学  
井筒ゆみ

おたまじゃくしがカエルになる時、ほとんどの器官は幼生型から成体型へ大規模につくり換えられ、外来の異物から体を守る免疫系も細胞が入れ換わり、自己・非自己の認識が我々哺乳類のように厳格になります。皮膚も成体型へ変化しますが、やがて消える尾の皮膚

だけは幼生型のままです。井筒ゆみさんはこの現象に注目し、これまで甲状腺ホルモンのはたらきを中心に研究されてきた尾の消失について「成体の免疫細胞に拒絶されて消える」という仮説をたてました。体づくりのしくみに新たな概念を投げかける研究です。

## おたまじゃくしからカエルへの劇的な変化

ひれを持ち尾をくねらせ泳いでいたおたまじゃくしに足が生えカエルになる時、その体の中でどのような変化が起きているのだろうか。おたまじゃくしからカエルへの変態期には、さまざまな器官で幼生（おたまじゃくし）型から成体（カエル）型への大規模なつくり換えが起き心臓や腸なども変化する。特に、体の体積の約半分をしめていた尾ではすべての組織で細胞死が起き、ひれが消失し徐々に短くなった尾は最終的に消える（図1）。これまでこのしくみは、甲状腺ホルモンが血中で増えることをきっかけに細胞が自ら死ぬのだと説明されてきた。

変態期には免疫系の機能も幼生型から成体型へと変わる（図2）。多く

註1：MHC (Major Histocompatibility Complex: 主要組織適合性複合体)  
免疫反応に必要な一群のタンパク質の複合体。免疫系は自己と非自己を厳格に識別するが、この識別は細胞表面に存在する一群のタンパク質によって、Tリンパ

球に抗原が提示されることによって起こる。MHCは多型性に富むことでよく知られており、ヒトのMHCはヒト白血球型抗原、HLA (Human Leukocyte Antigen) と呼ばれ、臓器移植の際の拒絶反応の起こりやすさにはHLA型の多型による相性が大きく関わる。

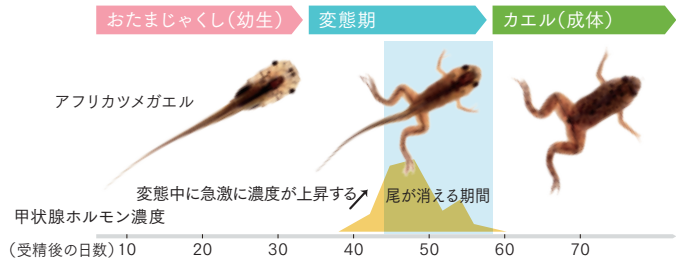


図1：カエルの変態

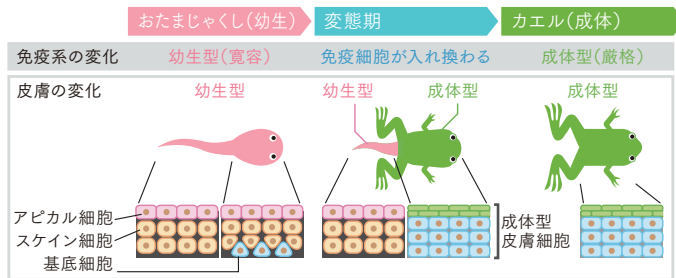


図2：免疫系と皮膚の変化

の脊椎動物と同じくカエルの成体は他の個体、正確にはMHC〔註1〕が異なった系統の皮膚を拒絶する。一方、幼生の免疫系はMHCが完全に異なる系統の皮膚は拒絶するが、異系統と同系統をかけた半自分とMHCが異なる系統の皮膚は拒絶しない。つまり、幼生型免疫細胞は比較的寛容なのである。

皮膚にも明瞭な変化が起こる。幼生の皮膚は魚などの水棲動物に特有の細胞として知られるスケイン細胞と、最外層に存在し細胞同士がすき間なく密着していることで体を保護しているアピカル細胞の二種類で構成されている。成体になるとスケイン細胞もアピカル細胞も消え、変態期につくられる基底細胞から成体型の皮膚が形成され、最外層が角質化し、毛こそ生えないが哺乳類の皮膚と基本的に同じ構造になる。しかし、