

ミジンコと制御T細胞

— エピゲノムがつなぐ生命と教育 —

皆さんはきっと、ミジンコの写真を見たり、この生き物の名前を聞いたことがあると思います。ミジンコは図2に示すように2本の触角をもつ小さな淡水生物で、通常は「正常型」と呼ばれる形をしています。ところが、淡水魚が多く生息している水の中では、「防御型」と呼ばれるツノのような突起を持つ形態に変化します。このツノは稚魚などの捕食者にとって食べにくい（トゲが刺さる）構造となり、ミジンコの仲間が全滅するのを防ぐ防御機構と考えられています。もっとも、大きな魚にとっては簡単に飲み込める大きさなのですが……。

通常型



防御型



図2 ミジンコの形態。
通常型と防御型は環境によって遺伝子に働きが異なる結果で起こる現象で

このように、環境に応じてミジンコの形態が変化する現象は「エピゲノム（epigenome）」と呼ばれる生命現象の一つとして知られています。淡水魚が放出するタンパク質や脂質などの物質は「カイロモン（kairomone）」と呼ばれ、これがミジンコの細胞表面に結合すると、細胞内の遺伝子の働き方が変化する、ツノを形成するようになるのです。つまり、遺伝子の配列そのものは変わらなくても、環境によってその働き方が変化するのがエピゲノムの特徴です。

ミツバチにも見られるエピゲノムのはたらき

エピゲノムの現象は、ミツバチの世界にも認められています。ミツバチの幼虫のうち、受精しない卵から生まれる個体は雄（単為発生）ですが、受精卵から生まれる個体はすべて雌です。その中で、特別に「ロイヤルゼリー」を与え続けられた一部の雌の幼虫だけが女王蜂になります。ロイヤルゼリーに含まれ

る成分が、女王蜂として成長するための遺伝子の働きを強く制御しているためです。一方、他の雌の幼虫は多様な餌（花粉や蜜など）を食べて成長し、働き蜂になります。

この違いによって、女王蜂と働き蜂では寿命が約 10 倍も異なり、体の大きさや生殖能力、社会的な役割まで大きく変化します。ここでも、同じ遺伝子を持つ個体が、環境（食事）によって異なる運命をたどるのです。

人間の生活環境とエピゲノム

もちろん、人間にもこのようなエピゲノムのメカニズムが働いています。私たちの食事、生活習慣、運動、睡眠、ストレスなどは、体内の遺伝子の働きに影響を与えます。その結果、ある病気にかかりやすくなったり、逆に病気を予防できたり、心身の健康やたくましさに差が生まれたりします。近年の研究では、生活環境の違いが、免疫機能や代謝機能、さらには精神面にも影響を与えることが明らかになってきています。

制御 T 細胞とエピゲノムの関係

今年度、ノーベル生理学・医学賞を受賞された大阪大学特任教授・坂口志文先生が発見された「制御 T 細胞 (Regulatory T cells, Treg)」も、エピゲノムの働きと深く関係しています。制御 T 細胞は、過剰な免疫反応を抑えてアレルギーや自己免疫疾患を防ぐ役割を持っていますが、その数や機能は生活環境によって変化することが分かっています。

たとえば、18 世紀の生活様式を現在も守り続けているアメリカのアーミッシュの人々には、アレルギー疾患が非常に少ないことが報告されています。これは、有機農法や家畜飼育など自然と共存する生活環境が、制御 T 細胞の働きを高める方向に作用しているためと考えられています。これもまた、環境によって遺伝子発現が変化する「エピゲノム効果」の一例といえます。

教育現場でのエピゲノム的アプローチ

本校の 3 学科 1 年生を対象とする生命科学の授業（2 科目）では、「制御 T 細胞と生活習慣」や「制御 T 細胞と免疫」といった内容を扱っています。

この学習で重要なのは、同じ遺伝子を持っていても、その働き方（エピゲノムの状態）が異なれば、潜在的な能力や健康状態が大きく変わるという点です。つまり、学生を取り巻く生活環境や学習環境も、個々の能力の発揮に影響を与える“教育的エピゲノム”として捉えられるのです。

このような考えを踏まえ、私たちは「エピゲノムの視点を活かした教育」——すなわち、学生の興味や意欲を自然に引き出す学習支援や授業デザイン——を進めています。こうした教育的工夫こそが、学生一人ひとりが本来持っているポテンシャルを最大限に引き出す環境づくりにつながると考えています。

医療と教育をつなぐエピゲノムの視点

エピゲノムの研究は、がんの免疫療法や創薬研究など、医学分野で急速に応用が進んでいます。がん細胞はしばしば、制御T細胞の働きを利用して免疫の攻撃を逃れようとしますが、このシステムを制御する新たな治療法の開発も進められています。

同様に、教育の分野でも学生の可能性を最大限に引き出すためには、環境要因を整えることが極めて重要です。「教育は遺伝か環境か」という古くからの問いに対して、エピゲノムはまさに**遺伝と環境をつなぐ生命現象**として、医療にも教育にも新たな示唆を与えてくれています。

まとめ

エピゲノムの理解は、生命科学だけでなく、私たちの生き方や教育のあり方にも深く関わっています。「一人ひとりの持つ力を引き出すために、どのような環境を整え、どのように関わるか」という視点こそが、これからの医療教育においても重要になってくるでしょう。

(分責 林要喜知)