



34 RESEARCH 脳の構造と機能

粘菌に知性はあるか？ 上田哲男

梅雨に入ると朽ち木や落ち葉の上に姿を現す風変わりな生物。粘菌は、動物、植物、菌類、原生生物と、さまざまな動物界の生きものの特徴を備えている。単細胞でありながら、大きいものでは数mにもなるこの生物は、私たちが数学の言を直感的に知るように、迷路の問題を解いたりする。人間の知性と粘菌の「知性」には共通点はあるのだろうか。

□ 開かれた存在としての生命

生命とは何か。この問題に対する一つの答は、「生命は環境と相互作用しながら自己を維持している」ということだろう。生きものは、外部からエネルギーを取り入れることで自己を組織し続ける開かれた存在だ。捕食動物は、被食者を見つけると、すばやく動き捕える。原生生物のアメーバも、小さな世界の中で餌を識別し、体内に取り込む。植物は、日照時間のわずかな違いを察知し、花をつける準備を始める。どの生物にも、自分のライフスタイルや棲む環境に応じた固有の環境対応能力が備わっている。その能力を高等、下等と分けることはできない。多様な環境に対するのに、多様な方法があるだけだ。ヒトを最も高等と見るのは、人間の傲慢さ、自然に対する認識の不足による。どの生物にも、永い歴史を生きてきた英知が結集しているのだ。

□ 粘菌の五感

私が研究している粘菌は、動物とも、植物とも、菌類とも、原生生物とも言える曖昧な生物だ。コスモポリタンで、梅雨時から夏にかけて、森の朽ちた倒木や落ち葉の上などに見られる。粘菌変形体は、標の原形質の巨大な塊で、100gぐらいの原形質が、先端部では数cmから数mのシート状に広がり、後方では、管がネットワーク状に分布している(※)。管のなかではゾル状の原形質がちょうど血管内の血流のように激しく流れている。ただし、循環するのではなく、数分周期で規則的に向きを変えている。変形体内のどろどろした溶液には、酵素タンパク質やイオンなどが溶け込んでおり、そこに核やミトコンドリアなどのオルガネラが浮かんでいるところは、他の真核単細胞生物と特に異なる点はない。ところが、この一見原始的な生物が、感覚受容、判断、行動、「計算」など、脳をもつ動物にも匹敵する高度な情報能力を示すのだ。動物の神経ネットワークと異なり、細胞内には互いを連絡する特殊な構造はみられないにもかかわらず。

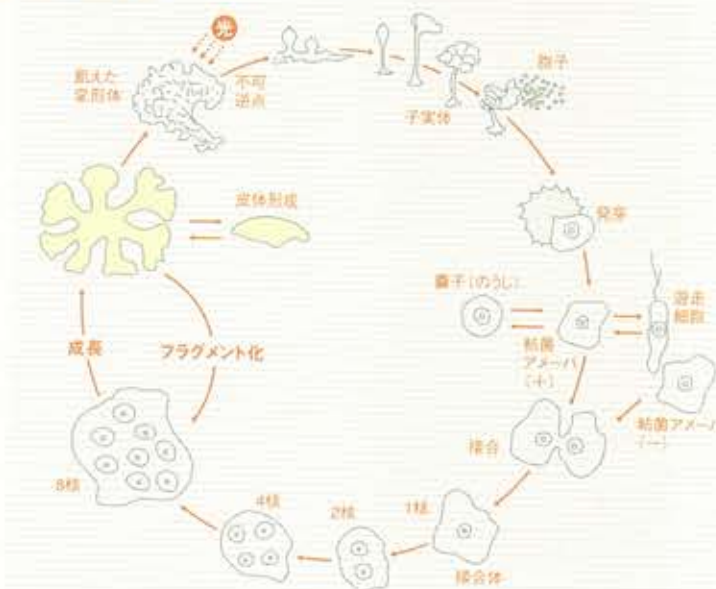
粘菌は、紫外線や青色光を避けようとし、赤色光や遠赤色光を受けると形態形成を始める。粘菌には光を見分ける少なくとも4つの光受容系があることがわかっていて。味覚もあり、苦いものは避け、糖とアミノ酸のような美味しいものには寄って行く。嗅覚もある。臭いに対する粘菌の反応とヒトの反応に高い相関があることから、そこに共通のメカニズムがあると想像されるほどだ。その他、重力や電流にも反応する。粘菌には五感が備わっているとよい。動物では特殊化した感覚器官が局在化しているが、粘菌ではこれらの能力が全身にある。一部分を切り取っても、サイズが小さくなるだけで同じように振舞う。粘菌は、全身が感覚器官であり、運動器官であり、情報器官なのだ。体のすべての部分がそれぞれ自律性を持っている生命システム、それでいて全体としての調和を創り出す存在、それが粘菌である。

上田哲男(うえだ・てつお)
北海道大学電子科学研究所・教授
1947年大阪府堺市生まれ。1970年大阪大学理学部化学科卒業。1972年同大学院修士課程(高分子学専攻)修了。1975年北海道大学薬学研究所修士課程を修了。薬学博士を取得。この頃、あまり人のやらない粘菌を相手に、情報機能の解明をめざすことを決意。日本学術振興会奨励研究員、フンボルト財団研究員(ドイツ)、ブリティッシュカウンシル研究員(イギリス)。1978年北海道大学助手。1989年同大学助教授。1992年名古屋大学教授。1998年より現職。細胞インテリジェンスの解明に今も挑戦。

※HPで「広がる粘菌」の動画が見られます。



真正粘菌の生活環



□ 粘菌の「計算」と「記憶」

粘菌を迷路に入ると、まず変形体が迷路内をくまなく回り全体に広がる。ここで迷路内の2ヶ所に餌を置くと、餌のない袋小路に入った“無駄な”原形質が小さくなっていく。やがて、2ヶ所をつなぐいくつかの経路だけが残し、そこに太い管が形成される。さらに、これらの経路のうち、最短のものが選ばれ、最終的に1本の太い管が形成される。粘菌はこうして迷路問題を解く。最短コースを「計算」できるのだ。しかし、人間と同様、間違っただけ計算をすることもあり、それがいかにも生物らしい。

粘菌を低温下におくと、約5時間後に分裂が起こり、核を8個含む球形の微小な変形体の集団になる。途中で常温にもどした後、この粘菌をもう一度低温下におくと、今度は分裂までに5時間かからない。低温下におかれた1度目の出来事を覚えているらしく、1度目と2度目の時間の和が5時間となるタイミングで分裂するのだ。粘菌は、過去の体験を保持し、次の経験に役立てるのである。「記憶」もあるのだ。

粘菌は、からだ全体を常に振動させている。その収縮リズムは、一様に広がる状況では、心臓の拍動のように、同調している。ところが一部分を刺激すると、刺激をした部位の振動位相が反転する。好ましい刺激の場合は(餌に