

ゾウリムシの pH に対する集合反応に及ぼす pH の効果

吉田 二千翔 (筑波大学 生物学類)

指導教員: 大網 一則 (筑波大学 生命環境系)

導入

単細胞生物ゾウリムシは細胞表面を覆う多数の繊毛を動かして水中を遊泳する。この生き物は、外界からの様々な刺激に対して行動反応を起こし、自らの生存に適した環境を選ぶことができる。例えば、ゾウリムシは有害物質に対してはその濃度の低い領域に集合し、逆に、誘因物質に対しては濃度の高い領域を選ぶ。これらの集合反応は、化学物質の相対的濃度差の検出により生じると考えられる。一方、ゾウリムシは温度や pH に対しても行動反応を示すが、これらの刺激に対する反応は、相対的な温度や濃度差を検出して起きた行動反応の結果では説明できない。仮に、ゾウリムシが相対的な温度の高低や pH の値を判断しているとする、ゾウリムシは極端な高低温、pH など、生存に適さない環境にさらされることになる。従って、ゾウリムシは pH や温度に関しては絶対値を認識して集合すると考えることができる。

ゾウリムシの温度刺激に対する行動反応に関しては、集合する温度が培養温度付近になるという興味深い事実が示されている。即ち、ゾウリムシが集合する温度は培養温度を変えることにより変化する。この事実は、ゾウリムシが自らの集合する絶対的な温度を認識し、さらに、培養温度を記憶していることを意味している。

私は、温度と同じようにゾウリムシが絶対値を認識できると考えられる pH に対する行動反応に興味を持った。ゾウリムシが集合する pH の値を、順応させた pH を記憶して決定しているかどうかについて検討することを目的とした。この研究では、特定の pH の溶液に一定時間順応させたゾウリムシを異なる pH の溶液に移した際にどのような行動反応を示すのかを調べた。さらに、これらゾウリムシの pH に対する行動反応が、順応させた pH を変えることによりどのように変化するかを調べた。

材料・方法

ゾウリムシ (*Paramecium caudatum*) は麦藁の抽出液を用いて 20°C で培養した。実験には以下の組成の溶液を用いた; 5mM Tris-HCl, 1mM Maleic acid, 1mM KCl, 1mM CaCl₂。この溶液を HCl により滴定して四種類の pH 値 (5.5/6.5/7.5/8.5) をもつ実験溶液を作成した。培養したゾウリムシは、順応させる pH の溶液で四回洗浄し、30分もしくは24時間順応させた後、異なる pH の溶液に小さいピペットで移し、行動反応を調べた。

結果

始めにゾウリムシを4種類の pH の溶液にそれぞれ30分間順応させ、その後異なる pH の溶液に移し、ゾウリムシの行動反応を調べた。pH8.5 に順応させたゾウリムシを pH7.5 の溶液に移した時には行動反応を見せなかったが、pH6.5 及び 5.5 の溶液に移すと、素早い後退遊泳と前進遊泳を繰り返した。pH7.5 に順応させたゾウリムシを pH6.5 あるいは 5.5 に移すと、短い後退遊泳を繰り返した。pH8.5 の溶液中では行動反応は生じなかった。pH6.5 に順応させたゾウリムシは、pH5.5 の溶液に移すと数十秒間短い

後退遊泳を繰り返したが、pH8.5、7.5 の溶液に移した時には行動反応を示さなかった。pH5.5 に順応させたゾウリムシはいずれの pH の溶液に移しても行動反応を示さなかった。

同様にゾウリムシの順応時間を24時間とした時のゾウリムシの行動反応を調べた。ゾウリムシは pH8.5 から pH7.5 の溶液に移したときには行動反応は見られなかったが、pH6.5 及び 5.5 の溶液に移すと、後退遊泳や一時停止などの行動反応を示した。これらの行動反応は順応時間が30分の時と比べると穏やかだった。pH7.5 から pH6.5 や 5.5 に移すと、全体の2~3割のゾウリムシが一瞬後退した。pH6.5 の溶液に順応させたゾウリムシは異なる pH に移しても行動反応を示さなかった。pH5.5 に順応させたゾウリムシは、pH6.5 の溶液に移した直後に数秒間短い後退遊泳を繰り返したが、その他の pH に移した時には行動反応を示さなかった。

考察

今回の実験で見られた、ゾウリムシの後退遊泳や一時停止の行動は、回避反応と呼ばれ、ゾウリムシが異なる環境に遭遇したとき、その環境への進入を回避する反応である。今回四種類の pH に30分間順応させたゾウリムシは、順応させた pH より低い pH の溶液に移した時に回避反応を見せた。これはゾウリムシが順応させた pH の溶液から、より低い pH の溶液への侵入を回避することを示している。一方、順応させた pH よりも高い pH の溶液に移した時には回避反応が生じないことから、ゾウリムシは順応させた pH よりも高い pH の溶液への侵入は回避しないことを示している。これらの結果は、今回調べた範囲では、ゾウリムシが高い pH の溶液に集合することを示唆する。

ゾウリムシは順応させる時間を30分から24時間に伸ばすと、一部の pH で、より高い pH に移した際に回避反応を示すようになった。この行動反応の変化は、順応時間を長くしたため、ゾウリムシが pH に対する行動反応を変化させたことを示す。従って、ゾウリムシの行動反応は順応 pH により変化したと考えられる。順応が生じる時間経過に付いて明らかにするためには、さらに異なる順応時間について検討することが必要である。

今回の実験では、温度刺激に対する反応のように、ゾウリムシが順応した特定の pH を記憶し、そこに集合する直接的な証拠を得ることはできなかったが、今後、ゾウリムシの集合を調べる実験系等を用いて、さらに検討してゆくつもりである。