

## ゾウリムシの化学刺激応答性に対する温度と光条件の効果

福井 大智 (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

生物は外界の様々な環境情報を刺激として受容し、それに適切に反応して、生存に有利な環境を選択している。単細胞生物であるゾウリムシ(*Paramecium caudatum*)は、1つの細胞が1つの個体を形成しており、個体としての体制は多細胞動物と比べて単純だが、様々な刺激に対して複雑で整合性のある行動を示す事が知られている。

これまでに、ゾウリムシの化学刺激や温度刺激、光刺激などに対する行動反応とその制御機構はある程度解明されている。しかし、自然界では様々な外部要因が同時に存在しており、生物は複数の環境要因の中で生きている。私は、単細胞生物の刺激応答反応に対して、別種の刺激の存在が影響を与えるのではないかと興味を持った。

本研究では、単細胞生物であるゾウリムシを用いて、光条件と化学刺激反応性の関係、また、温度条件と化学刺激反応性の関係を調べ、異なる刺激に対する反応性に相互作用があるかどうかを明らかにすることを目的とした。

## 材料・方法

化学刺激を与えた時のゾウリムシの行動反応に対する光条件の効果を実験では、培養したゾウリムシを標準溶液(1mM KCl, 1mM CaCl<sub>2</sub>, 1mM Tris-HCl, pH7.4)で4回洗った後、インキュベーター内(20°C)で光条件を変えて1~3日間培養した。温度変化による影響を最小限に抑えるため、ゾウリムシを入れた試験管は水を満たした水槽に入れた。培養中は光源として試験管から30cmの距離に蛍光灯を設置し、常に点灯させた。ゾウリムシを入れた試験管は2群に分け、片方をアルミホイルで覆い光を遮断することで、暗条件とした。もう片方は試験管を覆わずに、明条件とした。実験前に再び標準溶液で4回洗い、30分間室温で放置した後、化学刺激を与えた。

今回、化学刺激として標準溶液中のKCl濃度を、それぞれ、5mM、10mM、20mM、40mMに上げた溶液を用いた。標準溶液中に順応させたゾウリムシを、小さいピペットを用いて刺激液に緩やかに吹き出し、そのときに生じる行動反応を観察、計測した。

温度条件を変える実験では、ゾウリムシを標準溶液で4回洗った後、10°Cと20°Cのインキュベーターに入れ、3日間飼育した。実験前に再び標準溶液で4回洗い、30分間室温で放置した後、光条件の実験の際と同じくKCl濃度の異なる溶液に移し、化学刺激を与えた。

## 結果

ゾウリムシを標準溶液からKイオン濃度の高い刺激液に移すと、速やかに後退遊泳を始め、次に、一カ所に留まって細胞の先端部分を旋回させた後、ゆっくりと前進遊泳に戻っていった。これら一連の行動反応は、刺激液のKイオン濃度が高い程顕著であり、後退遊泳の持続時間や旋回運動の持続時間は長くなった。

光条件を制御した条件下で同様の化学刺激を与えると、ゾウリムシは明条件、暗条件共に、通常と同様の行動反応を示した。しかしながら、明条件下では後退遊泳も旋回も持続時間が顕著に長かった。暗条件下では通常の培養条件下と同様であった。

光条件制御下での後退遊泳の持続時間を光条件に移してから時間経過に対して調べた。明条件では、ゾウリムシの後退遊泳持続時間は、時間とともに長くなった。一方、暗条件下では、時間に対して変化しなかった。

異なる温度条件下で同様の化学刺激を与えると、ゾウリムシは自然条件(20°C)、低温条件(10°C)共に、通常と同様の行動反応を示した。しかしながら、低温条件下では各化学刺激における後退遊泳も旋回も、自然条件下と比べて持続時間が短かった。

## 考察

今回の実験から、ゾウリムシを明条件下で培養した場合、化学刺激に対する反応が顕著になることが明らかとなった。暗条件と通常の培養条件下では、反応性に差が見られなかったことから、反応性の増強には比較的強い光が必要であると考えられる。今後、光条件をより精密に制御し、その強度を変える実験が必要である。明条件下で生じる化学刺激応答性の増強は、培養期間が長くなるにつれ次第に顕著になっていった。ゾウリムシの後退遊泳には、細胞の膜興奮とそれに伴う外液から細胞内へのCa<sup>2+</sup>イオンの流入が必要なので、明条件に置かれたゾウリムシは、光条件により、化学刺激受容系もしくは細胞の興奮性を変化させていることが示唆される。

ゾウリムシが明条件で他種刺激に対する応答性を増強する事実は、明るい場所でゾウリムシが刺激に対してより顕著な回避行動を示すことを示唆する。従って、光により生じる反応性の増強は、ゾウリムシが視覚などの光情報に依存した捕食者から逃れるために有効であると考えられる。

ゾウリムシを低温条件下で育成した場合、後退遊泳及び旋回の持続時間は短くなった。これは単純に温度低下によって細胞の代謝活性が下がった結果であると解釈できるが、刺激応答性の変化の可能性について更に実験が必要である。

今回の実験から、ゾウリムシに於いて異なる種類の刺激間に相互作用が存在することが強く示唆された。今後、更に別種の刺激間の相互作用について検討することが必要である。