

## ゾウリムシの刺激応答性に対する光の効果：光条件の定量的検討

平良 恵大（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様々な環境要因を刺激として受容し、適切に反応して生きている。一つの細胞が一つの個体を成すために、単一の細胞が多種の刺激に反応することが可能である。これまでに、これら刺激間の相互作用については、良く知られていないが、光環境下で培養したゾウリムシは、通常よりも化学刺激に対して過敏に反応するという現象が明らかになっている。これは、光条件により、ゾウリムシの化学刺激感受性が影響を受けることを意味している。これまでの実験では、光条件としての分光特性や照射時間、光強度、光周期などの定量的な制御とその際のゾウリムシの反応の関係については調べられていない。私は、この光による刺激応答性の制御、光条件と反応性の相関をより詳しく調べることに興味を持った。この実験は光条件のどのような要素が、ゾウリムシの化学刺激応答性にどのような影響を与えているのかを調べることを目的としている。今回は、特に光照射時間と光強度の二つの条件に着目し、実験を行った。

## 材料・方法

ゾウリムシは麦わらの抽出液を用いて、20度で培養した。培養条件では、室内の照明により、20 lux ほどの光があたる。培養したゾウリムシは標準溶液(1mM KCl, 1mM CaCl<sub>2</sub>, 1mM Tris-HCl, pH7.4)で3回洗い、30分間室温で放置した後、実験に用いた。

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した。

ゾウリムシの化学刺激感受性に対する光照射の効果を実験では、洗浄したゾウリムシを光が遮断された暗条件下で半日以上培養し、コンディショニングを行った。このコンディショニングのあと、ゾウリムシを、光条件をコントロールした発泡スチロールの箱に移した。実験用の光源には熱発生が少ない光ファイバーを用い、小さな穴を通して光ファイバー先端を箱の中に導き、箱の内部を照射した。光を照射した状態で24時間箱の内部の温度をモニターしたが、室内温度との差はなかった。この箱の中に、コンディショニングを行ったゾウリムシを2群に分けて入れた。片方はアルミホイルで完全に覆い光を遮断し(暗条件)、もう片方は、アルミホイルで覆わずに光を照射した(明条件)。この条件下に一定時間おいた後に、化学刺激に対する行動反応を調べ、光条件の効果を検討した。

## 結果

## ① ゾウリムシの化学刺激に対する行動反応。

通常培養条件下のゾウリムシは標準溶液から 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、しばらく経つと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。

## ② ゾウリムシの化学刺激感受性に対する光照射時間の効果。

次に K イオン刺激に対する行動反応に対する光照射時間の効果を調べた。光強度を 2000 lux として、明条件と暗条件でゾウリムシの後退遊泳持続時間を測定した。ここでは化学刺激として K 濃度 20 mM の刺激液を用いた。照射時間が3時間までは、化学刺激に対するゾウリムシの後退遊泳持続時間は、明条件、暗条件共に違いがなかった。照射時間を3時間以上に増すと明条件下のゾウリムシの示す後退遊泳のみが延長した。照射時間を更に延ばすと、明条件下のゾウリムシの後退遊泳は更に延長したが18時間以上にすると、後退遊泳持続時間の増加は止まり、ほぼ一定となった。これら一連の実験で、暗条件においては、照射時間の長さに関わらず、後退遊泳の延長は見られなかった。

次に、光強度の影響を調べた。光照射時間を24時間に固定し、光強度を変化させて(50 lux から4000 lux) ゾウリムシの化学刺激に対する後退遊泳の持続時間を調べた。50 lux の明条件下では、ゾウリムシの後退遊泳持続時間がわずかに増加した。2000 lux までは、光強度の増加に従い、明条件下における後退遊泳持続時間が長くなった。更に光強度を増して4000 lux にすると、ゾウリムシの後退遊泳持続時間は減少し、通常条件とほとんど変わらなくなった。

## 考察

今回の実験で、ゾウリムシを光条件下で培養した場合、暗条件下に比べ化学刺激に対する反応が顕著になることを確認した。このような刺激応答性の亢進は、これまで言われているように、視覚を利用した捕食者から逃避する際に有利であり、ゾウリムシの生存に役立つ生理学的適応であると捉えることができる。今回は、化学刺激にしぼって、光条件の影響を調べているが、機械刺激や、他の化学物質に対する反応性が影響を受けているかどうかについては興味を持たれる課題である。

今回の実験で光条件を制御した結果、光による反応性の亢進は光照射の持続時間と光強度の何れにも依存していることが明らかとなった。光条件に依存した反応性の亢進がおよそ18時間で最大値をとり、飽和した事実は、ゾウリムシの刺激応答性の再構成にかかる時間を反映しているかもしれない。また、今回調べた光強度は、自然状態での屋外の光強度(100000 lux に及ぶ場合がある)と比べると一桁以上小さく、比較的弱い自然光に対してもゾウリムシの刺激応答性に影響があると考えられる。

今回の実験では、光は連続照射しているが、実際の自然条件下では光条件は24時間周期で変化する。自然状態で、ゾウリムシの反応性が光によりどのように制御されているかを知るためには、光周期を制御した実験が必要である。また、今後、分光学的研究、電気生理学的研究等を行うことにより、光受容器の実体や、反応性亢進のメカニズムについて明らかになると考えられる。