

ゾウリムシの音受容機構の検討

吉野 葉月 (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>

生物は様々な外界の刺激に対して適切に応答することができる。このような刺激応答性は、生物が生存する上で重要である。外界の環境要因である刺激としては、光や化学物質、熱、機械的な変形など様々なものが知られる。このうち、機械刺激は、高等動物からバクテリアにまで受容される、重要な刺激の一つである。

ヒトでは、機械刺激により、触覚や聴覚と呼ばれる感覚が生じる。このうち、高等動物で一般的に知られる聴覚では、空気の振動を特殊な感覚系を用いて受容し、いわゆる音を聞くことができる。音は様々な生物において、重要な役割を果たしている。

生物の音の受容については、ヒトを中心とした高等動物において大筋が理解されている。しかし、単純な体制の生物が、機械刺激の一つである音を受容しているのかどうかについては、ほとんど研究がなされておらず、明らかになっていない。私は、耳などの特殊な構造を持たない単純な生物が、はたして音を受容しているのか、また、受容しているとすると、そのメカニズムや、生存のための意味はどのようなものなのかについて興味を持った。

この研究では、単細胞生物であるゾウリムシに着目した。ゾウリムシは、一つの細胞が一個体を形成する単純な体制だが、我々高等生物と同様に、機械刺激を含む様々な刺激に反応することができる。刺激を受容した結果、ゾウリムシは様々な行動反応を示す。実験では、ゾウリムシの行動反応を指標にとり、単細胞生物のゾウリムシが音を受容しているのかどうかを検討した。

<材料>

ゾウリムシ

実験に用いたゾウリムシ (*Paramecium caudatum*) は麦藁の抽出液を用いて、バクテリア (*Enterobacter aerogenes*) を餌とし、20°Cのインキュベーターで培養した。実験は、初期定常状態のゾウリムシを順応液 (1mMKCl、1mM CaCl₂、1mM Tris-HCl、pH7.4) で3回洗浄し、1時間順応させた後に行った。

ゾウリムシの行動は、順応液を満たしたシャーレ (内径42mm、60mm) 中で観察し、ビデオカメラ (Cannon ivis HV20) を用いて記録し、解析した。

音刺激

ゾウリムシに対する音刺激は、パソコンで駆動したスピーカー (JBL PEBBLES) をゾウリムシのいる実験槽の側面に置いて与えた。使用した音の周波数は、50Hz、100Hz、500Hz、1000Hz、5000Hz、10000Hz、15000Hzの7種類であり、いずれもサイン波である。また、今回、音の強さを変える実験で用いた音の最大値は、93dBであった。音刺激を与えたタイミングは、遊泳中のゾウリムシを照射するバックグラウンドの光量を変えて記録した。

<方法と結果>

実験1

はじめに、ゾウリムシに音刺激を与えた時の行動の変化を調べた。ゾウリムシの遊泳を、直線的な前進遊泳を続けているもの、方向転換を示したもの、遊泳を一時的に停止したものの、に分けて計測すると、音刺激直後に音刺激を与える前よりも方向転換した個体の割合が増える場合もあったが、再現性に乏しかった。与える音の周波数を変え、また、強さを変えて、同様の実験を行なったが、刺激による行動反応が再現性良く生じることはなかった。

ゾウリムシの遊泳行動をさらに詳しく調べる目的で、音を与える前後でのゾウリムシの遊泳速度を計測、比較した。調べたすべての周波数において、音刺激付与前後での遊泳速度の変化は見られなかった。

実験2

次に、音刺激の方向性に着目して実験を行った。ゾウリムシの遊泳を撮影する区画をシャーレ中の刺激に近い部分と遠い部分の2つに分け (図1A、B)、音刺激によりそれぞれの区画のゾウリムシの密度に差が出るかどうかを調べた。

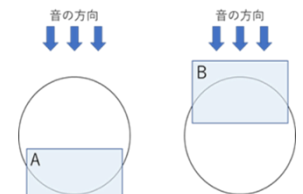


図1

音刺激を与えても、AとBに存在するゾウリムシの数は、ほぼ同じであった。それぞれの区画中における分布に違いがあるかどうかを見るために、シャーレのふちから中心にかけてゾウリムシの遊泳する領域を3つに分け、それぞれのゾウリムシの個体数を測定した。ゾウリムシの分布はAとBでほとんど差がなかった。

実験3

次にゾウリムシが音以外の刺激に対して行動反応を示している時の音刺激の効果について調べた。今回の実験では、高濃度 (40mMKCl) K刺激により回避行動を示しているゾウリムシに音刺激を与えた。ゾウリムシをK刺激溶液に入れると、速やかに後退遊泳を始めたが、この後退遊泳中に音刺激を与えても、音刺激がない場合と比べ、ゾウリムシに目立った行動の変化はなく、後退遊泳の持続時間も変わらなかった。同様に、後退遊泳後に生じる回転中に音刺激を与えたが、ゾウリムシに目立った行動の変化はなかった。

今回の実験では、音刺激に対する特定の行動反応を得ることはできていない。しかしながら、再現性は乏しいものの、音刺激の前後で、ゾウリムシの分布や、行動反応の違いがわずかながら生じる結果も得られている。今後、実験の試行回数を増やして、また、精度をあげて、ゾウリムシの音に対する行動反応があるものかどうかについて、さらに検討を続けたい。