

ゾウリムシの生理活性に対する外液の化学環境の効果

山田 理瑛 (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

生物は水なしには存在し得ない。水の物理的、化学的性質は生物に対して大変大きな影響を持つ。特に、細胞一つが一個体を形成する単細胞生物は、細胞が直接外界の水環境にさらされるため、体液をコントロールして恒常性を維持している多細胞生物の細胞と比べると、大きな環境変化の影響を受ける。そのため、単細胞生物はそれら大きな環境変化に適応して生きてゆく必要がある。

地球上の主要な水環境は、イオン濃度の低い淡水と、それに比べイオン濃度や浸透圧の高い海水に大別される。両者はイオン濃度にしておよそ 1000 倍もの開きがあり、その化学的環境は大きく異なる。

ゾウリムシ (*Paramecium caudatum*) は、全身に生えた繊毛を使って水中を遊泳する原生動物である。ゾウリムシの生息域は、水田、湖沼等、淡水の止水域が中心である。しかし、何らかの原因で流水中に入ったゾウリムシはより低い場所に流され、最終的に海に到達すると考えられる。淡水産ゾウリムシが海水に遭遇した時にどのように対応するかは非常に興味深い。私はゾウリムシが海水等の化学的性質の異なる環境に到達した時の反応に興味を持ち、実験条件下で生存や行動反応を調べてみたいと思った。この研究は、海水と淡水、また、異なる浸透圧や有害物質の存在等の水中の化学的環境がゾウリムシに及ぼす影響について調べることを目的とした。

材料及び方法

本実験では、ゾウリムシ (*Paramecium caudatum*) を麦わら抽出液で継代培養したものを実験開始 30 分以上前に標準溶液 (1mM KCl, 1mM CaCl₂, 1mM Tris-HCl, pH7.4 前後) で洗浄して用いた。また、この標準溶液を淡水として扱う事とした。海水は化学的組成の明確な人工海水 (500mM NaCl, 30mM MgSO₄, 10mM KCl, 20mM MgCl₂, 10mM CaCl₂, 5mM Tris-HCl, pH8.0) を用いた。外液の浸透圧を変化させる時にはショ糖を用いた。有害物質としては、キニーネを使用した。

結果

(1) 淡水産ゾウリムシの海水中での生存率

はじめに、ゾウリムシが海に流れ着いたことを想定して、海水中でのゾウリムシの生存を調べた。標準溶液に順応させたゾウリムシを希釈していない海水 (1/1 海水とする) に移すと、速やか (1 分以内) に死亡した。ゾウリムシを希釈した海水 (1/10 から 1/100) に移すと、すぐには死ななくなったが、時間とともに生存率が落ちていった。更に海水を希釈すると (1/1000)、時間が経過してもゾウリムシは殆ど死ななくなった。ゾウリムシの生存率が半分に落ちる半致死時間は海水の希釈に伴って延長した。

(2) 段階的にイオン環境を変化させた時のゾウリムシの生存
ゾウリムシの海水に対する抵抗性が汽水域に一定時間滞在した時にどのように変わるかを調べるため、標準溶液に順応させたゾウリムシを希釈海水 (1/30 から 1/1000) に 30 分程度晒した後、そこよりも高濃度の希釈海水 (1/10) に移した。ゾウリムシの生存率は、直接 1/10 希釈海水に移した時よりも上昇する傾向にあった。

(3) ゾウリムシに対する高浸透圧の影響

淡水と比べ海水中ではイオン濃度が高まると同時に浸透価も高くなる。どちらの要因がゾウリムシの海水中での死亡原因であるか調べるため、海水中の浸透価を一定に保った条件でイオン濃度を低下させた。1/10 希釈海水中では、ゾウリムシは 24 時間中にすべて死亡したが、これと等張のショ糖溶液中では殆ど死亡しなかった。

(4) 海水に移した直後のゾウリムシの行動反応

標準溶液から海水に移したゾウリムシは、速やかに繊毛逆転を示し、後退遊泳した。1/1 海水から 1/4 希釈海水中では、ゾウリムシは死亡に至るまで後退遊泳を続けた。1/8 希釈海水から 1/30 希釈海水中では、ゾウリムシは後退遊泳の後、旋回運動を経て前進遊泳に戻った。更に海水を希釈すると、ゾウリムシは後退遊泳を示さなかった。

(5) キニーネ溶液中でのゾウリムシの生存率

マラリア原虫に対する薬剤として知られるキニーネを含む溶液中でのゾウリムシの生存率を調べた。0.1mM 以上のキニーネ存在下でゾウリムシは死亡した。キニーネ濃度依存性の詳細に関しては現在実験中である。

考察

今回の実験から、ゾウリムシは淡水から直接海水中に入るとごく短時間で死に至ることが明らかとなった。淡水産ゾウリムシは大きく化学的組成の異なる海水に即座には対応することができないものと考えられる。ゾウリムシは海水中のイオンの代わりに等張のショ糖を入れた溶液中では死亡しなかったため、海水の毒性はイオンに由来すると考えられる。

一方、汽水域を想定した希釈海水を用いた実験から、化学組成の変化が緩やかであると、海水がゾウリムシに与える毒性は若干軽減されたので、ゾウリムシは海水に対してある程度順応することが可能であると考えられる。

今回の実験でゾウリムシを海水に移すと後退遊泳が生じることが明らかとなった。これは、野外で海水に遭遇したゾウリムシが回避反応を行うことを示す。従って、ゾウリムシは生存が困難な海水に遭遇した時に回避反応を示し、その中に入ることを避けていると言える。現在、汽水域に分布するゾウリムシの存在も確認されているが、このゾウリムシの生態については明らかになっていない。ゾウリムシがいかにして汽水域に進出しえたのか、興味を惹かれるところである。