

嫌気呼吸中のアサリに伴うエネルギー消費について

徳島大学大学院 学生会員 ○津山拓郎

アスト 非会員 松重摩耶

徳島大学大学院 正会員 上月康則

徳島大学大学院 正会員 山中亮一

徳島大学大学院 学生会員 近森光

1. はじめに

2009 年 8 月 28 日に兵庫県御前浜で硫化水素を伴う青潮が観測された。この時の水中の様子を収めた記録には、アサリが底質からはい出し、水管と斧足を伸ばし、もがいている様子が観察され（図 1）、この翌日には浜にアサリの死骸が大量に打ち上がっていた。アサリは水産有用種で重要な資源であるが、国内で資源量の減少が問題となっている。その原因の 1 つとして、上記に述べた無酸素や青潮で大量に死亡することが挙げられる。これまでも貧酸素や青潮時の曝露時間とアサリの死亡率の関係について、数多くの研究がなされているが、直接の死亡原因を特定したものではなく、曝露中のアサリの行動についても注目されてこなかった。そこで、本研究は、無酸素・青潮時のアサリの異常行動と体内のエネルギー消費量に着目し、無酸素・青潮時のアサリの大量斃死の原因について検討することを目的とし室内実験を行った。



図 1 青潮中のアサリの異常行動

2. 実験方法

実験は土がある環境（実験(1)）と土がない環境（実験(2)）の 2 種類を行った。アサリの行動観察が行いやすいように 50ml の自立式遠沈管に 1 個体ずつアサリを入れて、実験を行った。海水は 2009 年に発生した兵庫県御前浜での青潮時と同じ、塩分 28psu、水温 25℃に調節した。また、実験に使用したアサリは、御前浜でアサリが採取することが出来なくなったために、一度も嫌気環境下におかれたことのない殻長 25～35mm のアサリを用いた。無酸素環境下の実験では、海水を窒素曝気により、容器内の溶存酸素量（以下 DO）0.5mg/L 以下に設定した。硫化水素環境下での実験では、窒素置換水に硫化ナトリウム九水合物を用いて、濃度の調整を行い、通常の青潮時の硫化水素濃度 2mg/L と高濃度の H₂S 10mg/L を用いて行った¹⁾。実験中のアサリの行動は、インターバルカメラで 5 分毎に撮影し、個体が死亡するまでの観察を行った。曝露中のアサリの行動は、閉じる、半開き、水管、斧足、水管・斧足、死亡の 6 種類（図 2）に分けて考察した。また、嫌気代謝時の貯蓄物質であるグリコーゲンも、アンスロン硫酸法²⁾にて測定した。



図 2 嫌気環境下のアサリの行動

3. 実験結果・考察

図 3 に実験(1)、実験(2)における(a)無酸素 (b)硫化水素 2mg/L (c)硫化水素 10mg/L の曝露結果を示す。図 3-①にアサリの平均死亡時間、同図-②に生存時間中の水管・斧足の割合、同図-③に曝露後約 40 時間目のグリコーゲン含有量を示した。図 3 より、土がある実験 A は、土が無い実験 B のアサリより、水管・斧足を出す割合が多く、グリコーゲン含量も低くなり、死亡時間が早かった。また、実験 A、B とともに、(c)硫化水素濃度 10mg/L に曝露された系が最も影響が大きく、(a)無酸素、(b)硫化水素濃度 2mg/L 曝露では、結果に差異は生じなかった。

図 4 に実験(1)の無酸素環境下におけるグリコーゲン含量の初期値 (1.67%) と曝露後 40 時間後の値 (1.26%) を実線 (I) で示す。また、それらの値をそれぞれグリコーゲン消費モデルの式 (1) に入れたものを点線 (II) (III) に示す。図 4 より、初期値をモデル式に用いた点線(II)と実測値である実線(I)では、グリコーゲン含量が 0%になるまでの時間はほぼ等しかった。しかし、曝露後 40 時間目のグリコーゲン含量を初期値にして求め

たモデル推定値（点線（Ⅲ））と実測値（Ⅰ）では 20 時間の差が生じた。

ここで、実験(1), (2)の結果から、生存期間中の水管・斧足を出している時間の割合とグリコーゲン減少量との関係を図 5 に示したが、この図より、水管・斧足の割合が多い個体ほどグリコーゲン減少量は大きいことがわかる。また、無酸素環境下のアサリの行動を図 2 のようにわけたものを図 6 に示す。図 4、図 6 より水管・斧足を出す個体が増加した時間とグリコーゲン含量が減少した時間がほぼ等しいことから、嫌気代謝が始まって、殻を閉じている期間（図 4 中(A)）よりも、数時間が経過して斧足を出している期間図 4 中(B)の方が、グリコーゲン減少速度は大きくなると考えられる。

$$GDEC = decrt * \frac{(T / ks)^{exp}}{1 + (T / ks)^{exp}} \quad (1)$$

GDEC：グリコーゲン減少量

decrt:グリコーゲン消費速度（decrt=1.5%day⁻¹）

T：水温

Ks：半値定数（ks=25℃）

exp：半値定数周りの関数の応答を決めるパラメータ
（exp=5；観測結果に対する再現性の高い値）

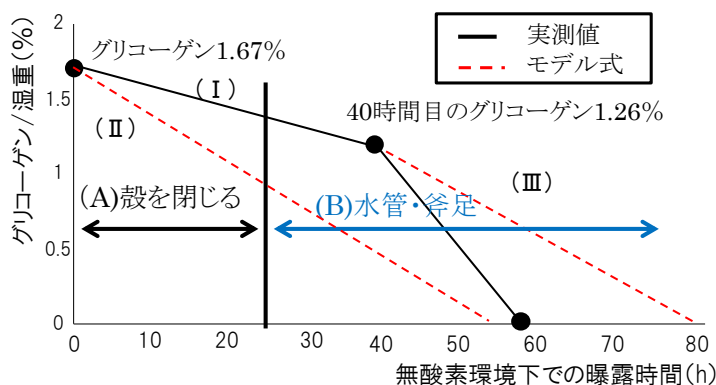


図 4 水管・斧足の割合とグリコーゲン減少量の関係の関係

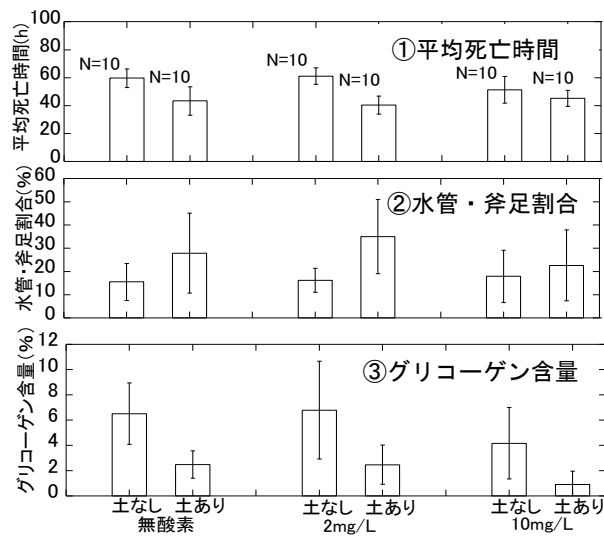


図 3 実験結果

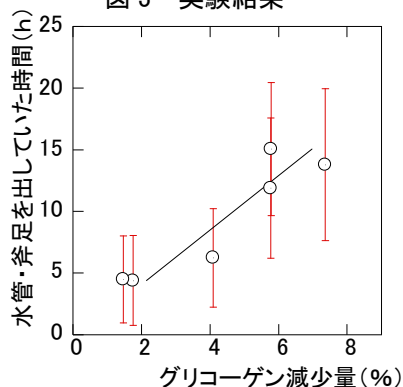


図 5 水管・斧足の割合とグリコーゲン減少量の関係の関係

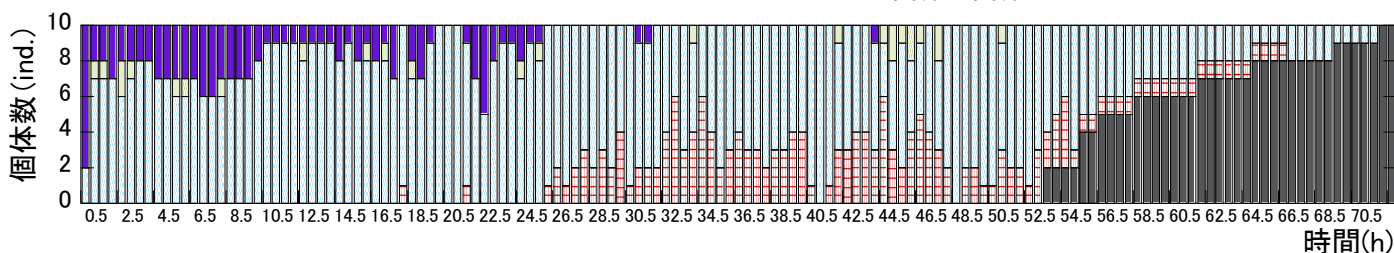


図 6 無酸素環境下におけるアサリの行動

4. おわりに

無酸素・青潮時に観測されたアサリの異常行動時は、嫌気代謝時の体内の貯蓄エネルギー消費を増加させ、アサリの死亡を早めていると思われる。今後は現地実験により、同実験の検証を行う予定である。

参考文献

- 1) 柿野純：青潮によるアサリのへい死原因について 貧酸素水および硫化物の影響，千葉県水産試験場報告，第 40 号，1982。
- 2) 吉川春寿：臨床医科学 I，共同医書出版，東京，pp.150-152，1952。
- 3) 青山裕晃，甲斐正信，鈴木輝明，中尾徹，今尾和正：三河湾における貧酸素化によるアサリ (*Ruditapes philippinarum*) の死亡率の定式化 II，J.Adv.Mar.sci.teci.Vol.5No.1&2，pp.31-36，1999。