

中海に生息するホトギスガイの呼吸速度

九州大学大学院 正会員○井上徹教、 地質調査所 非会員 山室真澄

1. はじめに ホトギスガイ (*Musculus senhousia*) はイガイ科に属する二枚貝で、成長すると殻長 30mm、殻高 13mm、殻幅 10mm になり、千島・北海道～九州・朝鮮・台湾・中国に広く分布し内湾の泥底に群生する。この二枚貝については汚損生物として駆除に資する研究が為されてきたが、呼吸速度など、水質に関わる代謝速度はこれまでに報告されていない。そこで本研究では、島根県・鳥取県の県境に位置する中海に優占的に生息するホトギスガイの代謝速度を室内実験により測定し、中海水質に与える影響について考察した。

2. 呼吸速度 ホトギスガイの呼吸速度を求めるため、バッチ式での室内実験を行った。得られた呼吸速度と水温との関係を図 1 に示す。これを見ると 5℃及び 10℃における呼吸速度は約 15mg/dry flesh weight g/day と低い値で安定しているのに対し、15℃から 30℃の範囲では水温の上昇に伴い呼吸速度が大きくなっている様子が分かる。また、水温の上昇に伴い各コア間のバラツキも大きくなっており、水温の上昇に伴い個体間で呼吸速度に差が出ることが示唆される。

3. 摂食速度 実験は連続培養系により、10・20・30℃でそれぞれ 30 時間以上の培養を行った。Chl.a 濃度及び PTP、PTN 濃度から計算された濾過速度と水温との関係を図 2 に示す。これを見ると 10℃から 20℃にかけて濾過速度は増加しているが、30℃ではやや減少している事がわかる。上記の呼吸速度に関する室内実験結果(30℃での培養時間は約 12 時間)では水温の上昇と共に呼吸速度は増加していたので、水温の上昇と共にホトギスガイの活動は活発になるが、30℃という比較的高い水温が 30 時間以上続くとかえって活性が低くなる事が示唆される。また Chl.a 濃度の変化から求めた濾過速度 (30℃において約 220 l/day/dry flesh weight g) は PTP・PTN 濃度から求めた値 (30℃において約 50 l/day/dry flesh weight g) よりも大幅に大きな値となった。これはホトギスガイがより活性の高い植物プランクトンを優先的に捕食する事を示唆する。

4. 数値解析 室内実験より得られた濾過速度を用いて 2 種類の BOX model による数値シミュレーションを行った。第一にホトギスガイの水質浄化ポテンシャルを見積る意味で系を単純化した 1-BOX model による計算を行った(図 3)。基礎式は次の通り。

$$h(dC/dt) = kCh - CFW \quad (1)$$

ここで C は Chl.a 濃度、h は水深、k は Chl.a 増殖速度、F はホトギスガイの濾過速度、W はホトギスガイの生息密度を表す。k は日周変動をするものと仮定し、次式により定義する。

$$k = k_{\max} \sin(2\pi(t-360)/1440) \quad (360 < t < 1080) \quad (2)$$

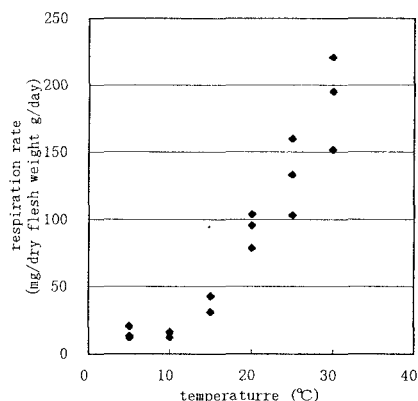


図 1 水温と呼吸速度との関係

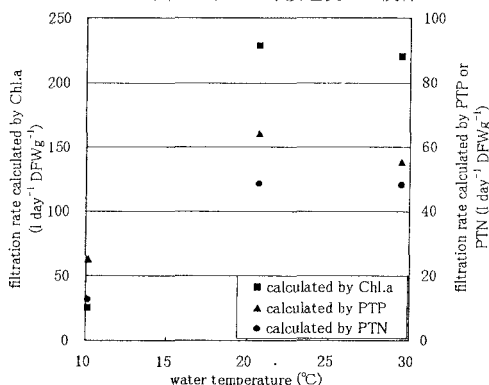


図 2 水温と摂食速度との関係

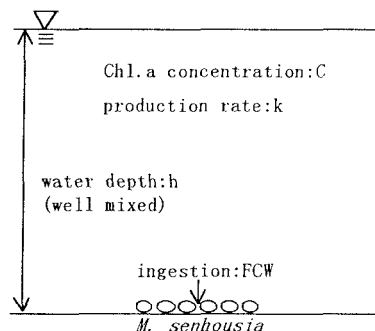


図 3 1-BOX model 概略図

$$k = 0 \quad (0 < t < 360, 1080 < t < 1440) \quad (3)$$

ここで $k_{\max}$ は Chl.a 最大増殖速度、 t は時刻(分)を表す。更に Chl.a 濃度の増加ポテンシャルを表す無次元パラメーターとして I を次式により定義する。

$$I = k_{\max} h / FW \quad (4)$$

I を変化させた場合の計算結果を図 4 に示す。これから I が 3.16 以下であれば水柱中の Chl.a 濃度は減少傾向となる。中海沿岸部では $I=0.4$ 程度となり、沿岸部でのホトトギスガイによる摂食速度は植物プランクトンの増殖速度よりもかなり大きいことがわかる。このような単純な系においては、プランクトン・ベントス間の被食・捕食関係による水質変動を見積る際、 I のような無次元量による評価が 1 つの有効な手段となるものと思われる。

次に中海沿岸部・沖合部よりなる 2-BOX model 数値シミュレーションを行った(図 5 参照)。ここでホトトギスガイは沿岸部にのみ生息しているものと仮定し、以下の基礎式により計算を行った。

$$d(C_l A_l h_l) / dt = k C_l A_l h_l + Q(C_p - C_l) - F C_l A_l W \quad (\text{沿岸部}) \quad (1)$$

$$d(C_p A_p h_p) / dt = k C_p A_p h_p + Q(C_l - C_p) \quad (\text{沖合部}) \quad (2)$$

ここで C は Chl.a 濃度、 A は面積、 h は水深、 k は Chl.a 増殖速度、 Q は沿岸部・沖合部間の水交換量、 F はホトトギスガイの濾過速度、 W はホトトギスガイの生息密度、添字 l, p はそれぞれ沿岸部・沖合部を表す。結果の一例として、沿岸部・沖合部間の水交換量と中海の平均 Chl.a 濃度の変化速度との関係を図 6 に示す。 $Q < 18083 \text{ m}^3/\text{min}$ では中海の平均 Chl.a 濃度は増加傾向となるのに対し、 $Q > 18083 \text{ m}^3/\text{min}$ では減少傾向となる。このことからホトトギスガイの生息する沿岸部と生息していない沖合部との水交換量を増大させることにより、ホトトギスガイの摂食能がより有効に作用し、湖全体の Chl.a 濃度を減少させることが可能となるものと考えられる。

5. 結論 ホトトギスガイの代謝速度の水温依存性及びその特性について、バッチ系及び連続培養系室内実験により明かにした。その結果、 10°C から 30°C の間では水温の上昇に伴い代謝は活発になるが、 30°C という比較的高温の状態が 30 時間以上続くとかえって活性が低くなる事が示唆された。また 1-BOX model 数値シミュレーションにより、ホトトギスガイの水質浄化能を評価した。その結果、プランクトン・ベントス間の被食・捕食関係が水質変動を支配するような水域では、適当な無次元量を用いる事で水質変動のトレンドを評価できるものと考えられた。更に 2-BOX model によりホトトギスガイの摂食活動が中海水質に与える影響について考察した。その結果、ホトトギスガイの摂食能力は非常に高く、沿岸部・沖合部間の水交換を促進させる事が出来れば、中海の Chl.a 濃度は減少傾向となる事が示された。

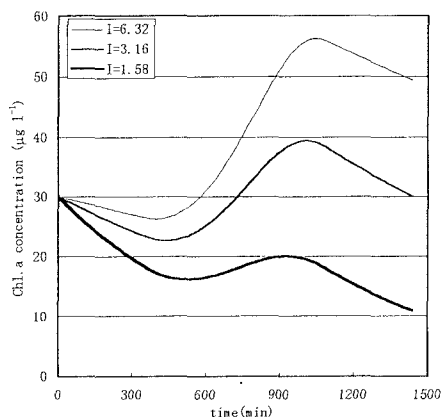


図 4 1-BOX model による計算結果

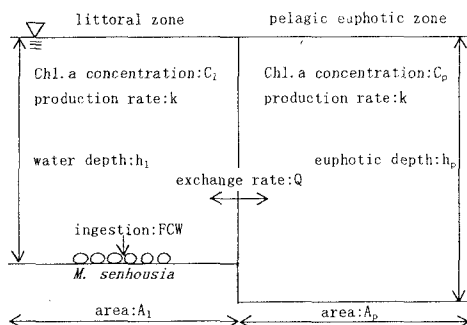


図 5 2-BOX model 概略図

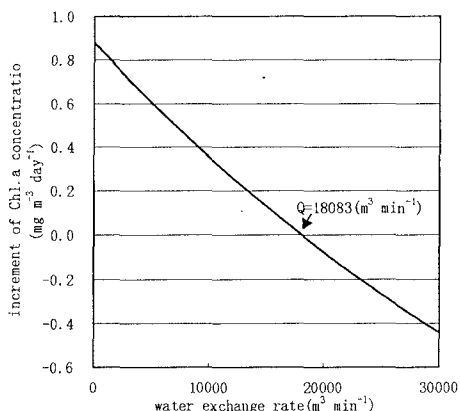


図 6 沿岸部・沖合部間の水交換量と平均 Chl.a 濃度の変化速度との関係

その結果、プランクトン・ベントス間の被食・捕食関係が水質変動を支配するような水域では、適当な無次元量を用いる事で水質変動のトレンドを評価できるものと考えられた。更に 2-BOX model によりホトトギスガイの摂食活動が中海水質に与える影響について考察した。その結果、ホトトギスガイの摂食能力は非常に高く、沿岸部・沖合部間の水交換を促進させる事が出来れば、中海の Chl.a 濃度は減少傾向となる事が示された。