試験研究は今　No. 922

ホタテガイ稚貝の剥離

籠で養殖されているホタテガイの稚貝は足糸という繊維で養殖籠内に付着している期間がありますが、様々な要因により剥がれることがあります。流れや籠の振動といった「外力」によって強制的に足糸が切れると、ホタテガイの足糸分泌部位（足糸部）の異常や稚貝の活力に影響を与える可能性があります。そこで、付着している稚貝がどの程度の力で剥がれてしまうのかを調べるため、流動水槽を用いて実験を行いました。

【水槽実験の方法】

2019 年 9 月、ホタテガイ稚貝を水槽に収容し、実験に用いるまで毎日、餌を与えて飼育しました。実験に用いた稚貝の付着基材には 5 mm 目合いのトリカルネットを用いました。これを、流動水槽に合わせて整形し、塩ビのフレームに固定しました。このトリカルネットをフレームごと、15℃に調温した濾過海水を満たした予備水槽の底に伏せた状態で静置し、ここに飼育水槽から取り出した 20～30 個の稚貝を散布しました（図 1）。散布から 1 日経過後、フレームを静かに立てて付着していない稚貝をふるい落とし、稚貝が付着したままのフレームを 15℃に調温した濾過海水で満たした流動水槽内に固定しました。実験時の流れは一方向に向かう流れで、フレームの平面は流れの向きに対して垂直とし、稚貝の付着している面を流れの下流側としました。流速を 10～100 cm/s の間の 13 段階に設定し、低速度から順に、各流速を 10 分間作動させました。この間に剥離した稚貝は 10 分間の作動終了後に回収し、殻長を計測しました。付着し続けた場合は、次の段階の流速を作動させました。

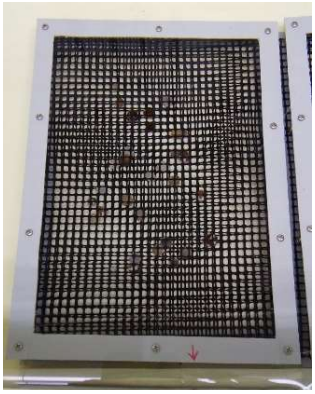

図 1　実験時のホタテガイ稚貝の付着状況

稚貝は足糸で基材に付着しており、剥離した時の流速の値を用いて、次の式から得られる流体抗力（F）を足糸が切れる力（破断力[N]）としました。

$F = 0.5Cd\rho AU^2 \times 9.8$

ここで、Cd は抗力係数、ρ は海水密度[kg/m^3]、A は稚貝の射影面積[m^2]および U[m/s]は流速値です。射影面積とは流れの向きに対して垂直方向の稚貝の断面積のことです。射影面積は、別の試験で得た次の殻長との関係式から求めました。

$A = (0.132 + 0.024\sin^2\theta)SL^2$

ここで、θ はホタテガイの殻長方向の向きが流れの向きと交わる角度、SL は殻長[m]です。ただし、θ の変動による射影面積の変動幅は 3%程度と小さいことから、射影面積を $\theta = 0°$ として計算しました。

Cd は過去の知見から次の式を用いて求めました。

$Cd = -0.00084Re + 13.5592 \quad (Re < 13\,000)$

Re はレイノルズ数といって、次式から求めました。

$Re = lU/\nu$

ここで、l は代表長（ここではホタテガイの殻長 SL）、ν は海水の動粘性係数（水温 15℃のとき 1.09×10^{-6}[m^2/s]）です。

実験に用いた稚貝（34 個）の殻長範囲は 8.0～14.7 mm で、平均殻長は 11.9mm、

標準偏差は 1.7 でした。

【実験の結果とまとめ】

剥離時の流速値から計算した足糸破断力と射影面積の関係を図 2 に示します。足糸破断力は 0.01～0.41 N の範囲、射影面積は 7.78～26.91 mm^2 の範囲で、ともにばらつきが大きく、足糸破断力と射影面積との間に相関関係はみられないため、足糸破断力と貝の大きさには関係がないと考えられました。

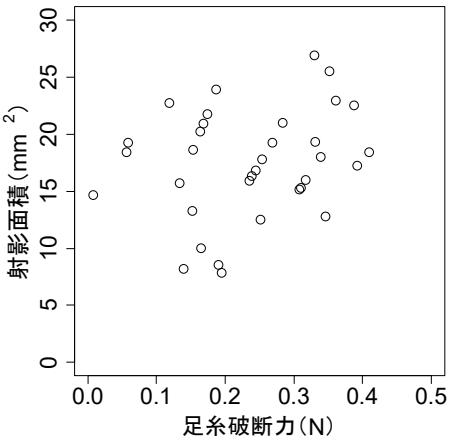

図 2 足糸破断力と射影面積の関係

実験時のホタテガイ稚貝の付着状況を模式図として図 3 に示します。ホタテガイが流れにさらされた時の付着状況はさまざまであり、足糸が長い場合は①-1 の様に足糸が伸びて安定した状態で支えており、疲弊した稚貝の殻が開くと流れに対して不安定になり①-2 や①-3 のように足糸を支点に揺れたり回転したりしました（稚貝の多くは①の様な状況でした）。また、足糸が短い場合は②や③の様に殻が網に引っかかる状況にありました。足糸破断力のばらつきは、稚貝がこのようにさまざまな状況で付着していたためと考えられました。

流速値ごとの剥離個体数を累積（積み上げること）相対（全個体数を 1 としたときの個体数のこと）度数として図 4 に示します。累積相対度数にはロジスティック曲線を当てはめました。これによると、流速が遅い間は剥離する個体数は少なく、流速が増大するにつれ剥離個体数も急に増えることが分かります。このロジスティック曲線について、累積相対度数が 0.5 となるときの流速値を逆算すると 54.3 cm/s という値が得られました。養殖現場では、稚貝はさまざまな状況で付着していると考えられますが、稚貝に流速 54.3 cm/s という流れが 10 分間作用すると、全体の 50%が剥離することが示されました。

流速 54.3 cm/s（約 1 ノット）は、急潮時等に起こるかなり速い流れです。養殖の現場では流速に加え、波による籠や施設自体の振動等も足糸の破断に関係しているため、もっと遅い流速でも足糸が破断されると推察されます。そのため、稚貝を健全に育成するには、潮流の速いときに籠を振動させない工夫が重要と考えられます。

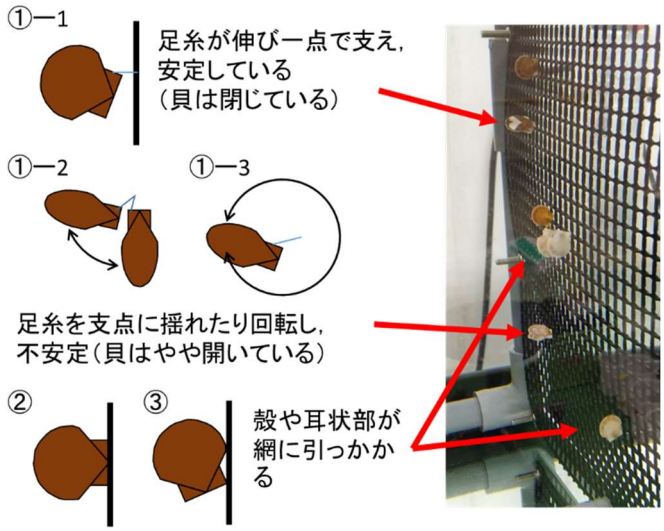

図 3　実験時の様子と稚貝の付着状況の模式図

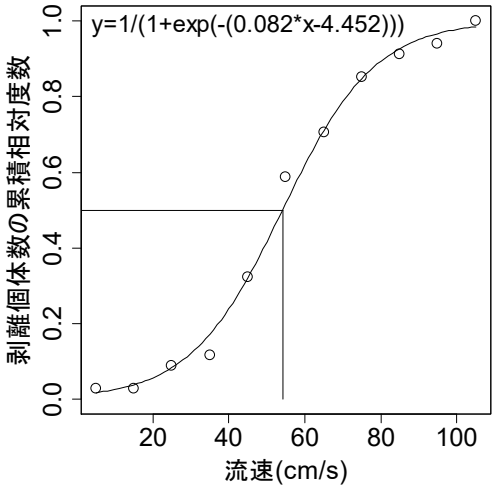

図 4 流速値ごとの剥離個体数の累積相対度数
曲線はロジスティック曲線で、図中の数式はこの曲線を表しています。直線は、累積相対度数が 0.5 となるときの流速値を示しています。

（2021 年 1 月 22 日 北海道立総合研究機構　中央水産試験場　資源増殖部　金田友紀）