

VII-267

カワヒバリガイの付着・脱離性の評価

岐阜大学大学院	学生員	長屋圭治	岐阜大学流域環境研究センター	正 員	湯浅 晶
岐阜大学工学部	正 員	松井佳彦	岐阜大学工学部		成戸博史
信州大学繊維学部		山本浩之	北海道大学工学部	正 員	真柄泰基

1. はじめに

淡水棲二枚貝のカワヒバリガイ(図 1)が利水施設である取水管や導水管の内壁に付着・増殖して通水障害や水質障害を引き起こす事例が東, 東南アジアで報告されている。我国では 1992 年に琵琶湖でカワヒバリガイの生息が初めて確認されて以来, 現在では琵琶湖, 淀川, 長良川, 木曽川, 揖斐川などに生息域が拡大し, 取水管や導水管内壁への付着, 水質計器配管の目詰まり, 排水処理施設での目詰まり, ポンプ冷却水の配管の目詰まりによるポンプの運転停止などの障害が報告されている。

カワヒバリガイが生息する水域における利水に際しては, 同貝の駆除, 防除等の対策を立てることが必要となる。本研究では, カワヒバリガイの付着防止技術の開発のための基礎として, 物性の異なるライニング材に対するカワヒバリガイの成貝の付着特性の評価と, 付着力の測定を試みる。

2. 成貝の付着忌避実験

カワヒバリガイは, 先端に付着円盤(直径約 500 μ m)を有する足糸(直径約 50~100 μ m)によって, 自分の体を基物に固定し棲息する。足糸を切断した成貝を基物上に静置すると, 数時間後には足糸を再生して再付着する。この性質を利用して, 様々な物性を有した各種ライニング材に対する付着実験を行い, 付着時に基物へ付着した付着円盤数(足糸数)を計数することによって, 各種ライニング材に対する付着「忌避」特性を評価することとした。

2.1 実験方法

殻長が約 2~3cm の成貝を採取する。様々なライニング塗装を施した試験材料片(10cm $\times$ 10cm)に, 貝の付着面が試験片側に向くようにして, 成貝を静置する。さらに, 極細ステンレス線をリング状に貝に巻き, 試験片の止め穴に通し, 貝を1個体ずつ仮止めする(このとき, 成貝の殻の開閉を阻害せず, かつ成貝の移動を抑制する程度に仮止めする。図 2 参照)。1つの試験片に対して成貝9個体を仮止めし, 実験用水槽内に7日間静置する。実験用水槽内は水温 20 $^{\circ}$ C の長良川河川水 40 L とし, 常時曝気し, 適宜飼料のクロレラ液を与える。水槽内の河川水は, 実験開始後 3~4 日目に 20 L を交換する。

7日間経過後に, 水槽内から試験片を取り出して, 仮止めを外す。この時点で, 付着した貝の個体数, 付着足糸数を測定する。付着個体数は, 仮止めを外してから水中で軽く試験片を揺動し, なおも付着している個体を計数して求めた。付着足糸数は, 付着した成貝の足糸をメスで全て切断し, 試験片に残った足糸を実体顕微鏡下で計数した。一方, 付着しなかった個体は, 河川水を入れたガラスビーカー内に7日間静置し, この間に再付着した貝を付着能力を有する個体と考えた(ガラスへの貝の付着性は良い)。

2.2 実験結果

付着忌避実験は物性の異なるライニング材を塗付した試験片 29 種に対して 2 回ずつ行った。実験結果である有効個体数, 致死率, 試験片への付着率, 平均付着足糸数はそれぞれ次式によって算出した。

$$\begin{aligned} \bullet \text{有効個体数} &= (\text{試験片への付着個体数}) + (\text{ガラスへの付着個体数}) + (\text{死亡個体数}) \\ \bullet \text{致死率}[\%] &= \frac{\text{死んだ個体数}}{\text{有効個体数}} \times 100 \\ \bullet \text{付着率}[\%] &= \frac{\text{試験片への付着個体数}}{\text{有効個体数}} \times 100 \\ \bullet \text{平均付着足糸数}[\text{本}] &= \frac{\text{試験片へ付着した足糸数の総和}}{\text{試験片への付着個体数}} \end{aligned}$$

結果を図 3 に示す。灰色の棒グラフは各試験片の付着率を, 黒線によって各試験片の付着足糸数の最大値と最小値を, その中央付近のプロットが平均付着足糸数を示している。付着率または平均付着

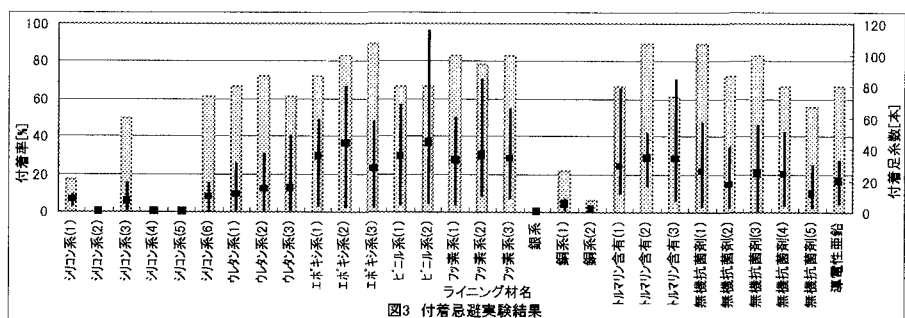


図3 付着忌避実験結果

足糸数が小さい試験片は銀系, 銅系, シリコン系であった。逆に, 付着率または平均付着足糸数が多い試験片はエポキシ系,

キーワード : カワヒバリガイ 付着特性 付着力 防汚対策

連絡先 : 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部土木工学科 Tel. 058-293-2448 Fax. 058-230-1891

ビニル系、フッ素系であった。また、銀系、銅系の試験片には成貝を殺す効果が確認され、特に銀系の試験片の致死率は100%に達した。その他の試験片の致死率は10%程度であった。

平均付着足数と付着率の関係を図4に示す。平均付着足数と付着率の間には正の相関が認められ（相関係数0.79）、付着率が低い試験片は付着足数も少なく、付着忌避性が高いことが確認された。

接着剤などに対する接着性の良否の指標の1つとして材料の液体接触角が考えられる。

そこで、平均付着足数と試験片の液体接触角の関係を図示すると、図5が得られた。平均付着足数と液体接触角の間の回帰分析の結果、相関係数は0.57と若干低いものの、負の相関が認められ、液体接触角つまり材料の水に対する濡れ性が付着性の指標となりうることが示唆される。

3. 付着力の測定

幼生の管内壁への付着を水流によって阻害する場合や、付着後の成貝を人手によって除去する場合など、カワヒバリガイの付着力が重要になってくる。そこで、成貝の付着面に対して垂直方向の付着力の測定を試みる。

3.1 測定方法

基本的に付着忌避実験と同様な方法によって、カワヒバリガイをライニング材を塗付した試験片に付着させ、試験片に対して垂直方向の付着力を引張試験機で測定する。測定に際し、前もって、成貝と試験機を接続するステンレス線継ぎ手を準備する。この継ぎ手と殻をアクリル樹脂系接着剤で接着する。接着完了後、ステンレス線継ぎ手と試験機のロードセルを接続し、引張試験を開始する（図6参照）。測定項目は最大引張力、脱離エネルギーとした。

3.2 測定結果

付着力の測定は、付着忌避実験と比較的付着が良好であった試験片16種に対して行った。測定結果を図7にまとめた。黒線は各試験片の最大引張力の最大値と最小値、その中央付近のプロットは平均最大

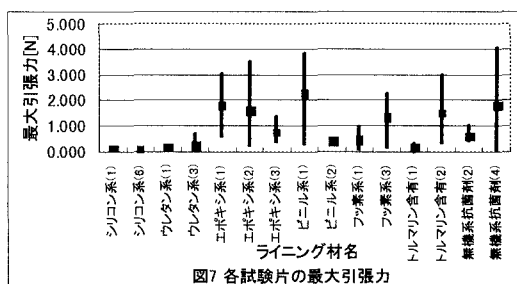


図7 各試験片の最大引張力

引張力を示している。平均最大引張力が小さかったライニング材はシリコン系、ウレタン系であり、逆に、平均最大引張力が大きかったライニング材はエポキシ系、ビニル系であった。今回の付着力の測定で、脱離エネルギーを測定項目に加えた理由は、成貝を引張する際、脱離が瞬時に起こらないため、最大引張力のみでは付着力の評価に不十分であると考えたためである。そこで平均最大引張力と平均脱離エネルギーの関係を図8に示す。平均最大引張力と平均脱離エネルギーの間には正の高い相関が認められ（相関係数0.97）、平均最大引張力が小さい試験片は平均脱離エネルギーも小さく、逆に平均最大引張力が大きい試験片は平均脱離エネルギーも大きいことが確認された。

次に、平均最大引張力と試験片の液体接触角の間の回帰分析の結果、相関係数は0.54と若干低いものの、負の相関が認められた（図9参照）。これにより、濡れ性の低いライニング材の付着力を下げる効果を確認した。また、図中の○プロットは試験片から付着円盤が剥離することによって、△プロットは足糸繊維部が切断することによって脱離した。

4. 終わりに

本研究で、以下の事を明らかにした。①付着率が低いライニング材は銀系（0%）、銅系（14%）、シリコン系（21%）であり、逆に高いライニング材はエポキシ系（81%）、フッ素系（81%）であった。②付着力が小さいライニング材はシリコン系（0.10 N）、ウレタン系（0.21 N）であり、逆に大きいライニング材はエポキシ系（1.37 N）、ビニル系（1.36 N）であった。③液体接触角が大きいライニング材の付着阻害効果と付着力を低下させる効果を確認した。

参考文献

新日本気象海洋株式会社：カワヒバリガイの生態について 報告書 平成8年7月

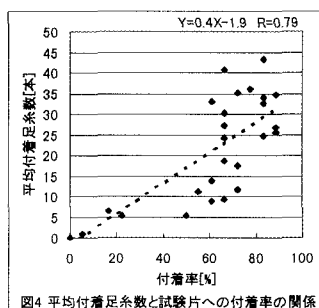


図4 平均付着足数と試験片への付着率の関係

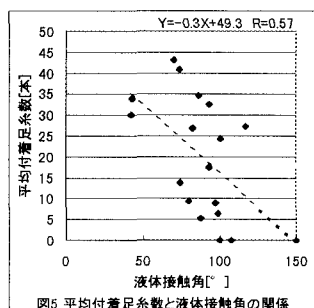


図5 平均付着足数と液体接触角の関係



図6 引張試験の略図

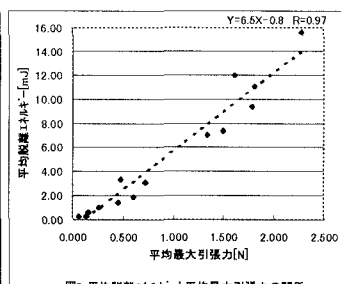


図8 平均最大引張力と平均脱離エネルギーの関係

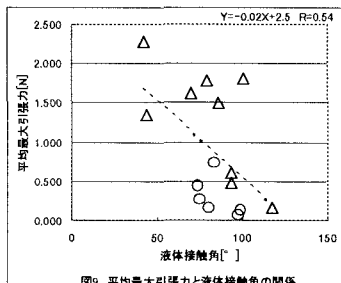


図9 平均最大引張力と液体接触角の関係