

VII-50 カワヒバリガイの付着性と材料板の表面自由エネルギー

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 信州大学繊維学部 山本浩之
 信州大学繊維学部 大川浩作 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アジア諸国で報告されている。我国でも1990年に揖斐川においてカワヒバリガイが初めて発見され、現在では琵琶湖、淀川、長良川、木曽川、揖斐川での生息が確認されている。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、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基礎として、カワヒバリガイの付着忌避性と固体基板の表面自由エネルギーの関係について考察する。

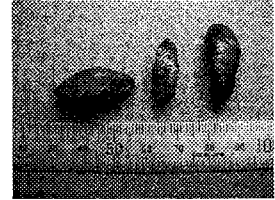


図1 カワヒバリガイの成貝

2. 実験方法

2.1 実験に用いた材料板

付着実験には、表面改質ガラス板10種類(表1参照)と純物質材料板12種類(表2参照)を用いた。表面改質ガラス板の改質方法はシランカップリング法¹⁾を用い、ガラス板の表面に10種類の官能基を結合させた。

表1 改質に用いたシランカップリング剤の一覧

no.	シランカップリング剤名
1	3-クロロプロピルトリメトキシシラン
2	3-グリッドキシルトリメトキシシラン
3	3-(2-アミノエチルアミノプロピル)トリメトキシシラン
4	3-アミノプロピルトリエトキシシラン
5	(3,3,3-トリフルオロプロピル)トリメトキシシラン
6	3-ブロモプロピルトリメトキシシラン
7	3-ヨードプロピルトリメトキシシラン
8	3-イソシアナートプロピルトリエトキシシラン
9	3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン
10	3-シアノプロピルトリエトキシシラン

2.2 付着実験

水槽内に河川水(水量:20 L,水温:20℃,常時曝気)を入れて、材料板(100×100 mm)を沈める。殻長が約1~5 mmの稚貝100個体を材料板の上に静置する。3時間経過後に水槽内から材料板を取り出して付着した稚貝を計数する。付着率は材料板に付着した個体数を実験に用いた全個体数で除して算出した。

殻長が約20~30 mmの成貝に関しても同様な付着実験を行った。ただし、この場合は各種の材料板(200×200 mm)を2枚ずつ準備し、それぞれの上に成貝20個体を静置した。1週間後、材料板に付着した成貝の個体数と足糸数を計数し、付着率平均付着足糸数を算出した。平均付着足糸数は材料板に分泌した全足糸数を実験に用いた全個体数で除して算出した。

表2 用いた純物質材料板の一覧

no.	物質名	no.	物質名
11	ガラス	17	テフロン
12	パイレックス	18	天然ゴム
13	塩化ビニル	19	6-ナイロン
14	アクリル	20	ポリエチレン
15	シリコンゴム	21	ポリプロピレン
16	ウレタン	22	ポリカーボネイト

2.3 表面自由エネルギーの算出

材料板表面の表面自由エネルギー(γ)は、分散力成分(γ^d)と極性力成分(γ^p)と水素結合成分(γ^h)の和として表現できると仮定²⁾すると(式(1))、固液界面において、液体と固体の表面自由エネルギーと液体接触角の関係は拡張Fowkes式(式(2))によって表される²⁾。

$$\gamma = \gamma^d + \gamma^p + \gamma^h \quad \dots(1)$$

$$\gamma_{LV}(1 + \cos \theta) = 2\sqrt{\gamma_{LV}^d \cdot \gamma_{SV}^d} + 2\sqrt{\gamma_{LV}^p \cdot \gamma_{SV}^p} + 2\sqrt{\gamma_{LV}^h \cdot \gamma_{SV}^h} \quad \dots(2)$$

γ_{LV} :液体の表面自由エネルギー, γ_{SV} :固体の表面自由エネルギー, θ :液体接触角

γ^d :分散力成分, γ^p :極性力成分, γ^h :水素結合成分

式(2)より、表面自由エネルギーの各成分値が既知である純液体の接触角を測定することによって、固体基盤の表面自由エネルギーを算出することができる。

表3 接触角を測定した純液体の一覧

$\gamma^p = \gamma^h = 0$	$\gamma^h = 0$	
ヘキサデカン	テトラプロモエタン	蒸留水
テトラデカン	ブロモナフタレン	グリセリン
ドデカン	リン酸トリクレジル	エチレングリコール

キーワード : カワヒバリガイ 付着特性 表面自由エネルギー 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. 058-293-2429 Fax. 058-230-1891

1種の純液体に対して材料板表面に20ヶ所の測点を任意に定めて液体接触角を測定し、これらの平均値をその純液体と材料板の接触角とした。

3. 実験結果

付着実験から得られた各材料板に関する稚貝の付着率を図2に示す。表面改質ガラス板(1)~(10)は、ガラス板(11)の表面を改質したものである。先に記した10種のシランカップリング剤によって表面を改質したガラス板は付着率が低下する傾向にあった。特に、ハロゲン系の官能基を結合させた表面改質ガラス板(1),(5),(6),(7)などの付着率が低い結果となった。純物質材料板ではガラス(11)、パイレックスガラス(12)の付着率が高く、シリコンゴム(15)、ウレタン(16)、デフロン(17)の付着率が低い結果となった。

各材料板に対する成貝の平均付着足糸数を図3に示す。改質処理前のガラス(11)よりも表面改質ガラス板の平均付着足糸数が低下しており、稚貝の付着率と類似した傾向を示した。

4. 付着特性と表面自由エネルギーの関係

稚貝の付着率と材料板

の表面自由エネルギーの相関(相関係数:0.50)を図4に示す(中抜きプロット:表面改質ガラス板,黒プロット:純物質材料板,以下同様)。若干の正の相関を示した。表面自由エネルギーの各成分と稚貝の付着率の回帰分析の結果,最も高い相関を示した水素結合成分との相関(相関係数:0.85)を図5に示す。

成貝の平均付着足糸数と材料板の表面自由エネルギーの相関(相関係数:0.36)を図6に示す。若干の正の相関を示した。表面自由エネルギーの各成分と成貝の平均付着足糸数の回帰分析の結果,最も高い相関を示した水素結合成分との相関(相関係数:0.83)を図7に示す。

5. 終わりに

カワヒバリガイの付着実

験を行うとともに,材料板の

表面自由エネルギーを算出した。稚貝・成貝の付着率と成貝の平均付着足糸数は,材料板の表面自由エネルギーの水素結合成分と高い相関を示した。表面自由エネルギーの水素結合成分がカワヒバリガイの付着特性の支配因子の1つと考えられる。

参考文献

- 1) チッソ株式会社・アヅマックス株式会社:特殊シリコン試薬カタログ第7版,1998
- 2) 北崎寧昭・畑敏雄:Fowkes 式の拡張と高分子固体の表面張力の評価,日本接着協会誌 Vol.8 No.3 (1972)

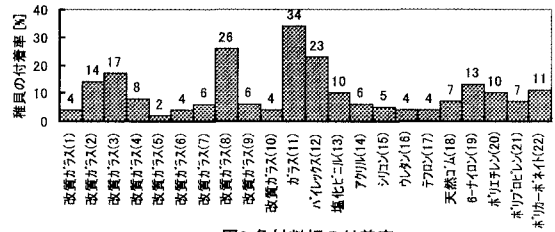


図2 各材料板の付着率

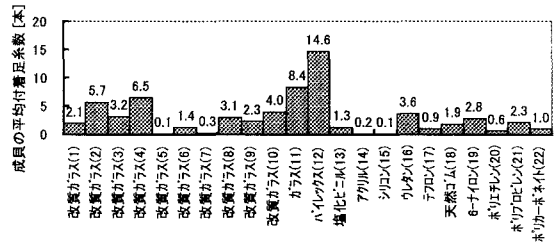


図3 各材料板の付着率

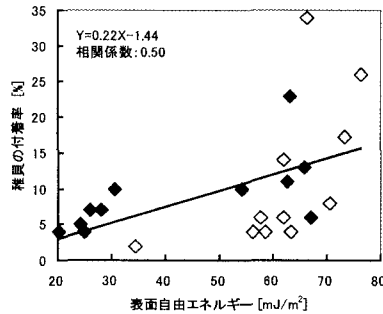


図4 表面自由エネルギーと稚貝の付着率の相関

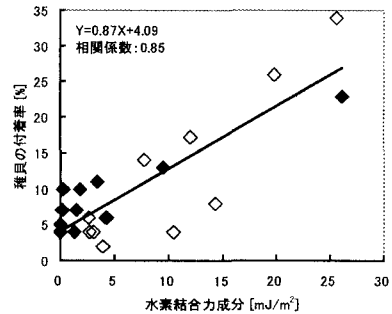


図5 水素結合成分と稚貝の付着率の相関

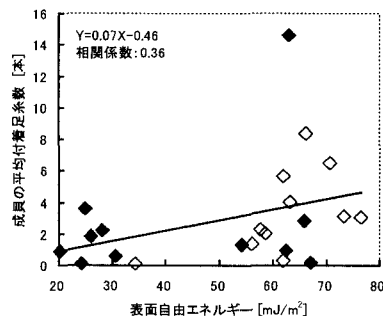


図6 表面自由エネルギーと成貝の平均付着足糸数の相関

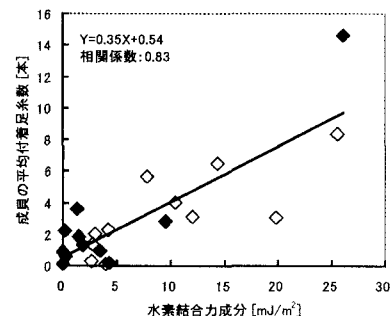


図7 水素結合成分と成貝の平均付着足糸数の相関