

2025 年度

グルコサミン誘導体を用いる浸漬試験報告書

北海道大学大学院地球環境科学研究院

梅澤大樹



この報告書は、競輪の補助により作成しました

<https://www.jka-cycle.jp>

目次

1. 試験目的	1
2. 試験場所	1
3. 試験概要	1
4. 試験方法	1
5. 試験結果	2
6. まとめ	3
7. 試験結果—写真	4

1. 試験目的

サンプルの実海域での付着抑制効果の有効性を検討するため、沿岸海域に試験板を長期間浸漬し、生物付着状況を調査する。

2. 試験場所

株式会社セシルリサーチ 野外試験場（兵庫県姫路市の形町の形 岸壁）

3. 試験概要

試験サンプル（粉末）溶解液をシリコーン系塗料に混合し、塩化ビニール製の板に塗布し、サンプル板を作成する。これを浸漬ユニットに固定して、浸漬ユニットを野外試験場の岸壁よりロープにより垂下し、3ヶ月間の付着試験を行う。試験サンプルは常時海水中に位置し、2週間後、1ヶ月後、2ヶ月後に引き上げて簡易観察を行った後、再び海水中へ垂下する。3ヶ月間の試験期間の後、最終観察および生物分析、付着量測定を行った。

4. 試験方法

1) 試験サンプル 図1-1～図1-9

<種類>

サンプルA（グル標記）；10wt%・5wt%・1wt%

エチルベンゼンに混ぜ、最後に少量アセトンを加えて溶解後、シリコーン系塗料に混合して各濃度の塗料を作成した。塩ビ板に約10g分を塗布した。

サンプルB（ペプ標記）；10wt%・5wt%・1wt%

エチルベンゼンに溶解させて、シリコーン系塗料に混合して各濃度の塗料を作成した。塩ビ板に約10g分を塗布した。

No.1 サンプルA 1wt%

No.2 サンプルA 5wt%

No.3 サンプルA 10wt%

No.4 コントロール 0wt%

No.5 サンプルB 1wt%

No.6 サンプルB 5wt%

No.7 サンプルB 10wt%

No.8 塩ビ板

<大きさ他>

塩ビ板 70×100 mm、四隅に穴、評価面はサンプル塗布、裏面はシリコーン系塗料を塗布。シリコーン系塗料はペラコート・石川ペイント製の上塗り塗料（防汚剤添加なし）を使用。

2) 浸漬方法 図2

サンプルをセットしたサンプルホルダーを浸漬ユニットに取り付け、これを岸壁よりロープでつり下げた。最満潮時（年間）の深度 2m程度、最干潮時（年間）の深度 0.5m程度に調整した。

試験サンプルの評価面は、岸壁方向へ向けた。フジツボ等の付着期幼生は岸壁側（比較的暗所となる）への付着を好み、さらに逆の海側は自然光の照射を受けやすく、藻や付着性藻類が優占的に繁茂し、大型フジツボなどの付着や成長が捉えにくい、という点からこの配置とした。

3) 試験期間

2025年7月4日	浸漬試験開始
2025年8月5日	1ヶ月後簡易観察
2025年9月9日	2ヶ月後簡易観察
2025年10月6日	3ヶ月後試験終了 最終分析

4) 付着生物分析

<簡易観察>

浸漬ユニットを海水中から引き上げ、各サンプルの付着状況を確認し、写真撮影と記録を行った。また、試験海域の水質の簡易計測を実施した。

<最終分析>

浸漬ユニットを海水中から引き上げて各ホルダーを回収、速やかに室内分析室に持ち込み、観察を行う。付着物の定量については、評価面以外の生物付着を取り除き、サンプルをそのまま乾燥させた後に重量を測定する。

5. 試験結果

5-1. 浸漬1ヶ月後の簡易観察結果（2025年8月5日） 図3-1-1～図3-1-9

付着している生物の種類は、各サンプルで大きな違いはない。各付着量は目視での感触であるが、サンプルAの付着量はA 1wt% > A 5wt% ≒ A 10wt% 比較的濃度依存的であり、サンプルBの付着量はB 10wt% > B 1wt% > B 5wt% 濃度の高い10wt%が多く付着している様子であった。サンプルの溶解やシリコン系塗料との混合が均一ではないことが原因かもしれない。サンプルAとサンプルBでは、サンプルBの方で付着量が少ない感じがある。

5-2. 浸漬2ヶ月後の簡易観察結果（2025年9月9日） 図3-2-1～図3-2-9

付着している生物の種類は、各サンプルで大きな違いはない。しかし、塩ビ板は付着生物の種類比率が大きく異なり、フジツボの付着が多く、板状のコケムシが少ない。一方で、シリコン塗料を塗っているコントロールとサンプル薬剤添加板は、主に板状コケムシの付着が主でこれにフジツボの付着がサンプル間で違うという状況であった。これらのすべての試験板は付

着した生物の脱落がある程度生じており、そこから残存した生物とあらたに付着成長した生物の現状の様子が示されている。

No. 4 のシリコーン塗料のみの対照区を基本として各試験板を比較すると、A のサンプル剤では、No. 3 の 10wt% でいくつかの大きいフジツボの残存が見られることが特長的で、対照区に大型フジツボの残存がないことを考慮すると A のサンプル剤を多く添加することで、シリコーン塗料の持つ脱落効果を阻害してしまった、という考え方もできるが想像の域を出ない。

B の薬剤では、付着脱落がより多い傾向を示しているのが No. 7 の 10wt% で、小型のフジツボが付着しているものの、脱落跡が多く観察される。

以上は、2 ヶ月後の観察時の様子となるので、この後 No. 3 の A10wt% のフジツボの脱落が生じる可能性もあり、さらに観察を続けることが良いと思われる。

5-3. 浸漬 3 ヶ月後の観察結果 (2025 年 10 月 6 日) 図 3-3-1 ~ 図 3-3-11・表 2

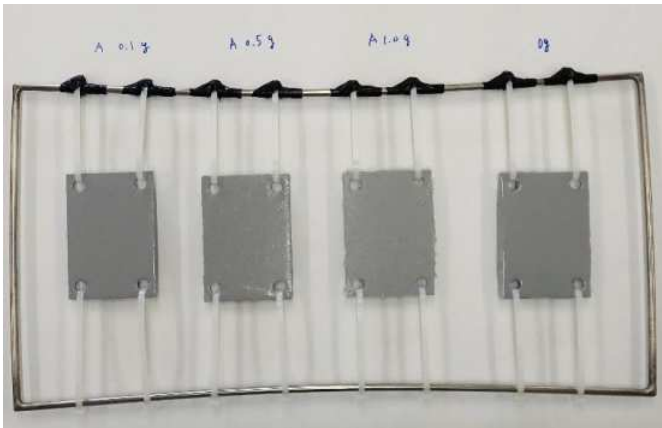
付着している生物種は、板状コケムシ、フジツボ、繊毛虫、ヒドロ虫類、海綿、ゴカイ類が主要で、これらの付着量が各試験板で異なるという様子であった。また、各試験区で付着生物の脱落が多く生じている。

各試験板の生物付着の総量 (乾燥重量) (表 2) を比較すると空白である塩ビ板は 2.7g、対照となる No. 4 の 0.5g に対し、サンプル A の低濃度順に No. 1 が 0.7g、No. 2 が 0.3g、No. 3 が 1.5g となり、サンプル剤添加濃度に依存した付着量は得られなかった。また、サンプル B についても低濃度順に No. 5 が 0.8g、No. 6 が 0.5g、No. 7 が 0.5g となり、濃度依存性はあるのかもしれないが、本試験では明瞭ではなかった。また、No. 2 の付着重量が対照区 (No. 4) よりもわずかに少ない結果であった。No. 1~No. 7 は塩ビ板と比べると付着重量や生物付着の様子からも、明らかに付着量が少ない結果であった。

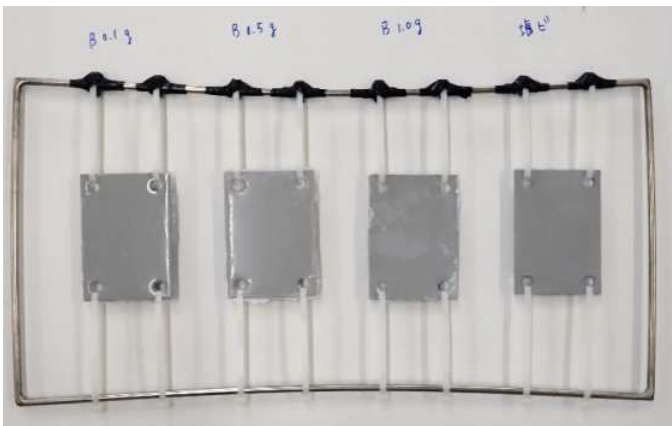
6. まとめ

代表的な生物の写真を図 3-3-10、すべてのサンプルの写真を図 3-3-11 に並べた。

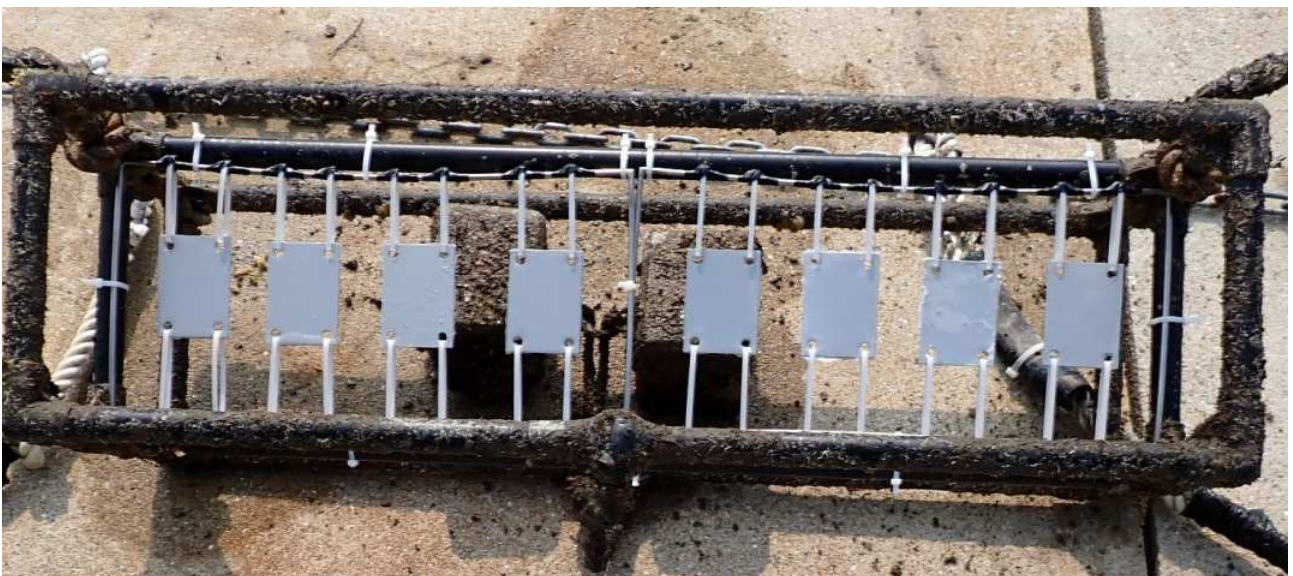
No. 1~3、No. 5~7 は、シリコーン塗料をベースにしてサンプル剤を混合、No. 4 はシリコーン塗料のみとなり、これらの試験板では試験開始 3 ヶ月後において、特に付着生物の脱落が顕著に生じていた。これはシリコーン塗料の付着物を脱落させる特性が現れており、成長し大きくなった生物が脱落し易くなったと言える。シリコーン塗料の特性がより大きく現れた反面、混合したサンプル剤の効果というのは、より目立たないものとなった。これは添加サンプル剤による付着抑制効果が示さなかったということであるが、シリコーン塗料中でサンプル剤の効果が上手く発揮できなかったという可能性がある。当初からこの点は想定される課題であり、サンプル剤とシリコーン塗料との相乗効果を狙ったものであったが、本試験では明瞭な効果は得られなかった。実装を視野に入れた試験サンプルの作成について、より検討が必要となる。



左からサンプル A : 1wt%, 5wt%, 10wt%, 0wt%



左からサンプル B : 1wt%, 5wt%, 10wt%, 塩ビ板
ステンレス枠に各サンプル板を結束バンドで固定した



ステンレス枠を野外浸漬ユニットにセットした 左側がサンプル A 右側がサンプル B

図 1-1. サンプルのセッティングと配置



図 1-2. 試験開始前の No.1 サンプル A 1wt%

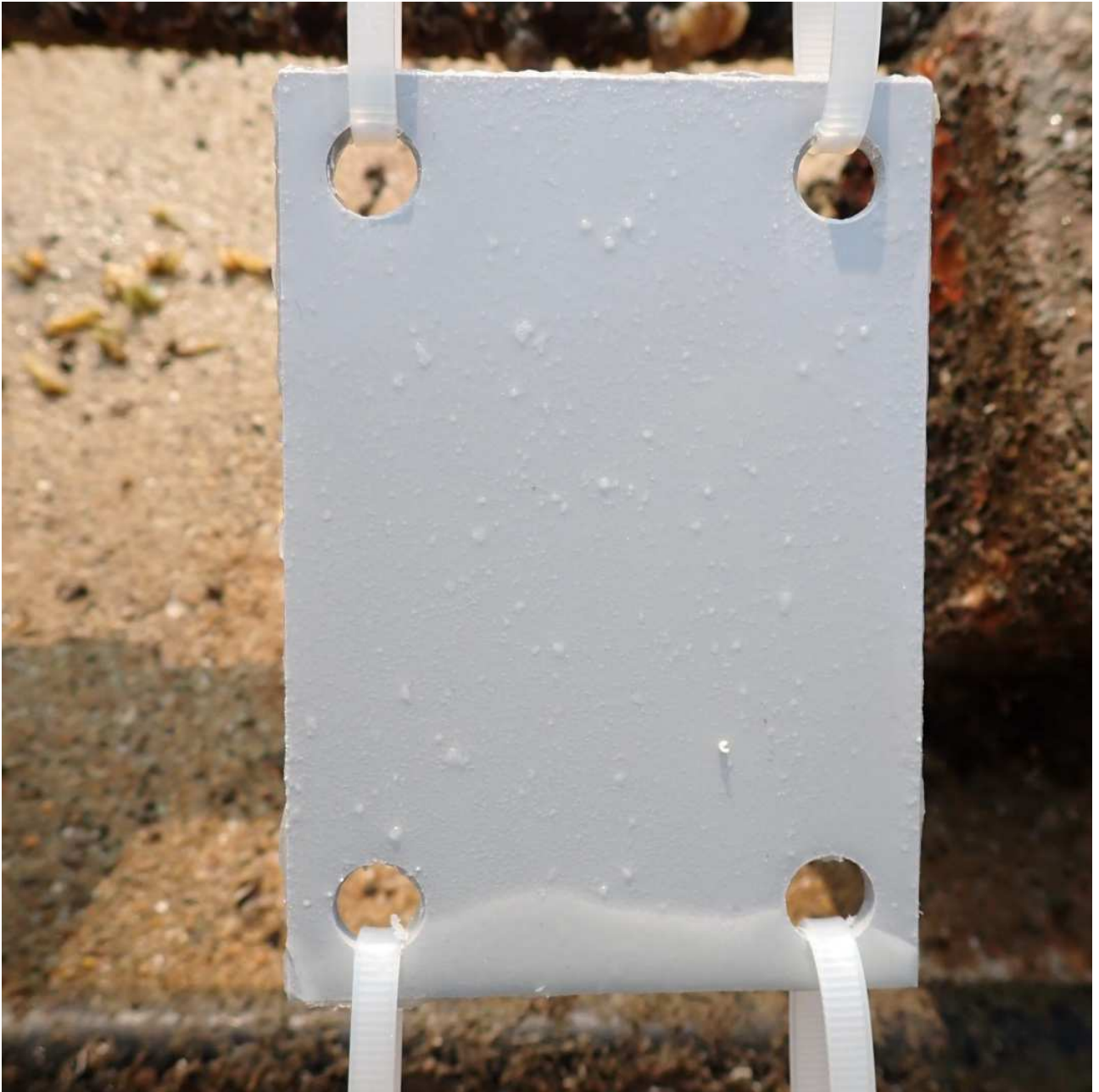


図 1-3. 試験開始前の No. 2 サンプル A 5wt%



図 1-4. 試験開始前の No. 3 サンプル A 10wt%



図 1-5. 試験開始前の No. 4 コントロール 0wt%



図 1-6. 試験開始前の No. 5 サンプル B 1wt%



図 1-7. 試験開始前の No. 6 サンプル B 5wt%



図 1-8. 試験開始前の No. 7 サンプル B 10wt%



図 1-9. 試験開始前の No. 8 塩ビ板



試験場の様子



サンプル浸漬の様子

図2. 株式会社セシルリサーチ 野外試験場

表 1. 試験海域の水質情報

	観察日	時間	水温(°C)	pH	塩分濃度(%)
試験開始	2025/7/4	16:30	30.6	8.54	2.83
2週間後	2025/7/18	10:45	26.4	7.85	2.53
1ヶ月後	2025/8/5	15:50	32.5	8.27	2.95
2ヶ月後	2025/9/9	10:30	29.3	8.20	2.95
3ヶ月後	2025/10/6	14:20	26.6	8.12	3.00

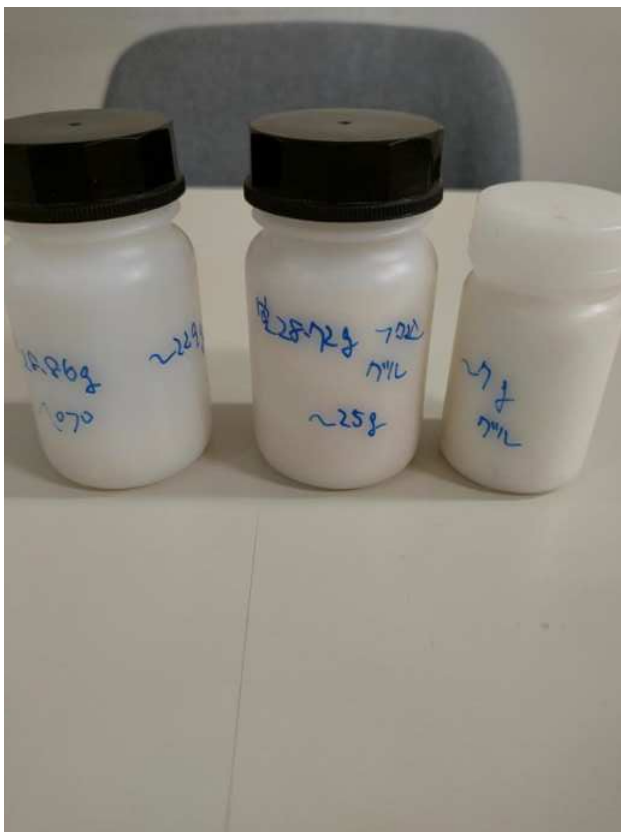
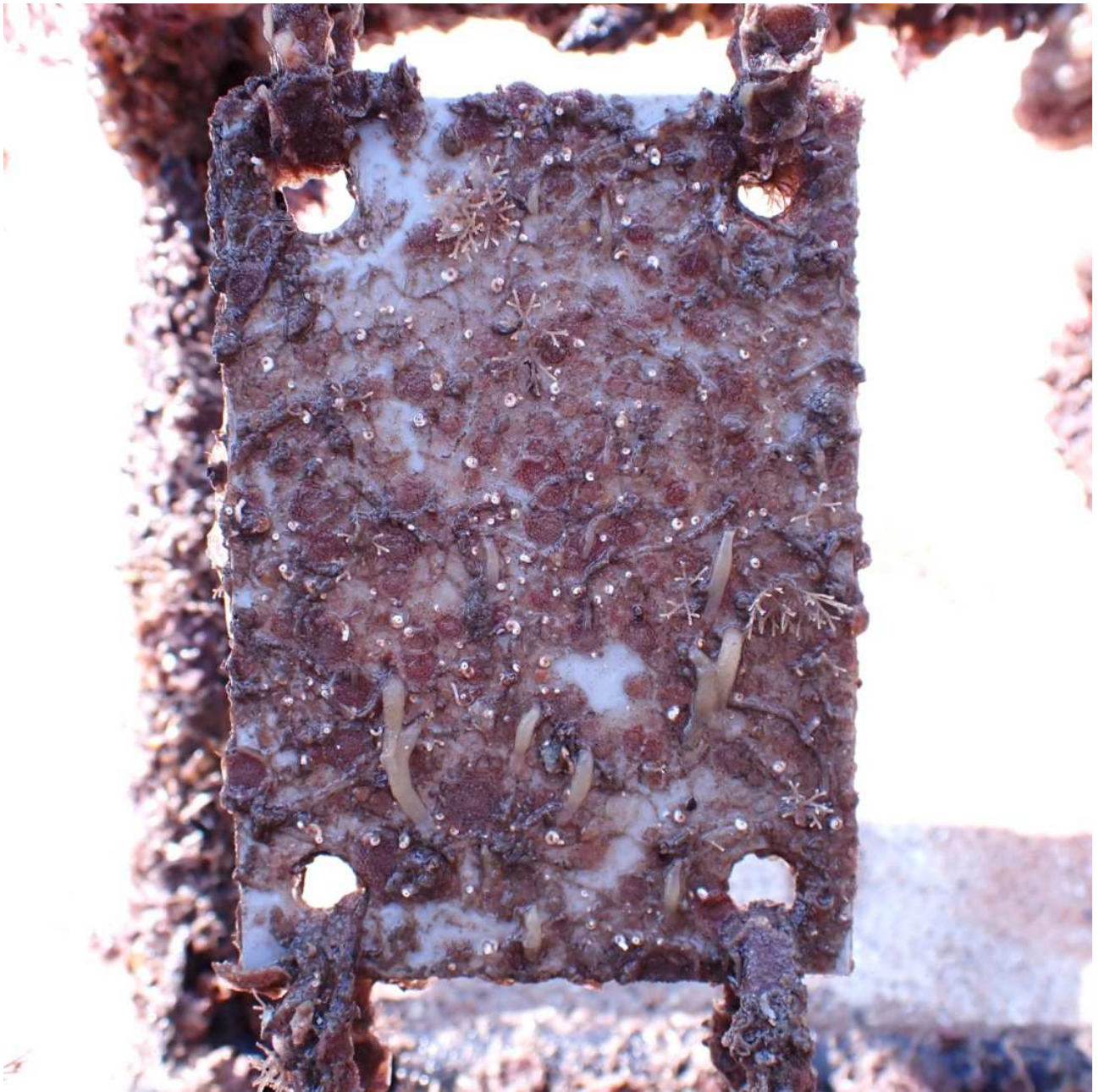


図 3. サンプル 2 種類



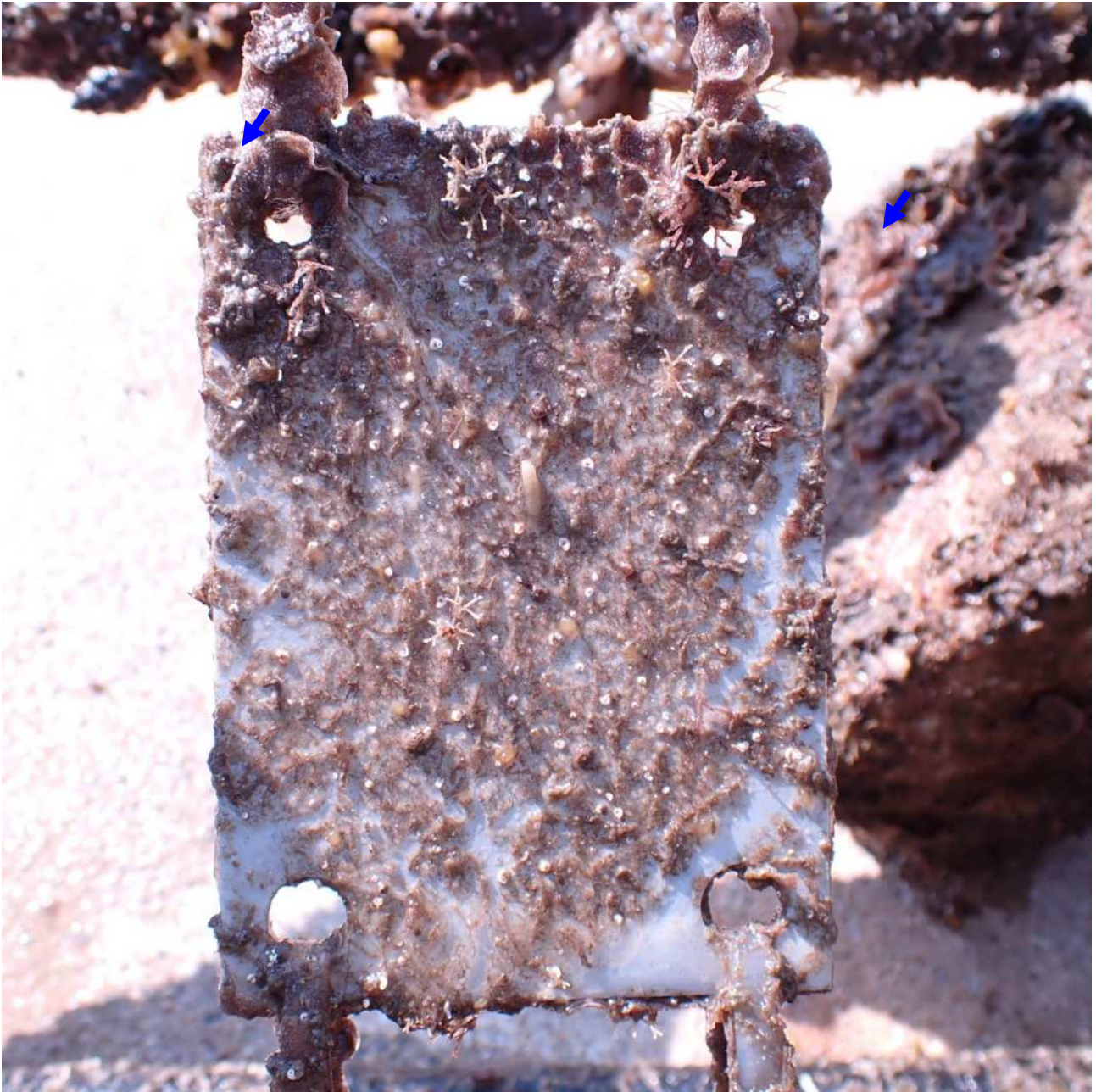
左からサンプル A : 1wt%, 5wt%, 10wt%, 0wt%, B : 1wt%, 5wt%, 10wt%, 塩ビ板

図 3-1-1. 浸漬 1 ヶ月後のサンプル全景



全面に板状コケムシが広がり、樹状コケムシ、小さく白いウズマキゴカイ類、下部に長く伸びたカイメンが確認された。所々、生物付着が無く、サンプル面が露わになっている。

図3-1-2. 浸漬1ヶ月後の No.1 サンプルA 1wt%



全面に板状コケムシが広がり（No.1ほど大きくはない）、樹状コケムシ、小さく白いウズマキゴカイ類、中央に長く伸びたカイメンが確認された。所々、生物付着が無く、サンプル面が露わになっている。

図3-1-3. 浸漬1ヶ月後のNo.2 サンプルA 5wt%



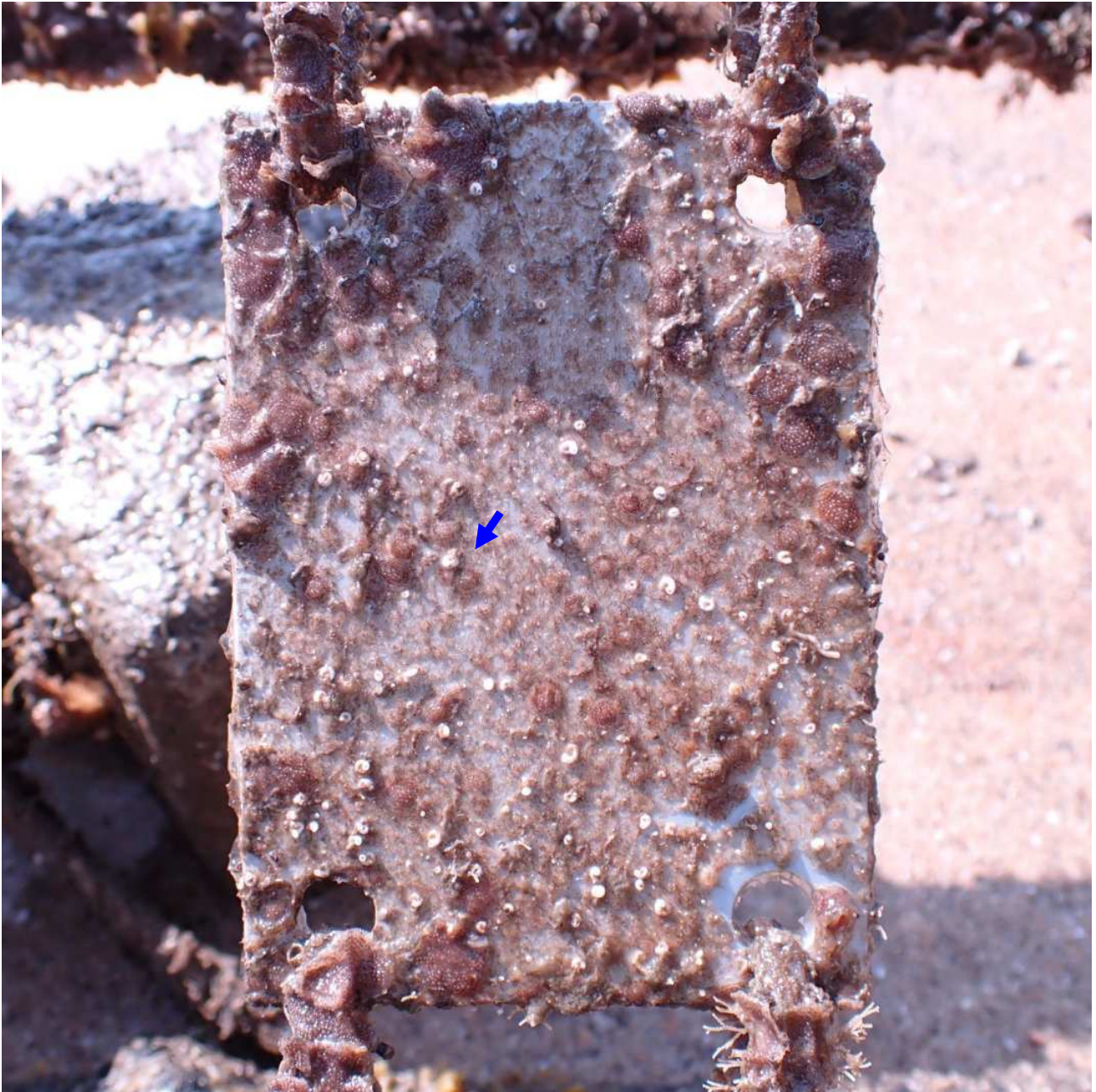
全面に板状コケムシが広がり (No.1ほど大きくはない)、樹状コケムシ、小さく白いウズマキゴカイ類、中央に長く伸びたカイメンが確認された。所々、生物付着が無く、サンプル面が露わになっている。

図3-1-4. 浸漬1ヶ月後の No.3 サンプルA 10wt%



全面に板状コケムシ(▼)が広がり、樹状コケムシ(▼)、小さく白いウズマキゴカイ類(▼)、長く伸びたカイメン(▼)が確認された。表面の露出は少ない。

図3-1-5. 浸漬1ヶ月後の No.4 コントロール 0wt%



全面に板状コケムシが広がり (No. 4 より少ない)、樹状コケムシは小さい、小さく白いウズマキゴカイ類、長く伸びたカイメンが確認された。

図3-1-6. 浸漬1ヶ月後のNo.5 サンプルB 1wt%



全面に板状コケムシが広がり (No. 5 より少ない)、小さく白いウズマキゴカイ類が確認された。

図3-1-7. 浸漬1ヶ月後のNo.6 サンプルB 5wt%



全面に板状コケムシが広がり (No. 5 より多い)、樹状コケムシ、小さく白いウズマキゴカイ類、が確認された。

図3-1-8. 浸漬1ヶ月後のNo.7 サンプルB 10wt%



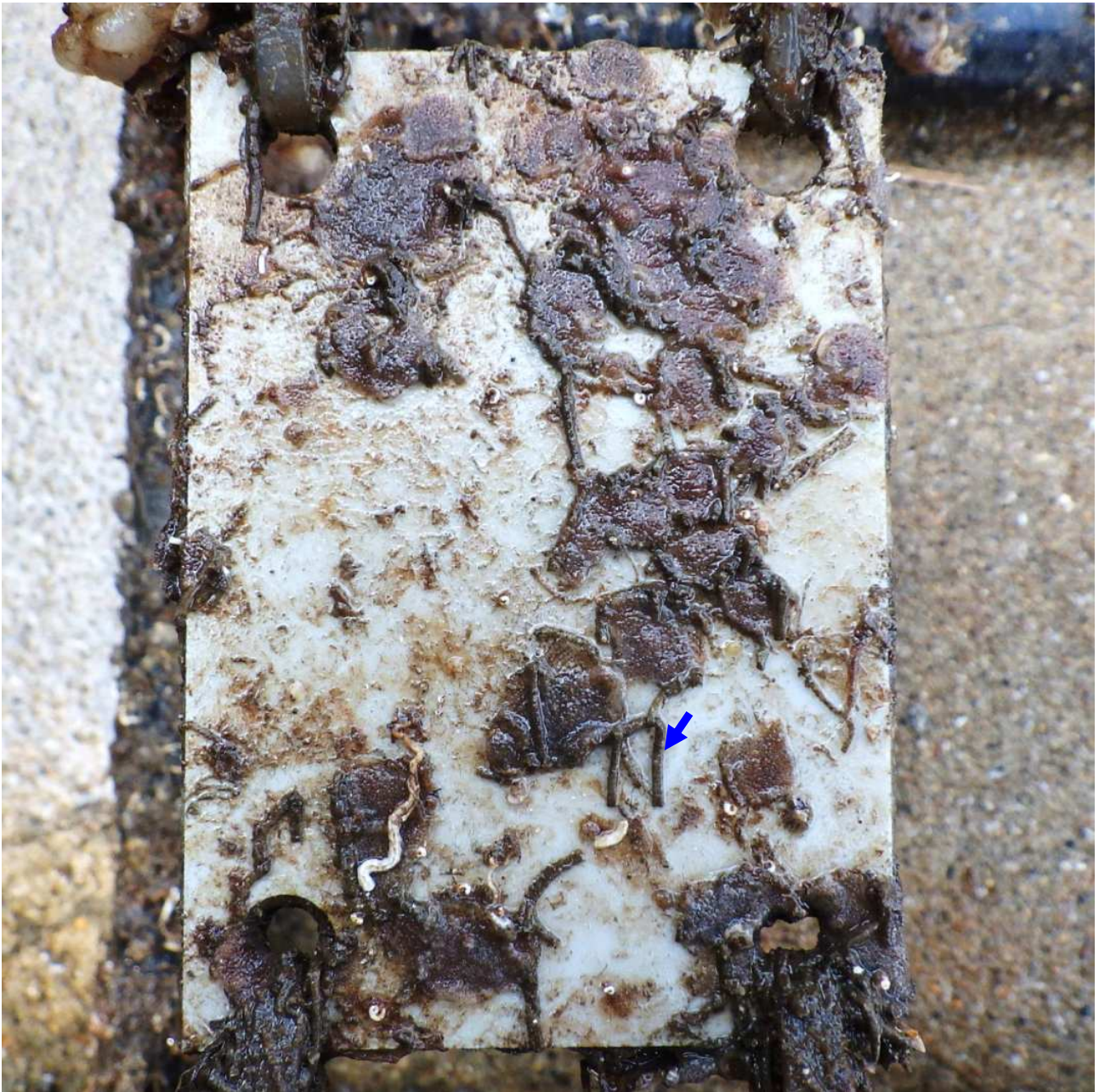
全面に板状コケムシが広がり（No. 7 より多い）、樹状コケムシ、小さく白いウズマキゴカイ類、が確認された。

図3-1-9. 浸漬1ヶ月後のNo. 8 塩ビ板



左からサンプル A : 1wt%, 5wt%, 10wt%, 0wt%, B : 1wt%, 5wt%, 10wt%, 塩ビ板

図 3-2-1. 浸漬 2 ヶ月後のサンプル全景



板状コケムシが丸く広がり、樹状コケムシは目立たない、白いゴカイ類が残存、柔軟な棲管をもつゴカイ類（矢印）が目立つ。カイメンは消失している。これらは、前回付着していた生物が脱落し、残存または新たに付着した生物が成長したものの。

図3-2-2. 浸漬2ヶ月後の No.1 サンプルA 1wt%



板状コケムシが丸く広がり、樹状コケムシは目立たない、白く丸いウズマキゴカイ類と柔軟な棲管をもつゴカイ類（矢印）が目立つ、カイメンは消失している。これらは、前回付着していた生物が脱落し、残存または新たに付着した生物が成長したもの。

図3-2-3. 浸漬2ヶ月後のNo.2 サンプルA 5wt%



板状コケムシが丸く広がり、樹状コケムシは目立たない、1cm程度のフジツボが複数見られるが脱落することなく残存した。前回付着していた生物の多くが脱落しているが、残存または新たに付着した生物が成長したものが残っている

図3-2-4. 浸漬2ヶ月後の No.3 サンプルA 10wt%



板状コケムシが丸く広がり、樹状コケムシは目立たない、白く丸いウズマキゴカイ類と柔軟な棲管をもつゴカイ類が存在するが、フジツボは見られない
これらは、前回付着していた生物の多くが脱落しているが、残存または新たに付着した生物が成長したもの

図3-2-5. 浸漬2ヶ月後の No. 4 コントロール 0wt%



板状コケムシが丸く広がり、樹状コケムシは目立たない、白くゴカイ類と柔軟な棲管をもつゴカイ類が目立つ。これらは、前回付着していた生物が脱落し、残存または新たに付着した生物が成長したもの。生物が脱落した丸い跡などが認められる（矢印）

図3-2-6. 浸漬2ヶ月後のNo.5 サンプルB 1wt%



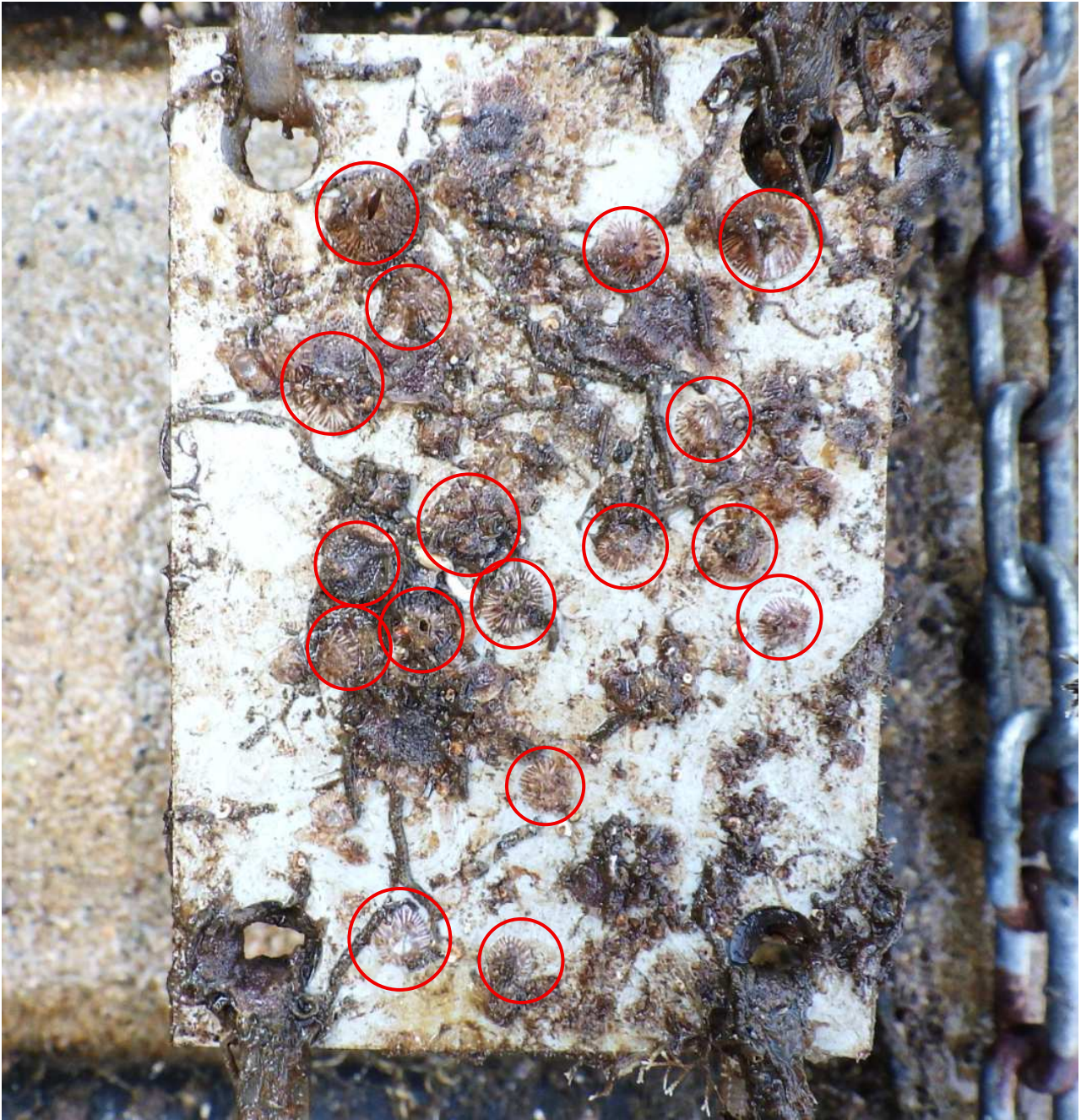
板状コケムシが丸く広がり、樹状コケムシは目立たない、白くゴカイ類と柔軟な棲管をもつゴカイ類が認められる。これらは、前回付着していた生物が脱落し、残存または新たに付着した生物が成長したもの。生物が脱落した丸い跡が認められる（矢印）

図3-2-7. 浸漬2ヶ月後のNo.6 サンプルB 5wt%



板状コケムシが丸く広がるが他のサンプルと比べて少なく、樹状コケムシも目立たない。生物が脱落した丸い跡がより多く認められる（矢印）。一方で5mmくらいの大きさのフジツボ（丸）が残存している。より大きく成長すると脱落する可能性もある。

図3-2-8. 浸漬2ヶ月後のNo.7 サンプルB 10wt%



板状コケムシも見られるが、圧倒的にフジツボ（丸の部分など）が多い。白くゴカイ類と柔軟な棲管をもつゴカイ類も付着している。付着生物が脱落して、塩ビ板の素地の露出が大きいですが、フジツボ類はしっかりと付着している。

図3-2-9. 浸漬2ヶ月後のNo.8 塩ビ板



左からサンプル A : 1wt%, 5wt%, 10wt%, 0wt%, B : 1wt%, 5wt%, 10wt%, 塩ビ板

図 3-3-1. 浸漬 3 ヶ月後のサンプル全景



板状コケムシは丸く広がるが、前回見られた物の他、新たに広がった物や今回脱落して失われたコケムシもある。フジツボは新たに付着し、成長が見られる。複数の平行した筋状の様子は、茶色の藻類などをはじめとした付着物が掻き落とされたように見える。これらは付着板全体に見られ、筋の方向がまちまちのため、何らかの生物の影響かもしれない。裏面（サンプル含有なし）にも同様の跡が確認された。

図3-3-2. 浸漬3ヶ月後の No.1 サンプルA 1wt%



板状コケムシが丸く広がるが中央から上部が多い。中央から下部は付着生物が脱落しているように見える。他のサンプルと同様に複数の平行した筋状の模様は多く見られる。その模様の上に丸い円状の同じ大きさのパッチ（矢印）が複数あり、フジツボの付着痕と思われる

図3-3-3. 浸漬3ヶ月後のNo.2 サンプルA 5wt%



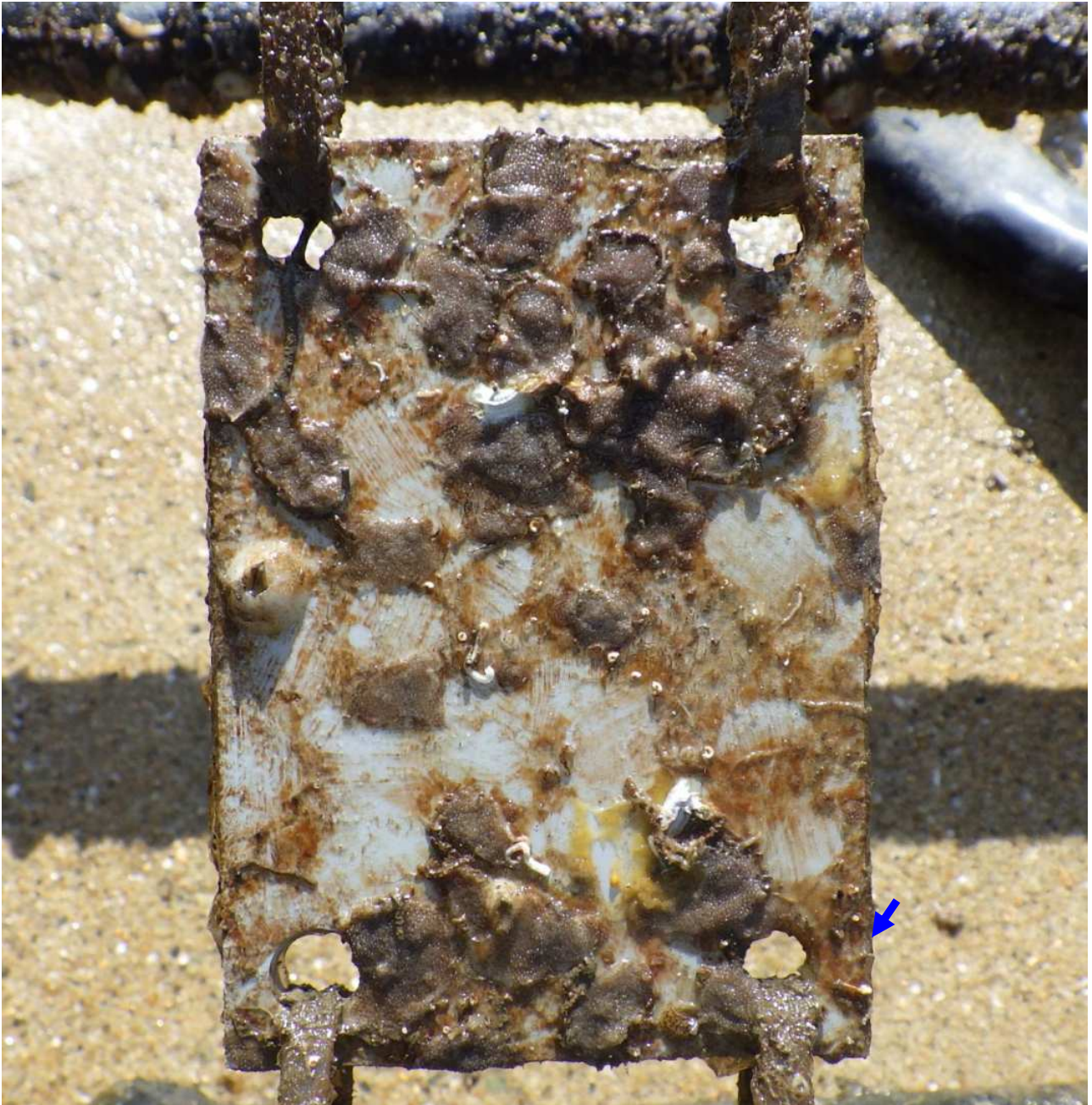
板状コケムシが丸く広がるが周辺部が多い。中央から下方方向は付着生物が脱落しているように見える。他のサンプルと同様に複数の平行した筋状の模様は多く見られる。その模様の上に丸い円状の同じ大きさのパッチ（矢印）が複数あり、フジツボの付着痕と思われる。

図3-3-4. 浸漬3ヶ月後の No.3 サンプルA 10wt%



板状コケムシが丸く広がり、白いゴカイ類・丸いうズマキゴカイ類が付着する。中央部は珪藻などの茶色い付着物が目立つが、丸く脱落した跡のような部分が多い。写真では判り難いが小型のフジツボが多く付着していた。

図3-3-5. 浸漬3ヶ月後の No.4 コントロール 0wt%



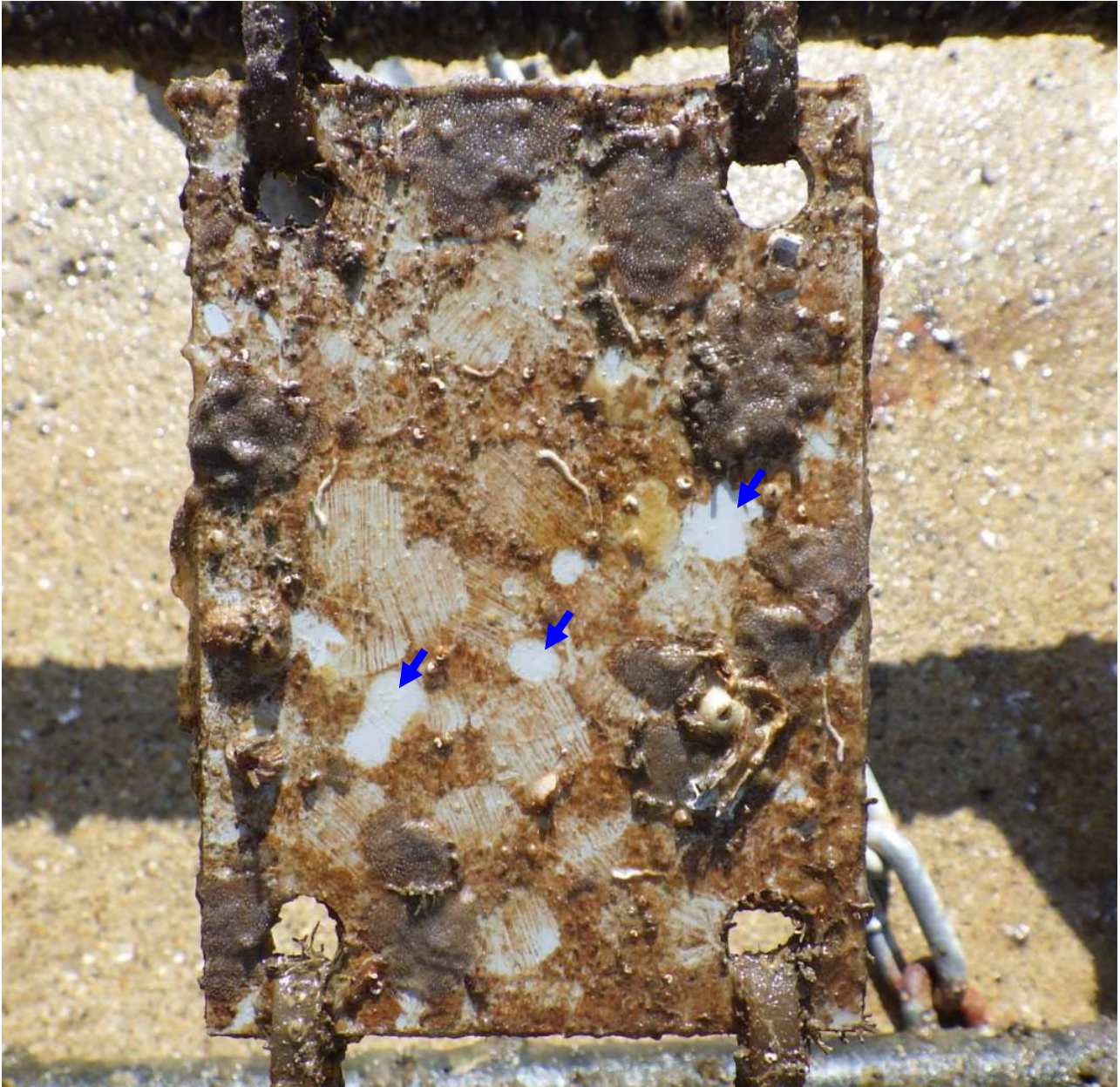
板状コケムシが丸く広がり、中央部は珪藻などの茶色い付着物が目立つが、丸く脱落した跡のような部分が多い。写真では判り難いが1mm以下のフジツボが比較的多く付着していた。

図3-3-6. 浸漬3ヶ月後のNo.5 サンプルB 1wt%



板状コケムシが丸く広がり、中心部は珪藻類の茶色い着色の下の塩ビ・サンプルの素地が露出している感じ。上部と右側はコケムシやゴカイ類、黄色い海綿類などが付着した。

図3-3-7. 浸漬3ヶ月後のNo.6 サンプルB 5wt%



サンプルの周縁部付近には板状コケムシをはじめとした、フジツボや大きめの生物の付着があるが、中央部には特に円状の脱落痕が多く見られる。

図3-3-8. 浸漬3ヶ月後のNo.7 サンプルB 10wt%



全面を付着生物が覆っている。特にフジツボが多く、その間を板状コケムシやゴカイ類などが埋めている。シリコン塗料が塗布されている他のサンプルとは異なり、塩ビ板なのでしっかりと生物が付着していた。脱落はほぼ見られない。

図3-3-9. 浸漬3ヶ月後のNo.8 塩ビ板

表2 主要な生物付着の分析結果 3ヶ月後

		No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5		No. 6		No. 7		塩ビ板	
		サンプルA 個数 ¹⁾	1wt% 大きさ ²⁾	サンプルA 個数 ¹⁾	5wt% 大きさ ²⁾	サンプルA 個数 ¹⁾	10wt% 大きさ ²⁾	コントロール 個数 ¹⁾	0wt% 大きさ ²⁾	サンプルB 個数 ¹⁾	1wt% 大きさ ²⁾	サンプルB 個数 ¹⁾	5wt% 大きさ ²⁾	サンプルB 個数 ¹⁾	10wt% 大きさ ²⁾	塩化ビニール板 個数 ¹⁾	大きさ ²⁾
織毛虫	織毛虫類	+++	-	+++	-	+++	-	+++	-	+++	-	+++	-	+++	-	+++	-
海綿動物	海綿類	-	-	+	-	+	-	-	-	+	9mm	+	8mm	+	10mm	-	-
刺胞動物	ヒドロ虫綱	++	-	++	-	++	-	++	-	++	-	++	-	++	-	++	-
苔虫動物	コケムシ類	++	18mm	++	13mm	++	18mm	++	15mm	++	14mm	++		++	13mm	++	14mm
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
節足動物	フジツボ類	8	7mm	2	4mm	14	14mm	17	3mm	5	10mm		2mm	20	6mm	13	12mm
		-	-	-	-	5	8mm	-	-	-	-	-	-	-	-	35	10mm
		-	-	1	-	1	4mm	1	4mm	-	-		2mm	4	5mm	-	-
		11	<1mm	1	<1mm	2	<1mm	5	<1mm	10	<1mm		<1mm	8	<1mm	11	<1mm
		-	-	15	4mm	3	6mm	1	3mm	0	-	2		3	6mm	0	-
軟体動物	二枚貝類	-	-	-	-	1	9mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
環形動物	多毛類	++	9mm	++	11mm	++	10mm	++	14mm	++	7mm	++		++	17	++	12mm
		++	-	++	-	++	-	++	39mm	++	14mm	++	※	++	-	++	10mm
付着物乾燥重量 g		0.7		0.3		1.5		0.5		0.8		0.5		0.5		2.7	

評価範囲：横70mm×縦100mm このうち四隅に直径10mm穴あり

註) 1) 個体数は、群体性生物の計数可能な場合は群体数を、不可能な場合は+印(3段階)で程度を表した。

+: 数個体 (1~10個体), ++: 数個体 (11~99個体), +++: 数個体 (100個体以上)

2) 1点のみの計数値は最大値を示す ※は計測不能



葉状に広がるコケムシ（矢印）とフジツボ



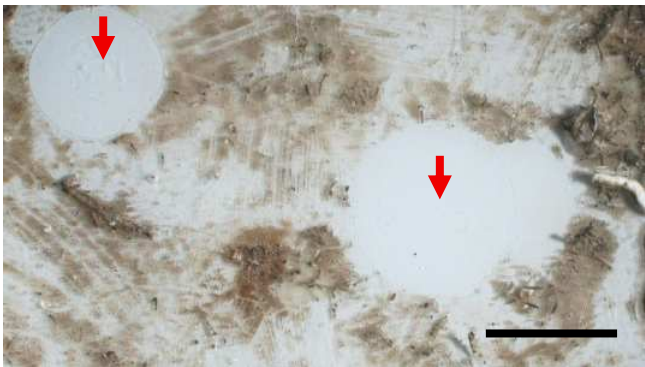
サンカクフジツボ(中央)とアメリカフジツボ(右)



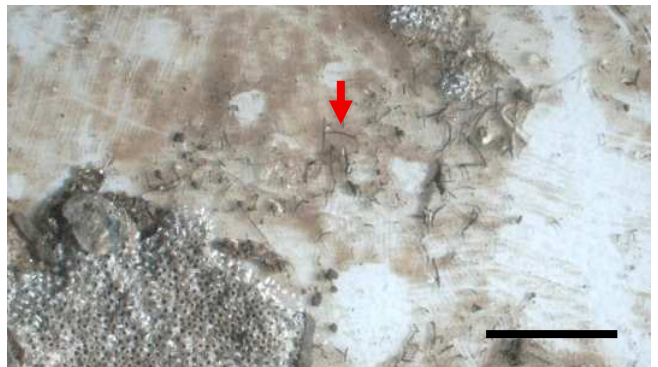
ゴカイ類



海綿類(白い毛のような部分)とウズマキゴカイ(矢印)



フジツボの脱落痕（矢印）



繊毛虫（矢印・深緑色の毛のようなもの多数）

スケールバー：5mm

図3-3-10. 観察された代表的な付着生物

開始 No. 1 サンプル A 1wt%

No. 2 サンプル A 5wt%

No. 3 サンプル A 10wt%

No. 4 コントロール 0wt%

No. 5 サンプル B 1wt%

No. 6 サンプル B 5wt%

No. 7 サンプル B 10wt%

No. 8 塩ビ板



1ヶ月後



2ヶ月後



3ヶ月後



図3-3-11. 付着の様子まとめ