

[ノート]

生物生息場としての人工干潟と垂直護岸の評価

宮崎 一¹ 古賀 佑太郎¹ 鈴木 元治¹ 藤森 一男¹

¹ 兵庫県環境研究センター 水環境科 (〒654-0037 神戸市須磨区行平町 3-1-18)

Evaluations of the artificial tidal flat and vertical seawall for habitats

Hajime MIYAZAKI¹, Yutaro KOGA¹, Motoharu SUZUKI¹ and Kazuo FUJIMORI¹

¹ Water Environment Division, Hyogo Prefectural Institute of Environmental Sciences,
3-1-18, Yukihiro-cho, Suma-ku, Kobe, Hyogo 654-0037, Japan

人工干潟及び隣接する垂直護岸において生物調査を実施した。生物の種類数、湿重量は標準的な干潟と同程度と認められた。個体数に関しては人工干潟ではホトトギスガイが増加し、垂直護岸においてはコウロエンカワヒバリガイが急増した。これら2種は植物プランクトンを摂食する懸濁物食者であり、その摂餌量及び底面におけるマット形成は生息域の一次生産及び摂餌対象を同じくする競合種に多大な影響を与える。

周辺沿岸域を含めた適切な生物生息域の保全のためには、生物生息場としての人工干潟及び垂直護岸に関する、水質・底質及びホトトギスガイ、コウロエンカワヒバリガイを含む生物モニタリングの実施を踏まえた順応的環境管理が重要である。

I はじめに

兵庫県が面する閉鎖性海域である大阪湾と播磨灘では近年、栄養塩類に関して異なる問題（大阪湾奥における富栄養化の継続と播磨灘における無機栄養塩類の不足；貧栄養化）が指摘されている。さらに、近年では大阪湾南部において貧栄養化が懸念されている。

これまで大阪湾奥のような富栄養化海域では水質浄化を目的として人工干潟が造成されてきたが、干潟が有する物質循環機能が無機栄養塩類生成に寄与する可能性を有することが見出され関心を集めている。

本研究においては、人工干潟及び隣接する垂直護岸について、生物生息場として評価し、それらの特性を検討した。

II 方法

2013年9月と11月、2014年1月および2014年11月

と12月、2015年1月に尼崎港人工干潟（以下、人工干潟とする。Fig. 1に位置および概観を示す。）においてFig. 2に示す位置で垂直護岸の生物調査を以下のとおり実施した。



Fig. 1 The artificial tidal flat of Amagasaki port in Osaka bay
(Length 32m, Width 12m, Highest tide level: O.P.+2.1m, Lowest tide level: O.P.+0.5m (O.P.: Osaka peil), Slope: 2% (1/50), Sediment: Sandy)

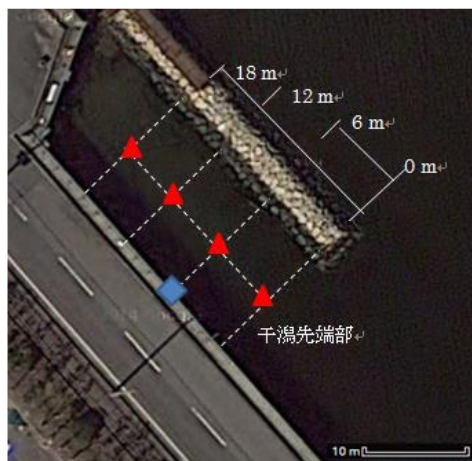


Fig. 2 Sampling stations(Stns.) in the artificial tidal flat

- ◆ Stns. on the vertical seawall
- ▲ Stns. in the artificial tidal flat

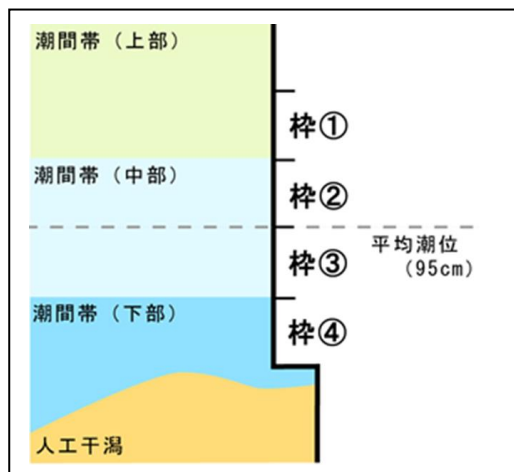


Fig.2-1 Vertical positions of sampling Stns. on the vertical seawall

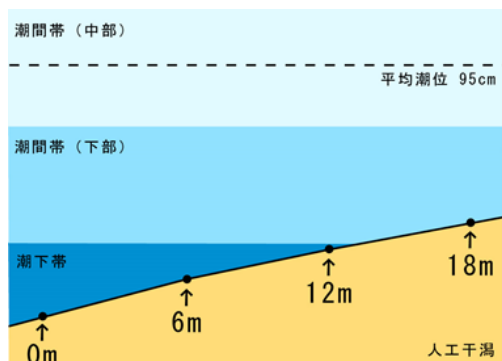


Fig.2-2 Tidal level in the artificial tidal flat

垂直護岸に33cm×33cmの方形枠（面積0.1m²）を設置して方形枠内の生物を採取し、約10%の海水ホルマリンで固定した後、試験室に持ち帰って種の同定、種毎の個体数および湿重量を測定した。また、同時に人工干潟内の底生生物調査を、手動式グラブ型採泥器（採泥面積0.05m²で深さ約10cmの半円筒形に底質を採取）を用いて実施した。

Ⅲ 結果

人工干潟底質及び垂直護岸の生物量について、Table 1及び2に示す。また、生物の種類数、個体数、湿重量の経時変化についてFig. 3に示す。

1 種類数

人工干潟底質の平均値については、垂直護岸と比較して湛水時間が長いことから、垂直護岸においてのような明瞭な湛水時間との関係は認められず、潮下帯の最沖部で最多の31種となり、湛水時間が短くなる他の地点においても24または25種が認められた。採水地点と種類数の関係は調査期間を通じて概ね認められた。

垂直護岸の平均値については、湛水時間が短い潮間帯上部の枠①において最少の5種となり、湛水時間の長期化する潮間帯中部及び下部において13種から27種まで増加した。枠の位置と種類数の関係は調査期間を通じて概ね認められた。

2 個体数

人工干潟底質の平均値については、垂直護岸と比較して湛水時間が長いことから、垂直護岸においてのような明瞭な湛水時間との関係は認められず、潮下帯の最沖部で最多の1160個体となり、湛水時間が短くなる他の地点においても1003～1050個体が認められた。採水地点と個体数の関係は調査期間を通じて概ね認められた。

垂直護岸の平均値については、湛水時間が短い潮間帯上部の枠①において最少の29個体となり、湛水時間の長期化する潮間帯中部及び下部において689個体から1070個体まで増加した。

調査期間後半の垂直護岸における個体数の急増はコウロエンカワヒバリガイとタテジマフジツボの急増に起因していた。これらの急増が個体数の最大値を引き上げ、データの範囲を拡大させることとなった。枠の位置と個体数の関係は調査期間を通じて概ね認められた。

3 湿重量

人工干潟底質の平均値については、垂直護岸と比較して湛水時間が長いことから、垂直護岸においてのような明瞭な湛水時間との関係は認められず、潮下帯の最陸部で最軽量の34.8gとなり、湛水時間が短くなる他の地点においても69.4gから89.4gまでの増加が認められた。

調査期間前半である2013年11月の湿重量の増加はコウロエンカワヒバリガイとアサリの増加によるものであった。コウロエンカワヒバリガイとアサリは1個体当たりの湿重量が、垂直護岸における湿重量の増加要因であったマガキと比較して軽く（調査期間中の平均値：コウロエンカワヒバリガイ0.20g、アサリ2.21g）、人工干潟底質全体の個体数に同調する変化が認められた。採水地点と湿重量の関係は調査期間を通じて概ね認められた。

垂直護岸の平均値については、湛水時間が短い潮間帯上部の枠①において最少の0.5gとなり、湛水時間の長期化する潮間帯中部及び下部において41.6gから203gまで増加した。

調査期間前半での湛水時間が長い調査区画である枠③と枠④における湿重量の増加はマガキの増加によるものであった。マガキは1個体当たりの湿重量が重く（調査期間中の平均値22.2g）、垂直護岸全体の個体数には反映されなかった。枠の位置と湿重量の関係は調査期間を通じて概ね認められた。

4 生物多様性

Fig. 4にシャノン・ウィーバー関数から算出した生物多様度指数（H'）の経時変化を干潟底質と垂直護岸の各調査地点及び区画について示した。

垂直護岸と比較して干潟底質においては、2014年度における生物多様性指数の低下は軽微であった。このことは垂直護岸と同様にコウロエンカワヒバリガイの急増は認められたが、ホトトギスガイがコウロエンカワヒバリガイを上回る増加を示し、さらにゴカイ類、フジツボ類、ニホンドロソコエビの増加が認められたことから種組成の単調化が緩和されたためと考えられた。

垂直護岸の枠①では、調査期間を通して多様性の低い結果となった。これは枠①が潮間帯（上部）に位置し、出現する種が特に干出に強い特徴をもった少数の種で構成されていたことが要因と考えられる。枠②③④においては、2013年度と比較して2014年度が低くなった。これらは2014年12月及

び2015年1月の調査時にコウロエンカワヒバリガイの急増が影響したと考えられた。

Table 1 Biological indexes in the artificial tidal flat

干潟底質				
種類数	種類数/0.1m ²			
	最大値	最小値	平均値	範囲
0m	35	23	31	12
6m	32	20	25	12
12m	31	18	24	13
18m	28	21	25	7
個体数				
	個体数/0.1m ²			
	最大値	最小値	平均値	範囲
0m	1440	710	1160	733
6m	1440	710	1050	734
12m	1460	682	1034	785
18m	1380	577	1003	810
湿重量				
	湿重量(g)/0.1m ²			
	最大値	最小値	平均値	範囲
0m	48.3	22.8	34.8	25.6
6m	160	45.4	78.5	114
12m	239	29.5	89.4	209
18m	120	38.8	69.4	81.3

Table 2 Biological indexes on the vertical seawall

垂直護岸				
種類数	種類数/0.1m ²			
	最大値	最小値	平均値	範囲
枠①	11	3	5	8
枠②	19	6	13	13
枠③	31	12	25	19
枠④	36	21	27	15
個体数				
	個体数/0.1m ²			
	最大値	最小値	平均値	範囲
枠①	66	13	29	53
枠②	2800	101	689	2700
枠③	3080	229	1070	2850
枠④	1730	192	886	1540
湿重量				
	湿重量(g)/0.1m ²			
	最大値	最小値	平均値	範囲
枠①	0.8	0.2	0.5	0.6
枠②	81.9	7.3	41.6	74.5
枠③	273	40.5	151	232
枠④	375	42.4	203	332

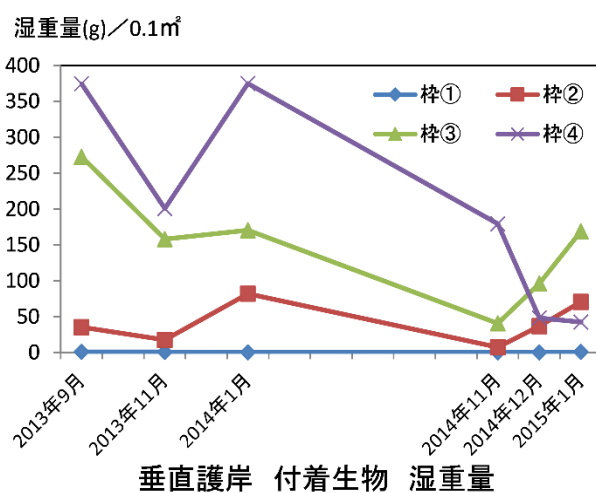
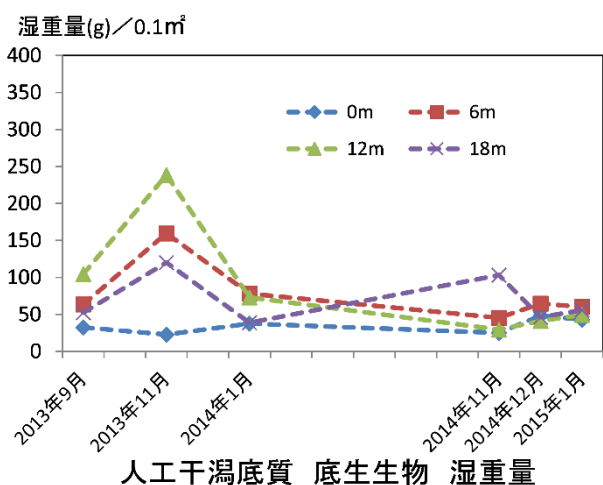
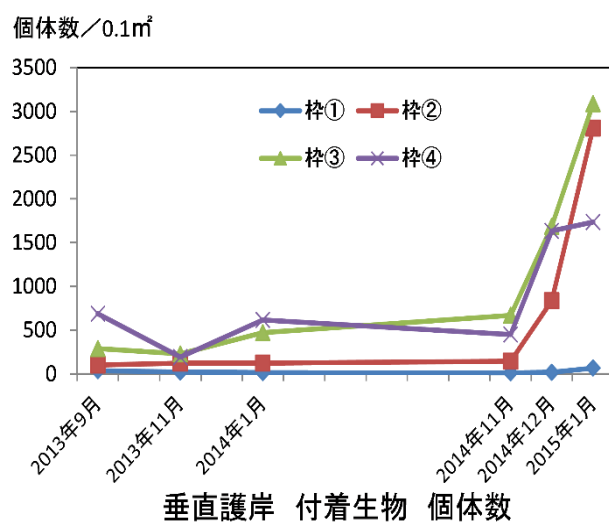
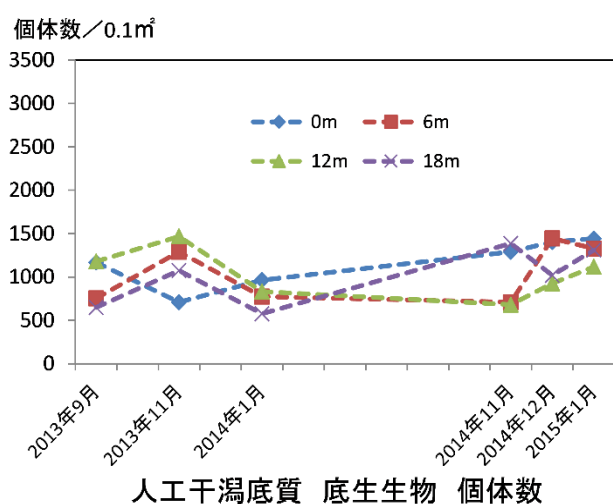
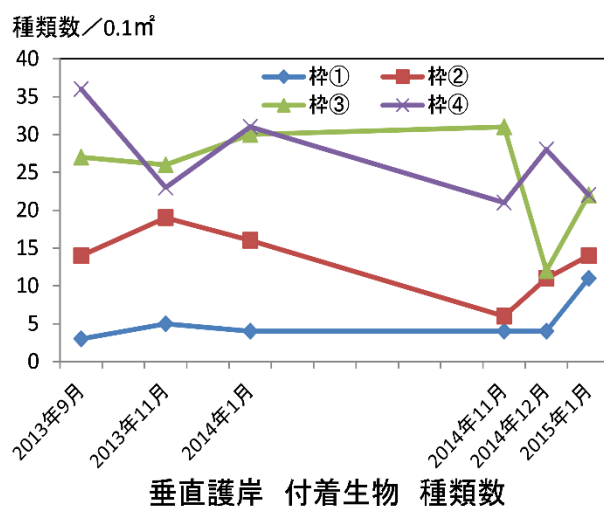
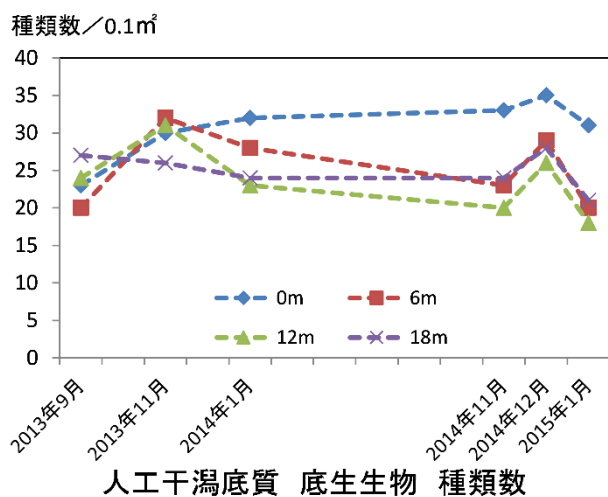


Fig. 3 Change of the number of living species, number of individuals, and wet weight of organisms in the artificial tidal flat and on the vertical seawall

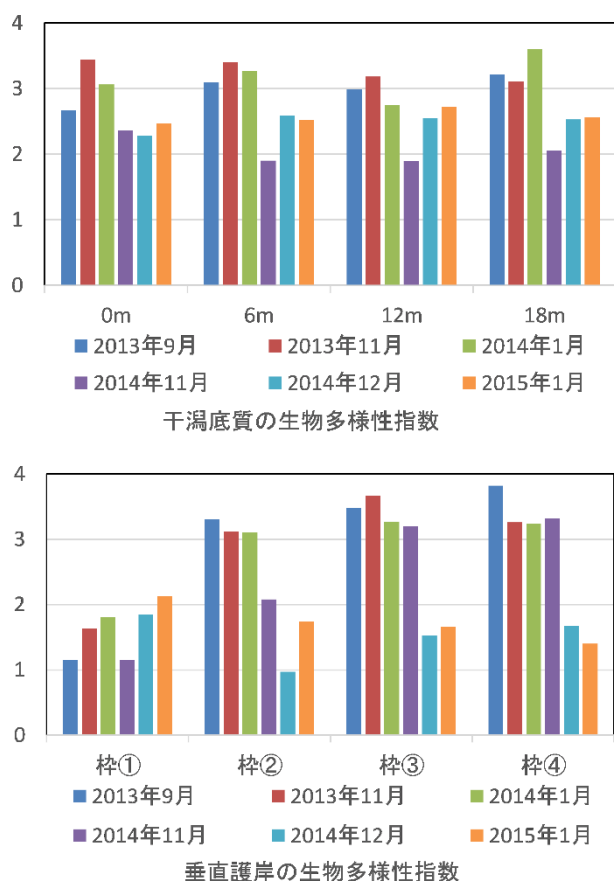


Fig. 4 Change of biodiversity index (H') *) in the artificial tidal flat and on the vertical seawall

*) 生物多様度指数 (H') の計算式

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

S: 総種類数

p_i: i 番目の種に含まれる個体数の全体における割合

IV 考察

本調査において検出された生物量について、環境省が過去に実施した自然環境保全基礎調査¹⁾²⁾の結果と比較した。

種類数は調査対象である人工干潟が小規模 (0.04ha) であることを考慮すると、湛水時間が短い垂直護岸の桝①と桝②が少ないことを除けば、中位程度の干潟であると考えられた。湿重量については、湛水時間が短い垂直護岸の桝①を除くと中位以上の干潟であると考えられた。

個体数については、コウロエンカワヒバリガ

イ、ホトトギスガイのような富栄養化した海域でも生息可能な種の急増が認められた。

ホトトギスガイは一次生産者である植物プランクトンを摂食する懸濁物食者であり、その摂餌量は、生息域の基礎生産量の 23 倍に及ぶ³⁾との報告がある。この性質は水産有用種であり同じ懸濁物食者であるアサリの生育と競合し、アサリ資源の減少をもたらす可能性がある。また、ホトトギスガイは細い繊維質の足糸を分泌して他の個体と結びつき、泥の粒子をその足糸に絡みつかせることにより、泥状のマットを形成して⁴⁾⁵⁾⁶⁾砂質干潟の基質表層を泥化させる。そのため、砂質の基質を好むアサリ、サルボウのような二枚貝類の棲息が難しくなる。

一方でホトトギスガイの旺盛な摂餌量を通じて、富栄養化海域で過剰増殖した植物プランクトンを摂餌することにより、水質浄化に貢献することが期待される。同じイガイ科の近縁種であるムラサキイガイは洞海湾の浄化⁷⁾に、コウロエンカワヒバリガイは尼崎運河の浄化⁸⁾に試用されている。

本調査では垂直護岸において、個体数の急激な増加時 (2014 年 11 月, 2015 年 1 月) に種組成の 50% 以上をコウロエンカワヒバリガイが占めた。また、干潟底質においても個体数増加時 (2013 年 11 月, 2014 年 12 月, 2015 年 1 月) にはコウロエンカワヒバリガイとホトトギスガイが種組成の 30% 以上を占めた。

コウロエンカワヒバリガイの稚貝は夏季に見られ⁹⁾、ホトトギスガイの産卵の最盛期は 7 月から 8 月¹⁰⁾とされている。また、コウロエンカワヒバリガイの寿命は 1 年程度とされる⁹⁾。これらのことから、個体数増加時の直前の夏季における 2 種の発生量と発生後の環境条件 (貧酸素水塊の形成の有無、餌料となる植物プランクトンの一次生産量の多少) がこれら 2 種の個体数増加に重要であると考えられた。

本調査の結果を踏まえて、生物生息場としての人工干潟及び垂直護岸に関する、水質、底質、生物モニタリングによる順応的環境管理が周辺沿岸域を含めた適切な生物生息域の保全のために重要である。

V 結論

人工干潟と垂直護岸は国内の他の標準的な干潟

と比較して、生息可能な生物の種類数、湿重量から見た生物の成長について遜色なかった。個体数に関しては、コウロエンカワヒバリガイ、ホトトギスガイが急激に増加することが認められた。

コウロエンカワヒバリガイ、ホトトギスガイは一次生産者である植物プランクトンを摂食する懸濁物食者であり、その摂餌量は生息域の一次生産及び摂餌対象を同じくするアサリ等の競合種に多大な影響を与えることから、これら2種の動向には注意が必要である。

周辺沿岸域を含めた適切な生物生息域の保全のために、本調査の結果を踏まえて、生物生息場としての人工干潟及び垂直護岸に関する、水質・底質及びコウロエンカワヒバリガイ、ホトトギスガイを含む生物モニタリングの実施を含めた順応的環境管理が重要である。

文 献

1) 第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書(干潟、藻場、サンゴ礁調査)第1巻 干潟, II. 干潟調査結果の解析, 3. 結果(4)干潟生物調査結果, 環境庁自然保護局, 財団法人海中公園センター, (1994)

<https://www.biodic.go.jp/reports/4-11/q00a.html> (2022年3月29日確認)

2) 自然環境保全基礎調査 海域自然環境保全基礎調査 重要沿岸域生物調査報告書、155, 環境庁自然保護局(1998)

https://www.biodic.go.jp/reports2/5th/enganh10/5_enganh10.pdf (2022年3月29日確認)

3) 小森田智大, 猪島頌太, 堤 裕昭:生産量より見積もったホトトギスガイによる基礎生産者への摂餌圧の定量的評価, *Laguna*, **25**, 105-110 (2018)

4) 堤 裕昭・野村龍之介・田上貴文・小森田智大・岩崎敏治・藤森隆美:砂質干潟におけるホトトギスガイの泥状のマット形成と基質攪拌によるマット破壊が底生生物群集の季節変動に及ぼす影響. 日本ベントス学会誌, **67**, 47-55. (2013)

5) 伊藤信夫・梶原 武:横須賀港におけるホトトギスガイの生態—II 足糸および足糸マットの構造. 付着生物研究, **3**, 43-46(1981b)

6) Crooks, J. A: Habitat alteration and community-level effects of an exotic mussel, *Musculista senhousia*. *Marine Ecology Progress Series*, **62**, 137-152(1998)

7) 鬼塚剛, 柳哲雄, 門谷茂, 山田真知子, 上田直子, 鈴木學:ムラサキイガイ養殖による洞海湾浄化の試み, *海の研究*, **11(3)**, 403-417(2002)

8) 山中亮一, 上月康則, 桶川博教. 杏掛泰宏, 一色圭佑, 山中健太郎, 島巡露滯, 川井浩史, 石垣衛, 上島英機, 今中治夫:尼崎運河での優先二枚貝を活用した水中懸濁物除去手法の開発, *土木学会論文 集 B2(海岸工学)*, **69(2)**, I_1086- I_1090(2013)

9) 国立環境研究所侵入生物データベース <https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/> (2022年3月31日確認)

10) 河原辰夫, 加藤大輔:ホトトギスガイの産卵誘発と発生成長, *水産増殖*, **17(5/6)** (1970)

謝辞

本研究は「廃棄物・海域水環境保全に係る調査研究費助成制度」の助成を受けて実施しました。研究の実行においては(公財)国際エメックスセンターの協力を得ました。また、国立研究開発法人国立環境研究所と地方公共団体環境研究機関等の共同研究である「干潟・浅場や藻場が里海里湖流域圏において担う生態系機能と注目生物種との関係」および「沿岸海域環境の物質循環現状把握と変遷解析に関する研究」から有益な助言を得ました。

Abstract

Biological surveys were carried out in the artificial tidal flat and the adjacent vertical seawall, and the number of species and wet weight of living organisms were about the same as that of standard tidal flats. As for the number of individuals, *Musculista senhousia* increased in the artificial tidal flat, and, *Xenostrobus securis* increased rapidly in the vertical seawall.

In order to conserve appropriate habitats including the surrounding coastal areas, the adaptive management based on the implementation of water quality, sediment and biological monitoring including *Musculista senhousia* and *Xenostrobus securis* on artificial tidal flats and vertical seawalls as biological habitats is important.