　護岸部から沖側の地点で多項目水質計を用いて計測した結果を表2‐8に示す。また、データを鉛直グラフにしたものを図2‐34～図2‐39に示す。

　海域全体でみると、水温は8.1～9.3℃、塩分は25.4～32.2の範囲にあった。クロロフィル蛍光度は0.7～2.9、濁度は0.7～6.9であった。ｐＨは7.7～8.2、ＤＯは8.4～9.0ｍｇ/Lとで、各区画も概ね同様であった。光量子束密度は、17.1～1635.9(μmol/(m2･s))の範囲にあり、各区画の鉛直グラフをみると概ね同様であった。

なお、鉛直グラフをみると、護岸部と沖側で大きな違いはみられなかった。

表2‐8　水質計測結果（沖側、令和7年3月8日）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 水深 | 水温 | 塩分 | クロロフィル | 濁度 | pH | DO | DO | 光量子束密度 |
| 区画 |  | (m) | (℃) | (-) | (ppb) | (FTU) | (-) | (%) | (mg/L) | (μmol/(m2･s)) |
| A | 最小 | － | 8.3 | 26.3 | 1.0 | 0.8 | 7.7 | 88.2 | 8.5 | 21.2 |
|  | 最大 | － | 9.2 | 32.2 | 2.2 | 2.8 | 8.2 | 94.4 | 8.9 | 1129.7 |
|  | 平均 | 9.4 | 9.0 | 31.1 | 1.5 | 1.0 | 8.2 | 92.2 | 8.7 | 194.9 |
| B | 最小 | － | 8.1 | 25.4 | 0.8 | 0.8 | 7.9 | 87.6 | 8.4 | 21.7 |
|  | 最大 | － | 9.3 | 32.2 | 2.9 | 3.5 | 8.2 | 94.6 | 9.0 | 1335.7 |
|  | 平均 | 9.4 | 9.0 | 31.1 | 1.5 | 1.1 | 8.2 | 92.3 | 8.7 | 196.7 |
| R3 | 最小 | － | 8.2 | 25.6 | 0.7 | 0.8 | 8.1 | 88.2 | 8.4 | 24.7 |
|  | 最大 | － | 9.2 | 32.2 | 2.3 | 5.6 | 8.2 | 94.4 | 9.0 | 1635.9 |
|  | 平均 | 9.5 | 9.0 | 31.3 | 1.4 | 1.1 | 8.2 | 92.6 | 8.7 | 260.7 |
| C | 最小 | － | 8.3 | 26.1 | 0.7 | 0.8 | 8.1 | 87.8 | 8.4 | 17.1 |
|  | 最大 | － | 9.3 | 32.2 | 2.5 | 5.6 | 8.2 | 94.8 | 8.9 | 1534.4 |
|  | 平均 | 9.8 | 9.0 | 31.4 | 1.4 | 1.2 | 8.2 | 92.0 | 8.7 | 234.7 |
| D | 最小 | － | 8.6 | 26.8 | 0.8 | 0.7 | 8.1 | 87.4 | 8.4 | 22.7 |
|  | 最大 | － | 9.3 | 32.2 | 2.6 | 6.9 | 8.2 | 94.5 | 9.0 | 1608.9 |
|  | 平均 | 9.8 | 9.0 | 31.2 | 1.4 | 1.2 | 8.2 | 92.5 | 8.7 | 253.2 |
| E | 最小 | － | 8.5 | 25.9 | 0.9 | 0.8 | 8.1 | 89.8 | 8.5 | 14.4 |
|  | 最大 | － | 9.2 | 32.2 | 2.9 | 3.0 | 8.2 | 96.0 | 9.2 | 1372.0 |
|  | 平均 | 10.1 | 9.0 | 30.9 | 1.6 | 1.1 | 8.2 | 93.0 | 8.8 | 197.7 |
| 全地点 | 最小 | － | 8.1 | 25.4 | 0.7 | 0.7 | 7.7 | 87.4 | 8.4 | 17.1 |
|  | 最大 | － | 9.3 | 32.2 | 2.9 | 6.9 | 8.2 | 94.8 | 9.0 | 1635.9 |
|  | 平均 | 9.7 | 9.0 | 31.2 | 1.5 | 1.1 | 8.2 | 92.5 | 8.7 | 221.6 |



図2‐34　水質計測結果（沖側：A区画、令和7年3月8日）



図2‐35　水質計測結果（沖側：B区画、令和7年3月8日）



図2‐36　水質計測結果（沖側：R3区画、令和7年3月8日）



図2‐37　水質計測結果（沖側：C区画、令和7年3月8日）



図2‐38　水質計測結果（沖側：D区画、令和7年3月8日）



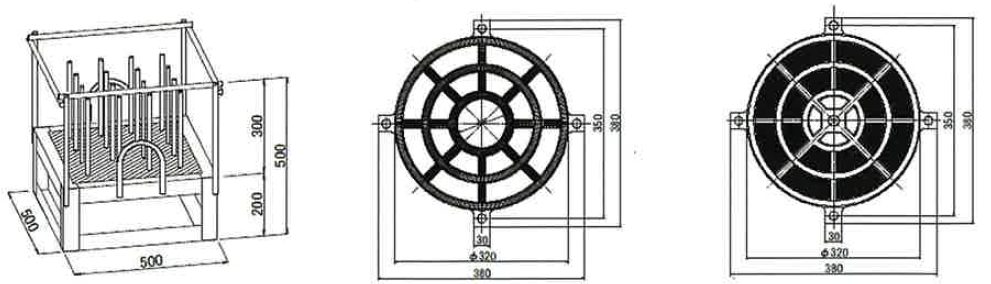
図2‐39　水質計測結果（沖側：E区画、令和7年3月8日）

### 2.4.3　観察

(1)補助事業の実施状況

①A区画

A区画では、12月25日に種糸ロープを付けた基質((剣山基質・CS-A・CS-B)×5枚の計15枚)が水深2～4mに設置された（図2‐40）。



剣山基質　　　　　　　鋳物基質(CS-A)　　　　　　鋳物基質(CS-B)

図2‐40　A区画で使用された基質

1月中旬頃には、基質から種糸からワカメが藻長10㎝程度に育成している状況が確認された（図2‐41）。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 剣山基質 | 鋳物基質（CS-A） | 鋳物基質（CS-B） |

株式会社メディアクト 令和7年1月18日撮影

図2‐41　A区画基質設置状況

②B区画

B区画では、1月14日、18日、19日に種糸付きロープを付けた基質310枚が水深2～4mに設置された（図2‐42）。

|  |  |
| --- | --- |
| 着脱式藻場増殖プレート | プレートサイズ  200mm×70mm |

https://www.soc-tec.com/fish/firewood/index.htmlより

図2‐42　B区画で使用された基質

1月中旬頃には、種糸からワカメが藻長10㎝程度に育成している状況が確認された（図2‐43）。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

株式会社メディアクト 令和7年1月18日撮影

図2‐43　B区画基質設置状況

③C区画

C区画では、1月14日、15日に種糸ロープを付けた基質20基が水深2～4mに設置された（図2‐44）。



SKSリーフ

図2‐44　C区画で使用された基質

1月中旬頃は、種糸からワカメの育成は、確認できなかった（図2‐45）。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

株式会社メディアクト 令和7年1月18日撮影

図2‐45　C区画基質設置状況

④D区画

D区画では、12月3～6日の4日間で種糸ロープ付基質300枚(水深2mに150枚、4mに150枚※)が設置された（図2‐46）。

　※150枚：イオンの溶出が10年溶出タイプ75枚、3年溶出タイプ75枚の2種を設置

|  |  |
| --- | --- |
| イオンカルチャープレート | プレートサイズ  250mm×30mm |

図2‐46　D区画で使用された基質

1月中旬頃は、種糸からのワカメの生育は、確認できなかった（図2‐47）。

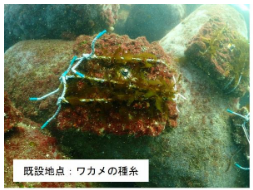
|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

株式会社メディアクト 令和7年1月18日撮影

図2‐47　D区画基質設置状況

⑤R3区画

R3区画では、12月25日に水深2.0～3.0mに設置されている既設のセラポラ基質(A地点12基、B地点6基の計18基)にワカメの種糸ロープが取り付けられた(図2‐48)。



大阪府ホームページ

https://www.pref.osaka.lg.jp/o120070/kankyohozen/osaka-wan/model\_jigyo\_monitor.htmlより

図2‐48　基質への種糸の取り付け状況

1月中旬頃には、種糸からワカメが藻長5～10㎝程度に育成している状況が確認された（図2‐49）。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

株式会社メディアクト 令和7年1月18日撮影

図2‐49　R3区画基質設置状況

(2)潜水目視観察

潜水目視観察の結果について、基質および基質周囲を表2‐9(1)に、また、周辺を表2‐9(2)に、各区画全体で確認されたすべての基質数とワカメの生育が確認できた基質数を表2‐10に示す。また、図2‐50～図2‐55に各区画の調査地点（基質上）の状況を示す。

なお、観察結果のワカメについては、「基質上」に出現したワカメが基質で生育したワカメ、「基質周囲」や「周辺」で出現したワカメが護岸上にみられた天然ワカメを示し、次章のCO2吸収量算出にあたっては、基質で生育したワカメは表2-9(1)の観察結果を、天然ワカメは表2-9(2)の観察結果を用いた。

表2‐9(1)　潜水目視観察結果（基質および基質周囲、令和7年3月5日）



表2‐9(2)　潜水目視観察結果（周辺、令和7年3月5日）



表2‐10　各区画で確認された基質数とワカメの生育が確認できた基質数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 項目 | A区画 | B区画 | R3区画 | C区画 | D区画 | |
| （水深2.0m） | （水深4.0m） |
| 確認した基質数 | 15 | 291 | 18 | 20 | 53 | 64 |
| ワカメ生育基質数 | 15 | 173 | 18 | 19 | 32 | 2 |

①A区画

　設置された3種類の基質、計15基でワカメの生育が確認できた。

ワカメの株数と藻長範囲は、剣山基質が100～180株/基、10～80cm、鋳物基質CS-Aが20～120株/基、5～80cm、鋳物基質CS-Bが80～120株/基、5～70cmであった。

なお、小型海藻のアオサ属が被度5％未満～10％程度が基質上に確認された。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| A2-1 | A2-2 | A2-3 |
| A3-1 | A3-2 | A3-3 |

図2‐50　A区画の消波ブロック上（基質設置後の状況、令和7年3月5日）

②B区画

310基設置されている基質のうち291基を確認した。173基(全体の約59％)でワカメの生育が確認できた。確認できなかった基質はショウジョウケノリ等の小型海藻に隠れるなどしていたためとみられる。

ワカメの生育が確認できた基質上のワカメの株数は50～60株/基、藻長範囲は20～120cmであった。

なお、小型海藻は基質上に確認できなかった。

|  |  |
| --- | --- |
| B2 | B4 |
| B3 | B5 |

図2‐51　B区画の消波ブロック上（基質設置後の状況、令和7年3月5日）

③C区画

設置された20基のうち19基(全体の約95％)でワカメの生育が確認できた。

ワカメの株数は2～12株/基、藻長範囲は5～60cmであった。

　なお、小型海藻の珪藻類が、基質表面に被度50～60％程度確認された。

|  |  |
| --- | --- |
| C2 | C4 |
| C3 | C5 |

図2‐52　C区画の消波ブロック上（基質設置後の状況、令和7年3月5日）

④D区画

300基設置されている基質のうち、水深2m付近で53基、水深4m付近で64基を確認し、水深2m付近では32基(全体の60％)、水深4m付近では2基(全体の約3％)でワカメの生育が確認できた。

　ワカメの生育が確認できた基質のワカメの株数と藻長範囲は、水深2mが4～20株/基、1～8cm、水深4mが2株/基、藻長範囲は2～5cmであった。

　なお、水深2m付近の基質には、小型海藻のアオサ属が被度5％未満～20％確認された。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| D2 | 2.0m | 4.0m |
| D3 | 2.0m | 4.0m |
| D4 | 2.0m | 4.0m |
| D5 | 2.0m | 4.0m |

図2‐53　D区画の消波ブロック上（基質設置後の状況、令和7年3月5日）

⑤R3区画

基質にはワカメの生育が確認でき、概ね株が伸長していた。ワカメの株数は、120株/基、藻長範囲は20～150cmであった。

なお、小型海藻のショウジョウケノリが被度5％未満～5％、アオサ属、珪藻類、ダジア科、フダラク（R3‐A）およびツノマタ属が被度5％未満、基質上に確認された。

|  |  |
| --- | --- |
| R3-A | R3-B |

図2-54　R3区画の消波ブロック上（基質設置後の状況、令和7年3月5日）

⑥E区画（対照区）

E区画ではワカメ等の大型海藻は確認できず、小型海藻のみ確認できた。

ショウジョウケノリが被度5～30％、ダジア科が5～10％、ムカデノリおよびススカケベニが5％未満～5％、ツノマタ属が5％未満、確認された。E5にのみシオミドロ科が被度10％確認された。

|  |  |
| --- | --- |
| E2 | E5 |

図2‐55　E区画(対照区)の消波ブロック上（基質なしの状況、令和7年3月5日）

⑦基質周囲の天然ワカメ

基質の周囲では、A区画、B区画およびR3区画の地点R3‐Aの消波ブロック上で、天然ワカメの自生が確認された（図2‐56、図2‐57）。

分布範囲はA区画では水深0～4.5m、B区画では水深0～6.0ｍ、R3区画では地点R3‐Aの水深2.0～5.0ｍの範囲であった。

被度は、区画全体でみると、いずれの区画も5％未満であり、藻長範囲は5～60㎝程度であった。

|  |  |
| --- | --- |
| 地点A2 | 地点A3 |

図2‐56　天然ワカメの自生状況（A区画）

|  |  |
| --- | --- |
| 地点B2 | 地点B4 |

図2‐57　天然ワカメの自生状況（B区画）

⑧小型海藻

基質を設置した区画全体を通してショウジョウケノリ、ムカデノリ、ダジア科、ツノマタ属などが確認された(図2‐58）。

ショウジョウケノリの被度が最も高く、A区画～C区画とD区画の水深2.0m帯の基質周囲では被度40～80％で確認された。D区画の水深4.0m帯の基質周囲では、ダジア科が被度40％で優占し、ショウジョウケノリは5％未満であった。

その他では、ムカデノリ、ダジア科、アオサ属が被度5％未満～5％で確認された。A区画ではフクロノリが被度5％未満、D区画の水深4.0m帯でツノマタ属およびススカケベニが被度5％未満で確認された。

|  |  |
| --- | --- |
| ショウジョウケノリ | ムカデノリ |
| ダジア科 | ツノマタ属 |

図2‐58　各区画でみられた主な小型海藻

⑨魚類

魚類は、A区画およびD区画でクロダイが1～2尾程度確認された。

⑩付着動物

付着動物は、全区画の設置した基質の周囲では、でカンザシゴカイ科、ホウキムシ科が被度10％程度、キクザルガイ科、シロボヤおよび群体ボヤが被度5％未満で確認され、R3区画の基質上にカンザシゴカイ科、ホウキムシ科および群体のホヤが確認された。

対照区の消波ブロック上には、カンザシゴカイ科が被度10％、ホウキムシ科が5％未満～5％、キクザルガイ科が5％未満で確認された。

また、全区画で、キヒトデおよびイトマキヒトデが0～2個体/基程度確認された。(図2-59)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| キヒトデ | イトマキヒトデ | 群体ボヤ |

図2‐59　付着動物

(3)水中ドローンによる観察

水中ドローンによる基質の観察結果を図2-60に示す。

潜水目視観察と概ね同様な状況が確認できた。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| A区画 | B区画 | R3区画 |
| C区画 | D区画 | E区画 |

図2‐60　水中ドローン観察結果

(4)採取した基質上のワカメの計測結果

潜水目視観察時に各区画の基質に生育していたワカメを3～4株程度採取し、藻長と湿重量を計測した(表2‐11、図2‐60、図2‐61)。

ワカメは3.0～107.4cmの範囲にあり、A区画、B区画およびR3区画に比べ、C区とD区画の藻長が短かった。

表2‐11　ワカメの計測結果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 区画 | No. | 藻長（㎝） | 湿重量（g） |
| A | 1 | 78.1 | 14.67 |
| 2 | 57.5 | 6.25 |
| 3 | 81.0 | 13.57 |
| B | 1 | 92.0 | 13.52 |
| 2 | 106.2 | 26.76 |
| 3 | 100.0 | 24.17 |
| 4 | 81.4 | 14.26 |
| R3 | 1 | 64.7 | 5.61 |
| 2 | 110.0 | 28.82 |
| 3 | 90.5 | 22.25 |
| 4 | 107.4 | 17.58 |
| C | 1 | 48.5 | 9.05 |
| 2 | 29.0 | 5.54 |
| 3 | 48.5 | 11.78 |
| D | 1 | 4.0 | 0.07 |
| 2 | 3.0 | 0.07 |
| 3 | 6.6 | 0.17 |



図2‐60　ワカメの計測結果

|  |  |
| --- | --- |
| A区画 | B区画 |
| C区画 | R3区画 |
| D区画 |  |

図2‐61　採取したワカメ

採取したワカメの中から3検体を選び出した後に乾燥し、乾重量を計測した。計測結果を表2‐14に示す。

表2‐14　ワカメの湿重量・乾重量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 種類 | 番号 | 湿重量(g) | 乾重量(g) | 乾重量/湿重量 |
| ワカメ | ① | 26.76 | 1.93 | 0.072 |
| ② | 24.17 | 1.79 | 0.074 |
| ③ | 28.82 | 2.25 | 0.078 |

# 3.補助事業の効果検証等

## 3.1　CO2吸収量

(1)ワカメ等の現存量の算出

造成された基質上のワカメと天然ワカメ場の二酸化炭素吸収量の算出を行った。二酸化炭素吸収量の算出には、ジャパンブルーエコノミー技術研究組合(2024)発行のJブルークレジット®認証申請の手引き-ブルーカーボンを活用した気候変動対策-ver.2.4に示された式２を用いた。

式２　ブルーカーボン量＝対象生態系の面積×単位面積当たりの湿重量×藻場のCO2換算ブルーカーボン残存率

＝対象生態系の面積×単位面積当たりの湿重量×(1－含水比)×P/B比§×炭素含有率×44/12×(残存係数①+残存係数②)×生態系全体への変換係数

イ.対象生態系の面積 ：本調査の結果

ロ.単位面積あたりの湿重量 ：本調査の結果

ハ.(１－含水比) ：本調査の結果

ニ.P/B比§ ：既往知見

ホ.炭素含有率 ：既往知見

ヘ.残存係数（①+②)　　　 ：既往知見

ト.生態系全体への変換係数 ：既往知見

1. 対象生態系の面積

①基質上のワカメ

　基質上のワカメの分布面積は、各区画での観察した基質数のうちのワカメの生育する基質数の割合から求めたワカメ生育基質数と1基あたりの基質面積を乗じて、ワカメの分布面積を算出した（表3‐1）。なお、D区画については、水深2.0mと水深4.0mに基質が設置されており、それぞれの水深でワカメが生育する基質の割合が異なることから、分けて算出することとした。

　表3‐1　基質上のワカメの分布面積

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 項目 | A区画 | | | B区画 | R3区画 | C区画 | D区画 | |
| 剣山 | CS-A | CS-B | (水深2.0m) | (水深4.0m) |
| 基質の設置枚数(①) | 5 | 5 | 5 | 310 | 18 | 20 | 150 | 150 |
| 確認した基質数(②) | 5 | 5 | 5 | 291 | 18 | 20 | 53 | 64 |
| ②のうちのワカメ生育基質数(③) | 5 | 5 | 5 | 173 | 18 | 19 | 32 | 2 |
| ②に対する③の割合(④) | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.59 | 1.00 | 0.95 | 0.60 | 0.03 |
| ワカメ生育基質数(①×④)(⑤) | 5 | 5 | 5 | 183 | 18 | 19 | 90 | 5 |
| 基質面積(㎡/基)(⑥) | 0.25 | 0.08 | 0.08 | 0.014 | 0.12 | 0.1 | 0.0075 | 0.0075 |
| 設置した基質の合計面積(㎡)(①×⑥) | 1.25 | 0.4 | 0.4 | 4.34 | 2.16 | 2 | 1.125 | 1.125 |
| ワカメ分布面積(㎡)(⑤×⑥) | 1.25 | 0.4 | 0.4 | 2.562 | 2.16 | 1.9 | 0.675 | 0.0375 |

②天然ワカメ

天然ワカメの分布面積は、天然ワカメが観察された水深帯に対する法面長に護岸長を乗ずることで算出した(表3-2)。部分的にワカメが観察されたR3区画の地点R3‐Aの護岸長は、地点間の距離から北に10m、南に15mの計25mとして計算した。護岸の法面は平面として計算した。なお、設置した基質については、基質上のワカメの分布面積に用いることから、天然ワカメの分布面積から基質面積を減じることとした(図3-1)。

表3‐2　護岸における天然ワカメの分布範囲の護岸長・分布水深・面積

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 項目 | | A区画 | B区画 | R3区画  (A地点) |
| 護岸での  分布範囲 | 護岸長(m) | 94 | 190 | 25 |
| 水深帯(m) | 0～4.5m  （4.5m） | 0～6m  （6m） | 2～5m  （3m） |
| 法面長(m) | 10.6 | 14.2 | 7.1 |
| 面積(m²)(①) | 996.4 | 2,698.0 | 177.5 |
| 基質設置面積(m²)(②) | | 2.05 | 4.34 | 1.44 |
| 護岸のワカメ分布面積(m²)(①-②) | | 994.35 | 2,693.66 | 176.06 |
| 分布面積計(m²) | | 3864.07 |  |  |

※護岸長は、各区画間に間隔が空けられていることから、間をとって両側の区画に配分した。

護岸の勾配1.4:3より、水深帯を法面長に換算した。



天然ワカメの分布面積＝分布範囲の護岸長(①)×分布範囲の法面長(②)－基質面積

図3-1　護岸における天然ワカメの分布面積について

③小型海藻

各区画には小型海藻の繁茂が確認されたことから、小型海藻についても「②天然ワカメ」と同様の方法で分布面積を求め、護岸に主にみられたショウジョウケノリ、ムカデノリとその他の小型海藻類で分けて算出した(表3-3(1)～(3))。

表3‐3(1)　護岸及び防波堤におけるムカデノリの分布範囲の護岸長・分布水深・面積

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 項目 | | A区画 | B区画 | R3区画 | C区画 | D区画 | E区画 |
| 護岸での 分布範囲 | 護岸長(m) | 94 | 190 | 120 | 140 | 158 | 350 |
| 水深帯(m) | 0～3(3m) | 0～3(3m) | 0～3(3m) | 0～4(4m) | 0～1(1m) | 0～3(3m) |
| 法面長(m) | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 9.5 | 2.4 | 7.1 |
| 面積(m²)(①) | 667.4 | 1,349.0 | 852.0 | 1,330.0 | 379.2 | 2,485.0 |
| 基質設置面積(m²)(②) | | 2.05 | 4.34 | 2.16 | 2.00 | 0 | - |
| 分布面積(m²)(①-②) | | 665.35 | 1,344.66 | 849.84 | 1,328.00 | 379.20 | 2,485.00 |
| 分布面積計(m²) | | 7,052.05 |  |  |  |  |  |

※護岸長は、各区画間に間隔があることから、間をとって両側の区画に配分した。

護岸の勾配1.4:3より、水深帯を法面長に換算した。

　A～D区画が護岸、E区画が防波堤となる。

表3‐3(2)　護岸および防波堤におけるショウジョウケノリの分布範囲の護岸長・分布水深・面積

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 項目 | | A区画 | B区画 | R3区画 | C区画 | D区画 | E区画 |
| 護岸での 分布範囲 | 護岸長(m) | 94 | 190 | 120 | 140 | 158 | 350 |
| 水深帯(m) | 1～3(2m) | 1～3(2m) | 1～3(2m) | 1～3(2m) | 1～3(2m) | 1～2(1m) |
| 法面長(m) | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 2.4 |
| 面積(m²)(①) | 441.8 | 893.0 | 564.0 | 658.0 | 742.6 | 840.0 |
| 基質設置面積(m²)(②) | | 2.05 | 4.34 | 2.16 | 2.00 | 1.125 | - |
| 分布面積(m²)(①-②) | | 439.75 | 888.66 | 561.84 | 656.00 | 741.48 | 840.00 |
| 分布面積計(m²) | | 4127.73 |  |  |  |  |  |

※護岸長は、各区画間に間隔があることから、間をとって両側の区画に配分した。

護岸の勾配1.4:3より、水深帯を法面長に換算した。

　A～D区画が護岸、E区画が防波堤となる。

表3‐3(3)　護岸におけるその他の小型紅藻類の分布範囲の護岸長・分布水深・面積

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 項目 | | A区画 | B区画 | R3区画 | C区画 | D区画 | E区画 |
| 護岸での 分布範囲 | 護岸長(m) | 94 | 190 | 120 | 140 | 158 | 350 |
| 水深帯(m) | 1～5(4m) | 2～4(2m) | 3～6(3m) | 3～6(3m) | 3～6(3m) | 2～6(4m) |
| 法面長(m) | 9.5 | 4.7 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 9.5 |
| 面積(m²)(①) | 893.0 | 893.0 | 852.0 | 994.0 | 1121.8 | 3325.0 |
| 基質設置面積(m²)(②) | | 2.05 | 4.34 | 2.16 | 2 | 1.125 | - |
| 分布面積(m²)(①-②) | | 890.95 | 888.66 | 849.84 | 992.00 | 1120.68 | 3325.00 |
| 分布面積計(m²) | | 8067.13 |  |  |  |  |  |

※護岸長は、各区画間に間隔があることから、間をとって両側の区画に配分した。

護岸の勾配1.4:3より、水深帯を法面長に換算した。

　A～D区画が護岸、E区画が防波堤となる。

1. 単位面積あたりの湿重量

①基質上のワカメ

基質上の湿重量については、各区画の基質に生育するワカメの平均株数に1株あたりのワカメの湿重量を乗ずることで基質1枚あたりの湿重量を算出することとした。1株あたりのワカメの湿重量は、基質上から採取したワカメの藻長に対する湿重量の回帰式を用いて、各区画の平均藻長から求めた(図3‐2、表3‐4)。



図3‐2　藻長と湿重量の関係

表3‐4　各区画のワカメの平均藻長、株数と湿重量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 項目 | A区画 | | | B区画 | R3区画 | C区画 | D区画 | |
| 剣山 | CS-A | CS-B |  |  |  | (水深2.0m) | (水深4.0m) |
| 平均藻長(cm) | 45.0 | 42.5 | 36.3 | 73.3 | 80.0 | 19.4 | 4.0 | 4.3 |
| 湿重量(g/株) | 5.7 | 5.2 | 4.0 | 12.9 | 15.0 | 1.4 | 0.1 | 0.1 |
| 株数(株/基) | 140.0 | 70.0 | 100.0 | 56.7 | 120.0 | 6.3 | 9.7 | 2.0 |
| 1基あたりの湿重量(g/基) | 798.0 | 364.0 | 400.0 | 731.4 | 1800.0 | 8.8 | 1.0 | 0.2 |
| 基質面積(㎡/基) | 0.25 | 0.08 | 0.08 | 0.014 | 0.12 | 0.10 | 0.0075 | 0.0075 |
| 単位面積あたりの湿重量(g/㎡) | 3,192.00 | 4,550.00 | 5,000.00 | 52,245.00 | 15,000.00 | 88.20 | 129.33 | 26.67 |

②天然ワカメ

　天然ワカメについては、A区画において25㎝×25㎝（0.625m²）の枠取り採取を行い（図3‐3）、ワカメの単位面積あたりの湿重量を算出した（表3‐5）。天然ワカメの被度はA区画、B区画、R3区画ともに5%未満であったことから、枠の平均値を単位面積あたりの湿重量として用いることとした。

|  |  |
| --- | --- |
| 枠1 | 枠2 |

図3‐3　枠取り状況

表3‐5　天然ワカメの枠取り結果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 種類 | | 枠1 | 枠2 |
| ワカメ(g/0.0625m²) | | 3.82 | 13.61 |
| 平均湿重量 | (g/0.0625m²) | 8.72 | |
| (g/m²) | 139.44 | |

③小型海藻

　小型海藻については、A区画において25㎝×25㎝（0.625m²）の枠取り採取を行い（図3‐4）、小型海藻の単位面積あたりの湿重量を算出した（表3‐6）。なお、枠1と枠2についてはワカメ以外の海藻類を測定した。枠3についてはワカメが出現していない。

　また、枠内の海藻の被度を基に、各区画での観察被度に相当する湿重量に換算した。その他の小型海藻については、ムカデノリの結果から換算した値を単位面積あたりの湿重量として用いることとした(表3-7)。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 枠1 | 枠2 | 枠3 |

図3‐4　枠取り状況

表3‐6　小型海藻の枠取り結果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 種類 | 項目 | 枠1 | 枠2 | 枠3 |
| ムカデノリ | 枠内の被度(%) | <5 | - | 30 |
|  | 湿重量(g/m²) | 8.6 | - | 169.1 |
| ショウジョウケノリ | 枠内の被度(%) | 60 | 80 | 10 |
|  | 湿重量(g/m²) | 479.8 | 753.8 | 212.0 |
| その他の小型海藻類 | 枠内の被度(%) | <5 | <5 | 5 |
|  | 湿重量(g/m²) | 71.5 | 98.4 | 153.0 |

表3‐7　小型海藻の枠取り結果から各区画の観察した被度に相当する湿重量

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 種類 | 項目 | A区画 | B区画 | R3区画 | C区画 | D区画 | E区画 |
| ムカデノリ | 被度(%) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 15 |
|  | 換算湿重量(g/m²) | 112.7 | 112.7 | 112.7 | 112.7 | 112.7 | 84.6 |
| ショウジョウケノリ | 被度(%) | 40 | 40 | 65 | 65 | 70 | 70 |
|  | 換算湿重量(g/m²) | 319.9 | 319.9 | 519.8 | 519.8 | 559.8 | 559.8 |
| その他の小型海藻 | 被度(%) | 20 | 30 | 25 | 30 | 20 | 15 |
|  | 換算湿重量(g/m²) | 112.7 | 169.1 | 140.9 | 169.1 | 112.7 | 84.6 |

※換算湿重量をそれぞれの単位面積あたりの湿重量として用いる。

1. 含水率

ワカメの含水率(含水比)は、基質上から採取したワカメ17株中の3株を用いて湿重量と乾重量を計測し、含水比を算出し、3株の平均値を用いることとした（表3‐8(1))。

小型海藻の含水率(含水比)は、枠採取した中からショウジョウケノリ、ムカデノリ、フダラクついて湿重量と乾重量を計測し、含水比は、ショウジョウケノリ、ムカデノリはそれぞれの値を、その他の小型海藻類については3種の平均を用いることとした(表3-8(2))。

表3‐8(1)　ワカメの湿重量・乾重量・含水比

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 種類 | 番号 | 湿重量(g) | 乾重量(g) | 含水比 |
| ワカメ | ① | 26.76 | 1.93 | 0.928 |
| ② | 24.17 | 1.79 | 0.926 |
| ③ | 28.82 | 2.25 | 0.922 |
| 平均 | 26.58 | 1.99 | 0.925 |

表3‐8(2)　小型海藻の湿重量・乾重量・含水比

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 種類 | 湿重量(g) | 乾重量(g) | 含水比 |
| ムカデノリ | 10.57 | 1.56 | 0.852 |
| ショウジョウケノリ | 47.11 | 4.68 | 0.901 |
| フダラク | 4.64 | 0.56 | 0.879 |
| 平均 | 28.88 | 2.62 | 0.899 |

1. P/B比

ワカメのP/B比は、磯焼け対策ガイドライン（※）にあげられている値1.2～1.4（中井ら, 1993）より、1.3を用いることとした。

※水産庁：磯焼け対策ガイドライン（令和3年3月）

小型海藻のP/B比は、11月の調査では海藻類の分布がみられなかったことから、大阪湾で調べられた金子・米田(2010)から1年生の値1.3を用いることとした。

※金子・米田(2010)混生群落の海藻の生産力推定方法.藻場を見守り育てる知恵と技術,129-136,成山堂.

1. 炭素量

ワカメの炭素量は、大阪湾の関空島護岸で調べられた値の409mg±1mgC/g d.w.（※）から40.9％を用いることとした。

※米田佳弘・吉田司・芝修一・松井光市・金子健司・鈴木輝明・高培昭洋(2014)大阪湾の傾斜護岸帯における藻場の現存量とその変動要因-関西国際空港護岸における事例-.水産工学,50(3),151-162.

小型海藻の炭素量は、瀬戸内海に位置する広島湾で調べられた4月の紅藻類の平均値30.7%を用いることとした。

※吉田吾郎・内村真之・吉川浩二・寺脇利信(2001)広島湾に生育する海藻類の炭素・窒素含量とその季節変化.瀬戸内海区水産研究所研究報告,3,53-61.

1. 残存係数

残存係数はジャパンブルーエコノミー技術研究組合(2024)（※）より、残存係数①を海藻藻場の0.0472、残存係数②をワカメはワカメ場の0.0279、小型海藻類はテングサ場の0.0484として評価した。

※ジャパンブルーエコノミー技術研究組合(2024):Jブルークレジット®認証申請の手引き-ブルーカーボンを活用した気候変動対策-ver.2.4

1. 生態系全体への変換係数

生態系への変換係数は、桑江ら(2019)（※）より、海産藻類1.5とした。

※桑江朝比呂・吉田吾郎・堀正和・渡辺謙太・棚谷灯子・岡田知也・梅澤有・佐々木淳(2019)浅海生態系における年間二酸化炭素吸収量の全国推計.土木学会論文集B2(海岸工学),75(1),10-20.

⑵‐2　CO₂吸収量

イ.～ロ.で得られた値を用いて基質上と天然ワカメの現存量を算出すると、それぞれ表3‐9、表3‐10のとおりとなる。

表3‐9　基質上のワカメの現存量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 項目 | A区画 | | | B区画 | R3区画 | C区画 | D区画 | | |
| 剣山 | CS-A | CS-B | (水深2.0m) | (水深4.0m) |
| 分布面積 | 1.25 | 0.4 | 0.4 | 2.562 | 2.16 | 1.9 | 0.675 | 0.0375 |
| 単位面積あたりの湿重量(g/㎡) | 3,192.00 | 4,550.00 | 5,000.00 | 52,245.00 | 15,000.00 | 88.20 | 129.33 | 26.67 |
| 現存量(g) | 3,990.00 | 1820.00 | 2000.00 | 133851.69 | 32,400.00 | 167.58 | 87.30 | 1.00 |
| 現存量(kg) | 3.99 | 1.82 | 2.00 | 133.85 | 32.40 | 0.17 | 0.09 | 0.001 |
| 合計(kg) | 174.32 |  |  |  |  |  |  |  |

表3‐10　天然ワカメの現存量

|  |  |
| --- | --- |
| 項目 | A区画～R3区画(A地点) |
| 分布面積(m²) | 3,864.07 |
| 単位面積あたりの湿重量(g/m²) | 139.5 |
| 現存量(g) | 539,037.77 |
| 現存量(kg) | 539.04 |

　同様にして、護岸上の小型海藻の現存量を算出すると表3-11のとおりとなる。

表3‐11　小型海藻の現存量

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 種類 | 項目 | A区画 | B区画 | R3区画 | C区画 | D区画 | E区画 |
| ムカデノリ | 分布面積(m²) | 665.35 | 1344.66 | 849.84 | 1328.00 | 379.20 | 2485.00 |
| 換算湿重量(g/m²) | 112.7 | 112.7 | 112.7 | 112.7 | 112.7 | 84.6 |
| 現存量(g) | 74,984.95 | 151,543.18 | 95,776.97 | 149,665.60 | 42735.84 | 210,231.00 |
| 現存量(kg) | 74.98 | 151.54 | 95.78 | 149.67 | 42.74 | 210.23 |
| 合計(kg) | 514.71 |  |  |  |  | 210.23 |
| ショウジョウケノリ | 分布面積(m²) | 439.75 | 888.66 | 561.84 | 656.00 | 741.48 | 840.00 |
| 換算湿重量(g/m²) | 319.9 | 319.9 | 519.8 | 519.8 | 559.8 | 559.8 |
| 現存量(g) | 140,676.03 | 284,282.33 | 292,044.43 | 340,988.80 | 415,077.71 | 470,232.00 |
| 現存量(kg) | 140.68 | 284.28 | 292.04 | 340.99 | 415.08 | 470.23 |
| 合計(kg) | 1473.07 |  |  |  |  | 470.23 |
| その他の小型海藻類 | 分布面積(m²) | 890.95 | 888.66 | 849.84 | 992.00 | 1120.68 | 3,325.00 |
| 換算湿重量(g/m²) | 112.7 | 169.1 | 140.9 | 169.1 | 112.7 | 84.6 |
| 現存量(g) | 100,410.07 | 150,272.41 | 119742.46 | 167,747.20 | 126,300.07 | 281,295.00 |
| 現存量(kg) | 100.41 | 150.27 | 119.74 | 167.75 | 126.30 | 281.30 |
| 合計(kg) | 664.47 |  |  |  |  | 281.30 |

※合計は、A～D区画の護岸とE区画(対照区)の防波堤で算出した。

以上の現存量およびハ.～ト.で得られた値を用いて式2より、ワカメのCO₂吸収量は0.012t‐CO₂と算出され（表3‐12(1)）、同様にして、小型海藻はA～D区画の咲洲西護岸が0.064t‐CO₂、E区画(対照区)の防波堤が0.024t‐CO₂となり(表3-12(2))、合計0.10 t‐CO₂となった。

表3‐12(1)　咲州西護岸におけるワカメのCO₂吸収量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 項目 | 基質上 | 天然(護岸上) |
| 現存量(㎏) | 174.32 | 539.04 |
| 含水比 | 0.925 | 0.925 |
| P/B比 | 1.3 | 1.3 |
| 炭素含有率(%) | 40.9 | 40.9 |
| 44/12 | 3.667 | 3.667 |
| 残存係数① | 0.0472 | 0.0472 |
| 残存係数② | 0.0279 | 0.0279 |
| 上記①＋② | 0.0751 | 0.0751 |
| 生態系全体への変換係数 | 1.5 | 1.5 |
| CO₂吸収量（㎏） | 2.874 | 8.887 |
| CO₂吸収量(ｔ) | 0.003 | 0.009 |
| 合計CO₂吸収量（t） | 0.012 | |

表3‐12(2)　咲州西護岸および防波堤における小型海藻のCO₂吸収量

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 種類 | A～D区画 | | | E区画(対照区) | | |
| ムカデノリ | ショウジョウケノリ | その他の小型海藻類 | ムカデノリ | ショウジョウケノリ | その他の小型海藻類 |
| 現存量(kg/㎡) | 514.71 | 1473.07 | 664.47 | 210.23 | 470.23 | 281.30 |
| 含水比 | 0.852 | 0.901 | 0.879 | 0.852 | 0.901 | 0.879 |
| P/B比 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 炭素含有率(%) | 30.7 | 30.7 | 30.7 | 30.7 | 30.7 | 30.7 |
| 44 / 12 | 3.667 | 3.667 | 3.667 | 3.667 | 3.667 | 3.667 |
| 残存係数① | 0.0472 | 0.0472 | 0.0472 | 0.0472 | 0.0472 | 0.0472 |
| 残存係数② | 0.0484 | 0.0484 | 0.0484 | 0.0484 | 0.0484 | 0.0484 |
| 上記①＋② | 0.0956 | 0.0956 | 0.0956 | 0.0956 | 0.0956 | 0.0956 |
| 生態系全体への変換係数 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| CO₂吸収量（㎏） | 16.000 | 30.631 | 16.887 | 6.535 | 9.778 | 7.149 |
| CO₂吸収量(ｔ) | 0.016 | 0.031 | 0.017 | 0.007 | 0.010 | 0.007 |
| 合計（t） | 0.064 |  |  | 0.024 |  |  |

※A～D区画が護岸、E区画(対照区)が防波堤となる。

⑵‐3　ベースライン

対象とする護岸は、砂泥底に整備された護岸であり、基質設置前の11月の調査において、護岸上にはワカメや小型海藻の分布が確認されなかったため、ベースラインは0tとして評価した。

⑵‐4　船舶によるCO2排出量

調査で使用した船舶は、1日間の調査で調査船1隻、警戒船1隻である。船舶によるCO2排出量は、以下の式で算出した。計算に用いた値は表3‐13に示すとおりである。

その結果、使用船舶によるCO2排出量は0.049t-CO2となった。

船舶によるCO2排出量(t-CO2)＝働時間(h)×出力(kW)×燃料消費率(LkWh)×1/1000×排出係数(t-CO2/kL)

表3‐13　調査時の船舶によるCO2排出量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | トン数 | 燃料 | 出力 | 出力 | 排出係数 | 燃料消費率 | 実稼働時間 | CO2排出量 |
| 調査日 | 使用船舶 | (t) | 種別 | (kW) | (PS) | (t-CO2/kL) | (L/kWh) | (h) | (t-CO2) |
| 3月5日 | 住吉丸(作業船) | 4.21 | 軽油 | 180.2 | 245 | 2.62 | 0.108 | 0.50 | 0.025 |
|  | 住吉丸(警戒船) | 4.9 | 軽油 | 169.17 | 230 | 2.62 | 0.046 | 1.17 | 0.024 |
|  |  |  |  |  |  |  |  | 合計 | 0.049 |

※燃料消費率には港湾請負工事積算基準令和4年度版(国土交通省)に示された船外機船の値を用いた。

排出係数には算定･報告･公表制度における算定方法･排出係数一覧(環境省)に示された軽油･ガソリンの値を用いた。

⑵‐5　当該区域のCO2吸収量

CO2吸収量は0.10t-CO₂(ワカメ：0.012t-CO₂、小型海藻類：0.088t-CO₂)から船舶によるCO2排出量0.049t-CO₂を減じることにより、当該区域の藻場によるCO2吸収量は0.051t-CO₂となる。

なお、確実性の評価により、この結果から更にCO2吸収量が減じられることとなる。

## 3.2　生物多様性

　本調査の結果、補助事業等で各区画に設置された基質上にはワカメの繁茂が確認された。基質上のワカメはA区画からR3区画の消波ブロック上で確認された天然ワカメより大きかった。

　しかし、対照区ではワカメがみられず、A区画からR3区画でワカメが確認されたことから、調査対象とした護岸の北側がワカメにとって生育環境が良い可能性があるとみられ、補助事業等の実施によりワカメが増えることが期待される。

　動物は、事業実施1年目であり、観察時の水温が9℃前後と低かったことから、魚類等がほとんど出現しておらず、付着動物も対照区と大きな違いはみられなかった。なお、3月にクロダイが確認されたが、ワカメに食害痕はみられなかった。これはクロダイの摂餌量が水温10℃では大幅に減少すること(草加 2007)によるとみられ、11月にはクロダイの他にアイゴ等も確認されていることから、春季のワカメの成熟時には水温も昇温しており、魚類の食害には注意する必要がある。

　しかし、基質上では大きなワカメの生長が認められたことから、今後の水温の上昇に伴い、春季のワカメの成熟期にはワカメが大きく育ち、多様な魚類の蝟集や付着動物の出現が期待される。

表3‐10　11月～3月の各区画の海藻の繁茂状況

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 区画名 | 基質の種類 | 2024年11月 | 2025年1月 | 2025年3月 |
| A区画 | 剣山基質 |  |  |  |
|  | 鋳物基質  (CS-A) |  |  |  |
|  | 鋳物基質  (CS-B) |  |  |  |
| B区画 | 着脱式藻場増殖プレート |  |  |  |
| C区画 | SKSリーフ |  |  |  |
| D区画 | イオンカルチャープレート |  |  |  |
| R3区画 | セラポラ基質 |  |  |  |
| E区画 | 基質無し  (対照区) |  |  |  |
| その他 | A～R3区画  消波ブロック上 |  |  |  |

※草加耕司(2007)クロダイによる養殖ノリの摂餌試験.岡山県水産試験場報告,22,15-17.