

5.4. 区域ごとの環境条件と海藻の移植等の方法

本業務で調査を実施した①堺 2 区人工干潟(護岸)、②堺第 7-3 区、③泉北 6 区、④新浜地区、⑤阪南 4・6 区について、区域ごとに護岸や水質の状況を整理し、海藻の分布状況から移植対象の選定と移植方法について検討を行った。

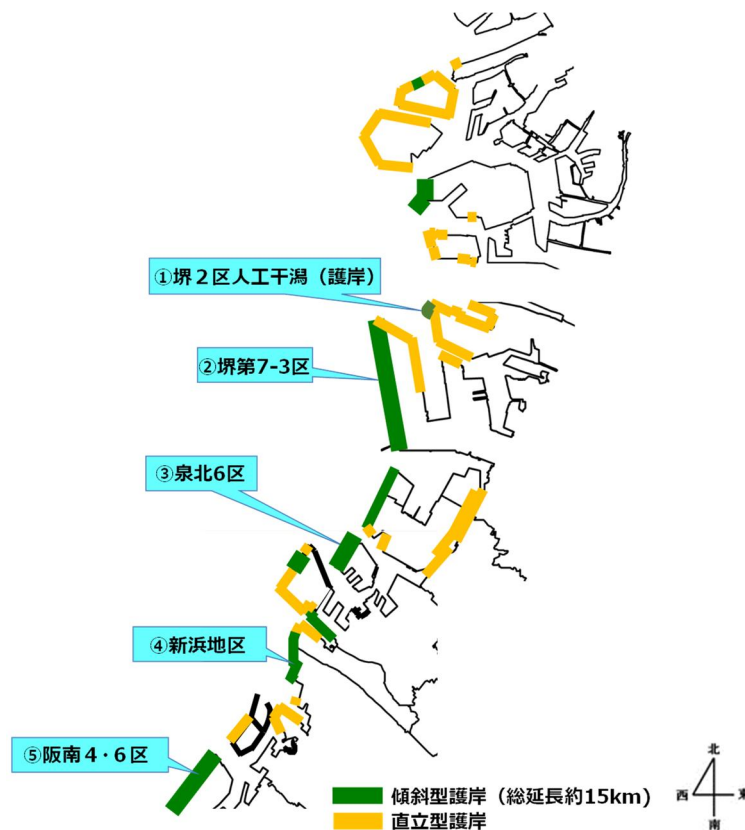


図 5-12 調査海域(①~⑤の護岸)

以降の各海域での水質状況の整理にあたり、光条件については、藤田ら(2006)がワカメの繁殖に必要な光度は水面光度の 20~40%以上と示されていることから、公共用水域水質調査の透明度の測定結果を用い、Holmes(1970)の示す以下の式を用いて相対光度が 20%となる水深を求めて、ワカメの出現水深の検討に用いた。

- ・相対光度算出方法 (Holmes 1970)

$$\text{相対光度} = 100 \times \exp(-k \cdot z)$$

k: 消散係数 $k=1.44/T$ T: 透明度 z: 水深

消散係数については、菱田ら(1978)により、瀬戸内海での透明度との関係が次のとおり求められおり、係数が 0.9 から 1.8 の範囲であることから、両値を用いることとした。

$$K_d \cdot T = 0.9 \sim 1.8$$

K_d : 透明度の深さまでのほぼ平均の消散係数

また、カジメについては、環境省(2010)に示されている透明度と分布下限水深の関係式を用いて、カジメの出現水深の検討に用いた。

- ・カジメの分布下限水深算出方法(環境省 2010)

$$\text{分布下限水深} = \text{年間平均透明度} / \text{定数}^*$$

* 定数=0.66: 気象庁大阪の日射量平年値と菱田ほか(1978)の大阪湾の減衰係数に関する知見から算出

5.4.1 堺 2 区人工干潟(護岸)

(1)堺 2 区人工干潟(護岸)における物理特性

(1)-1 概要

堺第 7-3 区の護岸の状況を図 5.4.1-1 に示す。

堺 2 区人工干潟(護岸)は、大和川河口に位置し、被覆石が設置された南北方向の円弧状 540m に広がる傾斜護岸となっており、水面から法尻まで被覆石が設置されている構造となっている(図 5.4.1-2)。護岸の内側には人工干潟が造成されている。

(1)-2 護岸の基盤について

堺 2 区人工干潟(護岸)の護岸は、被覆石が使われており、この被覆石が岩礁性の海藻の着生基盤として活用できる(図 5.4.1-3)。

しかし、大和川等からの出水による影響を受け、浮泥等の堆積が確認されている(図 5.4.1-4)。

浮泥等が堆積している箇所では岩礁性の海藻が着生し難いため、藻場造成を行う場合には、高さを確保した新たな基盤の設置や浮泥の除去などの対策が必要となる。

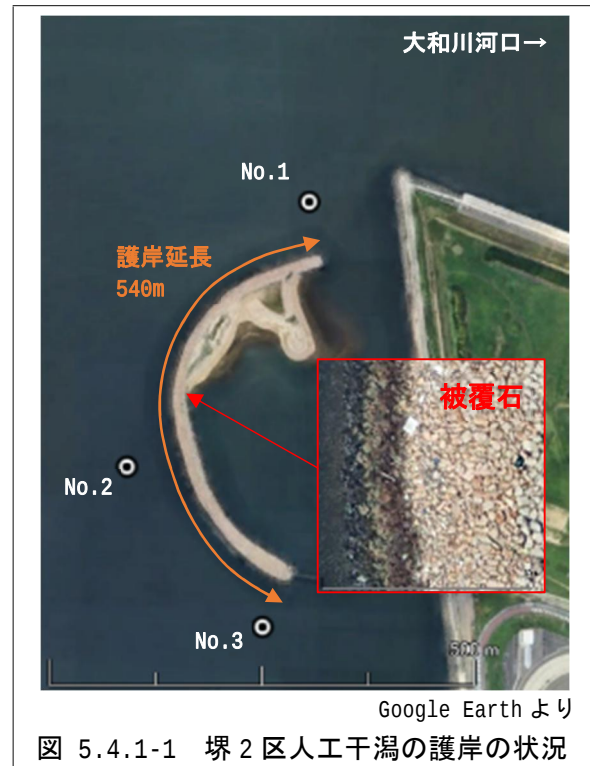


図 5.4.1-1 堺 2 区人工干潟の護岸の状況

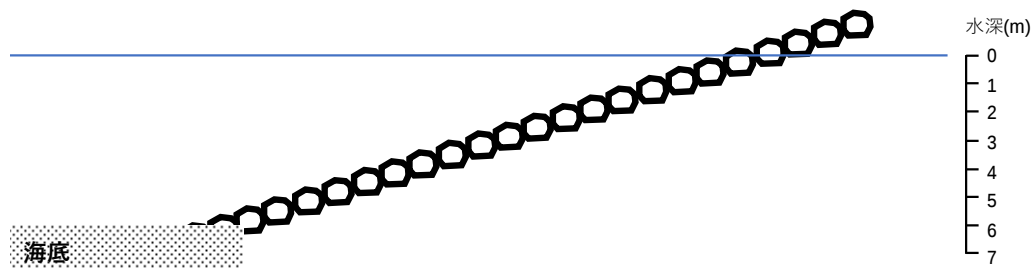


図 5.4.1-2 堺 2 区人工干潟(護岸)の護岸断面模式図

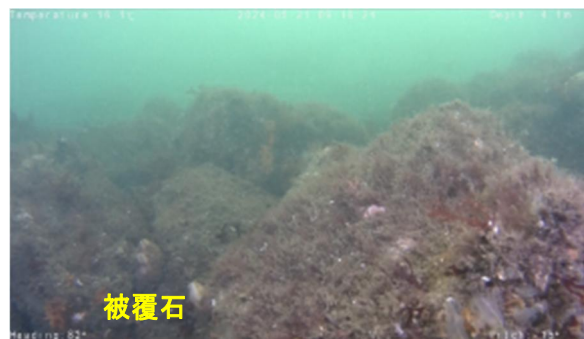


図 5.4.1-3 堺 2 区人工干潟(護岸)の海中の状況

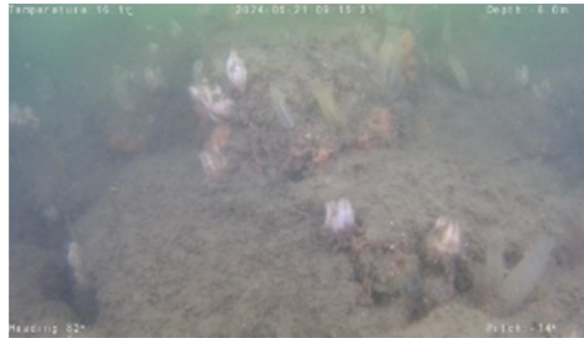


図 5.4.1-4 被覆石上への浮泥の堆積

(2) 堺 2 区人工干潟(護岸)の出現海藻種

堺 2 区人工干潟(護岸)では、護岸部に岩礁性の海藻が繁茂したが、大型海藻はワカメのみが出現し(図 5.4.1-5(1))、小型海藻では紅藻類のカバノリ、タオヤギソウ、ムカデノリが出現した(図 5.4.1-5(2))。

ワカメの各地点での出現水深と被度を図 5.4.1-6 に示す。

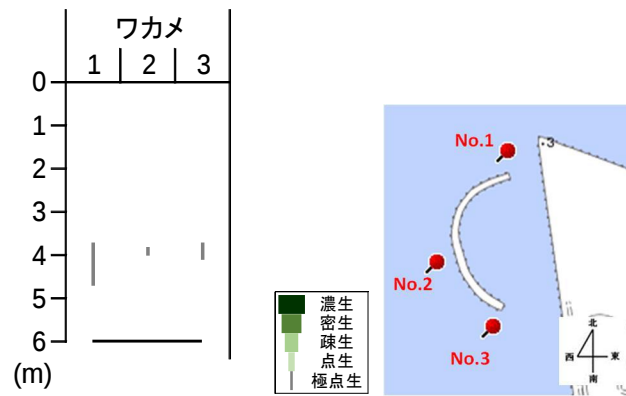
ワカメは、上限が水深 3.7～3.8m、下限が水深 4.0～4.7m の範囲で確認され、いずれの地点も極点生と被度が低かった(図 5.4.1-6)。



図 5.4.1-5(1) 堺 2 区人工干潟(護岸)でみられた大型海藻



図 5.4.1-5(2) 堺 2 区人工干潟(護岸)でみられた主な小型海藻



黒折れ線：概ねの法尻水深

図 5.4.1-6 堺 2 区人工干潟(護岸)でみられた大型海藻の出現水深

(3)堺 2 区人工干潟(護岸)の水環境

(3)-1 現地調査結果及び公共用水域水質調査結果(大阪府)

本調査結果(2024年5月21日)及び堺2区人工干潟近傍の大阪府の公共用水域水質調査の0-2とS-1(図5.4.1-7)の調査結果(2013年4月～2023年3月)を用いて、各海藻類の生存・生育条件の範囲と比較した。

ワカメ、シダモク、タマハハキモク、アカモク、カジメの生存・生育条件範囲と公共用水域水質調査及び本調査の結果を表5.4.1-1(1)～(4)に示す。また、図5.4.1-8～図5.4.1-14に公共用水域水質調査及び本調査での測定・分析結果を示す。

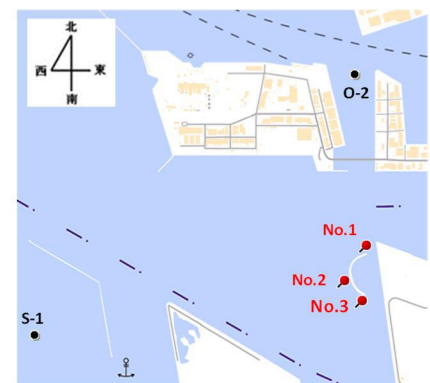


図 5.4.1-7 本調査の調査地点(N 0.1～3)と公共用水域水質調査の調査地点(0-2, S-1)

①ワカメ

ワカメの生存・生育条件範囲と公共用水域水質調査及び本調査の結果を表5.4.1-1(1)に示す。

水温は、春から秋にかけて、公共用水域水質調査結果において表層では30℃を超えることはなかったが、ワカメの配偶体期にあたる7～9月の夏季に26℃以上となることがあったが、配偶体期の生育の上限水温となる31℃未満には収まっていた(図5.4.1-8)。また、秋から春にかけては、公共用水域水質調査、本調査ともに葉体(胞子体)期の生存水温の基準(2～26℃)の範囲内にあった。

塩分は、公共用水域水質調査の0-2では測定しておらず、公共用水域水質調査のS-1及び本調査ともに生存・生育条件の下限(9もしくは15)を下回ることがなかった。

光条件に関しては、水面に対する水中光度がワカメの生育の基準値(20%以上)となる水深は、本調査では水深1～2mであったが、公共用水域水質調査では、水深1.6～13.8m(深い側の75%値を取ると水深4.9～8.7m)の範囲にあり、堺2区人工干潟の北側に位置する0-2では水深4.9mとなった。なお、堺2区人工干潟(護岸)のワカメの出現水深の下限は水深3.7～4.7であるため、概ね公共用水域水質調査の0-2の値と合致している。

CODは、表層は公共用水域水質調査、本調査ともに養殖漁場・天然漁場となる環境の基準値(2mg/L以下)より概ね高く、底層は公共用水域水質調査のS-1で概ね基準値前後となった。

栄養塩類のうち、亜硝酸性窒素+硝酸性窒素は公共用水域水質調査のS-1及び本調査で養殖可能となる基準値(0.28mg/L以上)より低いとなったが、公共用水域水質調査0-2では0.28mg/L以上となる値がみられ、概ね基準値(0.28mg/L以上)より高い値で推移した(図5.4.1-13)。無機性窒素は公共用

水域水質調査ではワカメの色落ちの基準値(0.028mg/L 以上)より概ね高い値で推移したが(図 5.4.1-13)、本調査では基準値より低くなった。りん酸性りんは公共用水域水質調査の 0-2 と S-1 の表層でワカメの色落ちの基準値(0.0031mg/L 以上)程度もしくはそれ以上で推移したものの、0-2 では近年低下傾向にある(図 5.4.1-13)。

以上より、当海域はワカメの養殖水準(COD・栄養塩類)を満たさないものの、生存・生育は可能な水質環境であると考えられる。

表 5.4.1-1(1) ワカメの生存・生育条件範囲と公共用水域水質調査及び本調査の結果

項目	ワカメの 生存・生育条件※1	公共用水域水質調査			本調査	
		測定層	0-2	S-1	測定層	No.1～No.3
集計期間	—		2013年4月～2023年3月	2013年4月～2023年3月		2024年5月21日
水温※2	26℃未満(胞子体幼体期) 2℃以上(胞子体幼体期) 30℃未満(胞子体成熟期) 30℃未満(遊走子期) 31℃未満(配偶体期)	表層	春～秋:15.7～28.9℃	春～秋:18.1～29.6℃	全層	16.2～19.1℃
			秋～春: 5.5～20.3℃	秋～春: 7.2～19.7℃		
		底層	—	春～秋:19.2～25.6℃		
			—	秋～春: 7.4～16.9℃		
塩分	15 以上(胞子体期、配偶体期) 9 以上(遊走子着生期)	表層	—	23～33	全層	17.2～31.5
		底層	—	29～33		
相対光量	20%以上 (該当水深(m))※3	—	1.6～8.2m (深い側 75%値:4.9m)	2.9～13.8m (深い側 75%値:8.7m)	—	1～2m
COD	2mg/L 以下 (養殖・天然漁場)	表層	1.8～8.6mg/L	1.5～6.1mg/L	1/2m層	2.6mg/L
		底層	—	—		
栄養 塩類	亜硝酸性窒素	表層	0.19～1.74mg/L	<0.04～0.22 mg/L	1/2m層	0.03mg/L
	+硝酸性窒素	底層	—	—		
	無機性窒素	表層	0.23～1.88mg/L	<0.04～0.31 mg/L	1/2m層	0.10mg/L
		底層	—	—		
りん酸性りん	0.0031mg/L 以上 (色落ちの下限)	表層	<0.003～0.1mg/L	<0.003～0.015mg/L	1/2m層	0.016mg/L
		底層	—	—		

※1: 既往知見による 水温・塩分・光量は生存条件を、COD・栄養塩類は生育条件を示す。

※2: 水温は、公共用水域水質調査については、時期を春～秋: 6月～11月、秋～春: 12月～5月の期間で集計した。

※3: 相対光量(水面光量に対する水中光量の比率)は、20%以上となる水深を示す。公共用水域水質調査については透明度からの推定値を、本調査は測定値を示す。

②シダモク、タマハハキモク、アカモク

シダモク、タマハハキモク、アカモクの生存・生育条件範囲と公共用水域水質調査及び本調査の結果を表 5.4.1-1(2)～(4)に示す。

水温は、表層では公共用水域水質調査で 3 種の分布域の水温の基準値(30℃)以下であり、底層及び本調査においてもこの範囲に収まっているものの、最高水温が 30℃近くに達していることから、今後の水温変化には注意が必要である。

塩分は、公共用水域水質調査及び本調査で、3 種の基準値(16)以上となった。

光量は、本調査ではシダモクの幼体期の基準値(25 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$)より低い値が水深 6～7m で、タマハハキモクの幼体期の基準値(50 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$)より低い値が 5～6m 以深で、アカモクの幼体期の基準値 10 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ となる値が水深 7m で、幼体期 25 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$)より低い値が水深 6～7m でみられた。

アカモクについて、COD と栄養塩類等の基準値とみると、COD は表層では養殖水準の概ね 2.2mg/L 以上、底層では 2.2mg/L 前後となり、硝酸性窒素やりん酸性りんは概ね適条件に該当し、アンモニア性窒素は発芽に影響のない 10mg/L 以下となった。

以上より、当海域は表層ではアカモクの養殖水準(COD)を満たさず、また、シダモク、タマハハキモク、アカモクが高水温の影響を受ける可能性のある水質環境であると考えられる。

表 5.4.1-1(2) シダモクの生存・生育条件範囲と公共用水域水質調査及び本調査の結果

項目	シダモクの 生存・生育条件※1	公共用水域水質調査			本調査	
		測定層	0-2	S-1	測定層	No.1～No.3
集計期間	—	層	2013年4月～2023年3月	2013年4月～2023年3月	層	2024年5月21日
水温	30℃以下(生活史全体)	表層	5.5～28.9℃	7.2～29.6℃	全層	16.2～19.1℃
		底層	—	7.4～25.6℃		
塩分	16以上(生活史全体)	表層	—	23～33	全層	17.2～31.5
		底層	—	29～33		
光量	25 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 以上 (幼体期)	—	—	—	—	7.2～2137.1 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$

※1：既往知見による

表 5.4.1-1(3) タマハハキモクの生存・生育条件範囲と公共用水域水質調査及び本調査の結果

項目	タマハハキモクの 生存・生育条件※1	公共用水域水質調査			本調査	
		測定層	0-2	S-1	測定層	No.1～No.3
集計期間	—	層	2013年4月～2023年3月	2013年4月～2023年3月	層	2024年5月21日
水温	30℃以下(発芽期)	表層	5.5～28.9℃	7.2～29.6℃	全層	16.2～19.1℃
		底層	—	7.4～25.6℃		
塩分	16以上(発芽期)	表層	—	23～33	全層	17.2～31.5
		底層	—	29～33		
光量	50 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 以上 (幼体期)	—	—	—	—	7.2～2137.1 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$

※1：既往知見による

表 5.4.1-1 エラー！ 参照元が見つかりません。(4) アカモクの生存・生育条件範囲と公共用水域水質調査及び本調査の結果

項目	アカモクの生存・生育 条件※1	公共用水域水質調査			本調査	
		測定層	0-2	S-1	測定層	No.1～No.3
集計期間	—	層	2013年4月～2023年3月	2013年4月～2023年3月	層	2024年5月21日
水温	30℃以下(生活史全体)	表層	5.5～28.9℃	7.2～29.6℃	全層	16.2～19.1℃
		底層	—	7.4～25.6℃		
塩分	16以上(生活史全体)	表層	—	23～33	全層	17.2～31.5
		底層	—	29～33		
光量	10 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 以上 (発芽期)	—	—	—	全層	1.5～3008 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$
	25 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 以上 (幼体期)	—	—	—		
COD	2.2mg/L以下 (養殖・天然漁場)	表層	1.8～8.6mg/L	1.5～6.1mg/L	1/2m層	2.6mg/L
		底層	—	—		
栄養塩類	硝酸性窒素 0.001～0.064mg/L (適条件)	表層	0.15～1.7mg/L	<0.04～0.22mg/L	1/2m層	0.02mg/L
	アンモニウム性窒素 10mg/L以下 (発芽影響)	底層	—	—		
		表層	0.04～0.32mg/L	<0.04～0.15mg/L	1/2m層	0.08mg/L
		底層	—	—		
りん酸性りん	0.003～0.040mg/L (適条件)	表層	<0.003～0.10mg/L	<0.003～0.015mg/L	1/2m層	0.016mg/L
		底層	—	—		

※1：既往知見による

③カジメ

カジメの生存・生育条件の範囲と公共用水域水質調査及び本調査の結果をエラー！ 参照元が見つかりません。(5)に示す。

水温は、表層では公共用水域水質調査で生存条件の水温の基準値(28℃)より高い値が夏季にみられた(図 5.4.1-8)。底層は基準値(28℃)以下の値となった。表層水温は夏季に 28℃を超えていることから、気候変動等による今後の水温変化には注意が必要である。

塩分は、公共用水域水質調査の表層及び本調査とも塩分の基準値(25)より低い値がみられた。

透明度より求めた分布下限水深は、0-2 では 3.1～3.9m、C-4 では 1.5～6.1m となっており、堺 2 区人工干潟(護岸)の北側に位置する 0-2 では 3m 台となった。

COD は、養殖水準の 1.3mg/L 以上となった。

以上より、当海域は COD が高く、表層では高水温や低塩分の影響を、底層では低光量の影響を受け、カジメの生存・生育に厳しい水質環境であると考えられる。

表 5.4.1-1(5) カジメの生存・生育条件範囲と公共用水域水質調査及び本調査の結果

項目	カジメの生存・生育条件 ※1	測定層	公共用水域水質調査		本調査	
			0-2	S-1	No.1~No.3	
集計期間	—	層	2013年4月~2023年3月	2013年4月~2023年3月	測定層	2024年5月21日
水温	28℃以下(孢子体期)	表層	5.5~28.9℃	7.2~29.6℃	全層	16.2~19.1℃
		底層	—	7.4~25.6℃		
塩分	25以上(孢子体期)	表層	—	23~33	全層	17.2~31.5
		底層	—	29~33		
透明度 (分布下限水深)	分布下限水深=年間平均 透明度÷定数※2 (孢子体期)	—	3.1~3.9m (四季調査)	1.5~6.1m (月調査)	—	—
COD	1.3mg/L 以下 (養殖・天然漁場)	表層	1.8~8.6mg/L	1.5~6.1mg/L	1/2m層	2.6mg/L
		底層	—	—		

※1：既往知見による

※2：定数=0.66:気象庁大阪の日射量平年値と菱田ほか(1978)の大阪湾の減衰係数に関する知見から算出

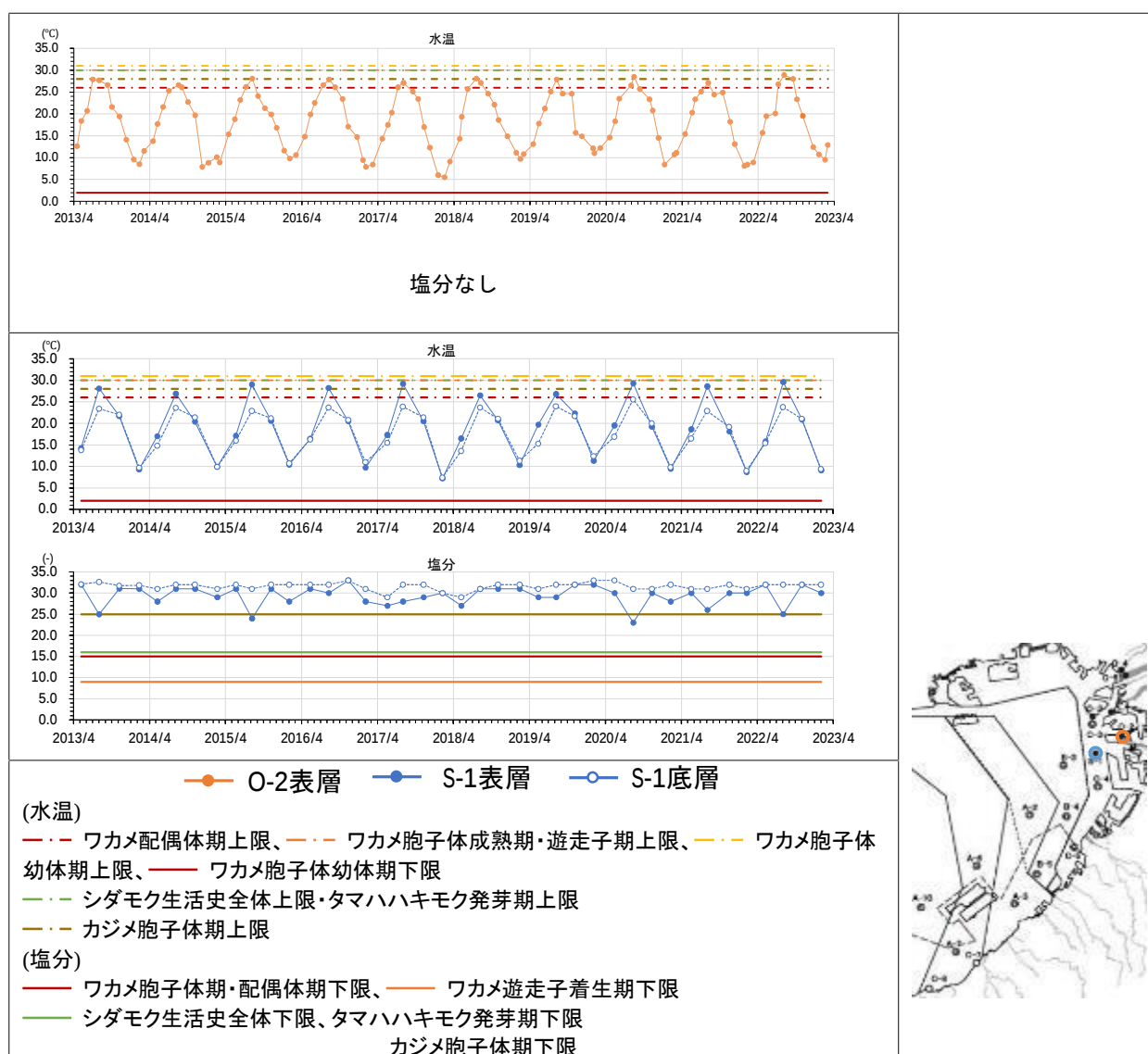


図 5.4.1-8 堺 2 区人工干潟(護岸)近傍の大阪府公共用水域水質調査の 0-2・S-1 における水温・塩分の推移とワカメ、シダモク(アカモク)、タマハハキモク、カジメの生存・生育条件

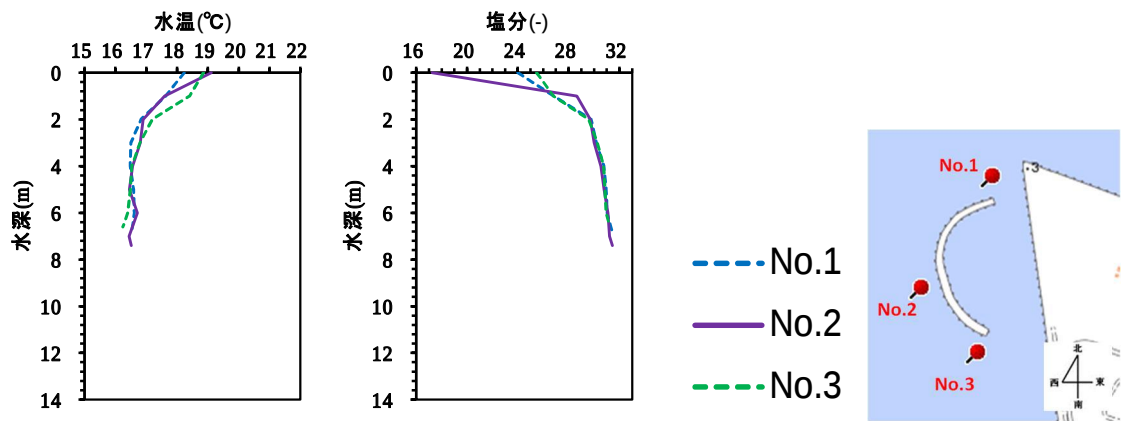
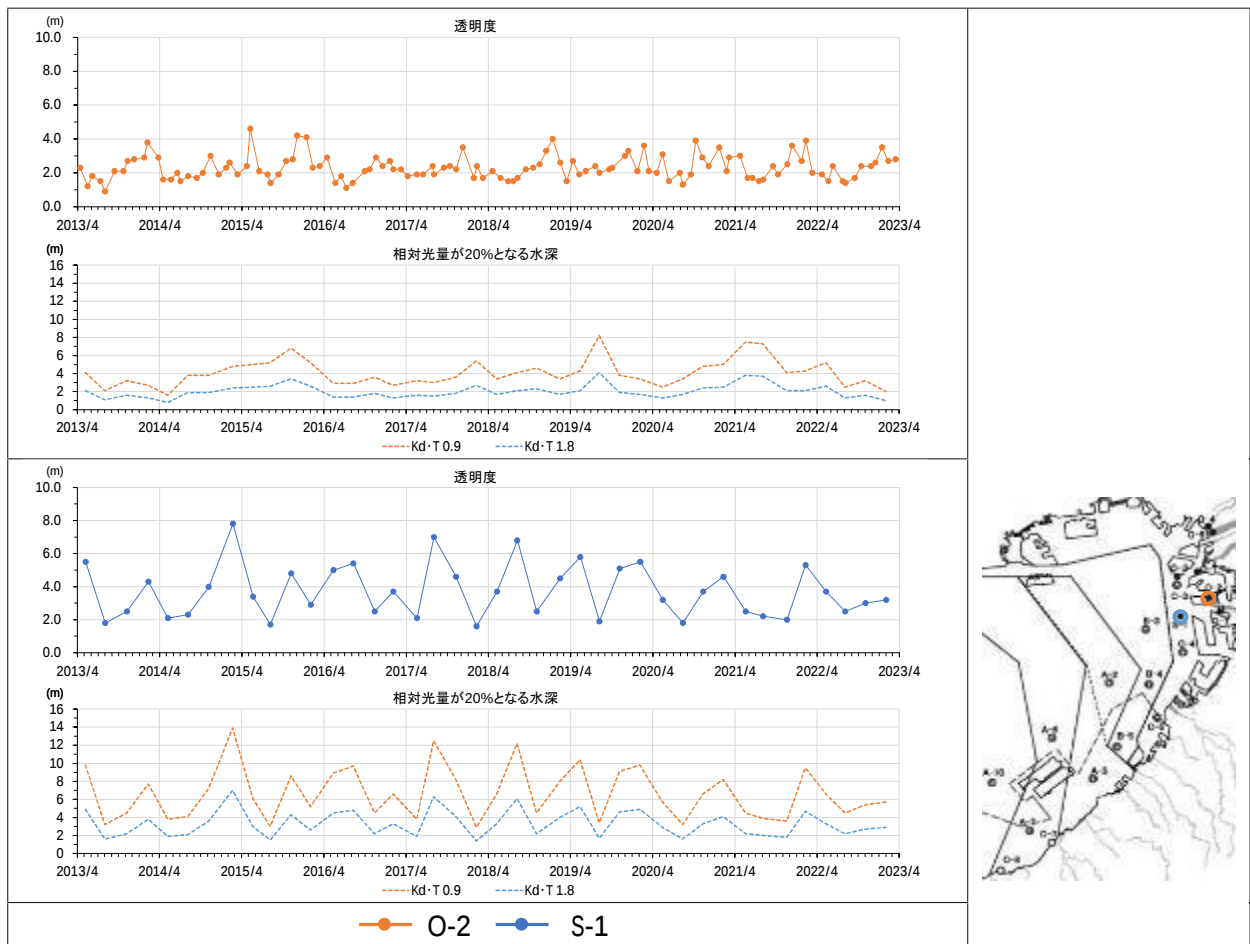
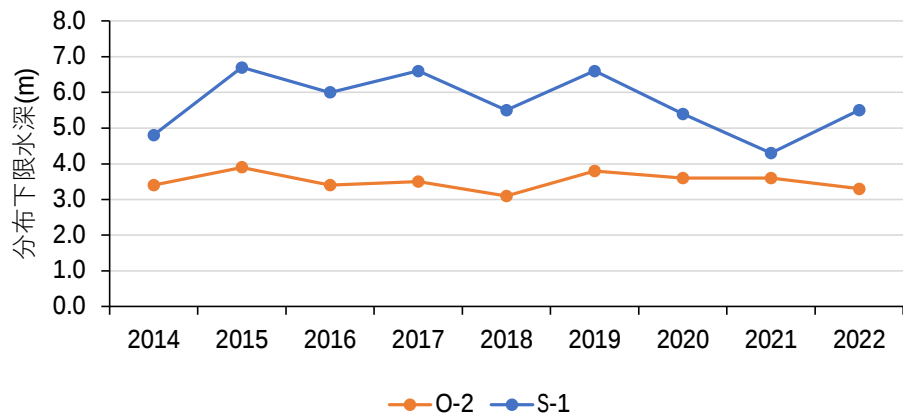


図 5.4.1-9 堺 2 区人工干潟(護岸)における本調査の水温・塩分測定結果



相対光量 20%の水深の推定は Holmes(1970) 菱田ら(1978)による

図 5.4.1-10 堺 2 区人工干潟(護岸)近傍の大阪府公共用水域水質調査の O-2・S-1 における透明度と透明度から推定した相対光量 20%の水深



※環境省(2010)に示された方法により推定

図 5.4.1-11 堺 2 区人工干潟(護岸)近傍の大阪府公共用水域水質調査の O-2・S-1 における透明度の年平均値から推定したカジメ孢子体期の分布下限水深(m)

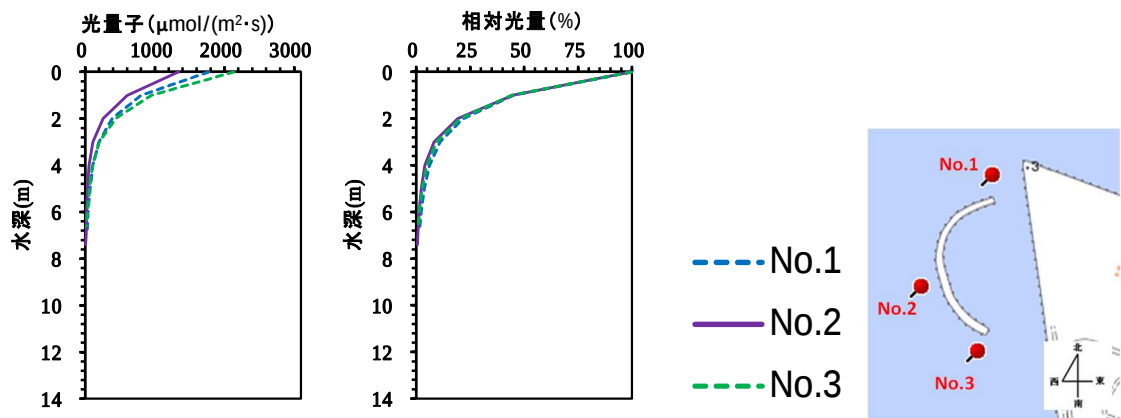


図 5.4.1-12 堺 2 区人工干潟(護岸)における本調査の光量子束密度・相対光量測定結果

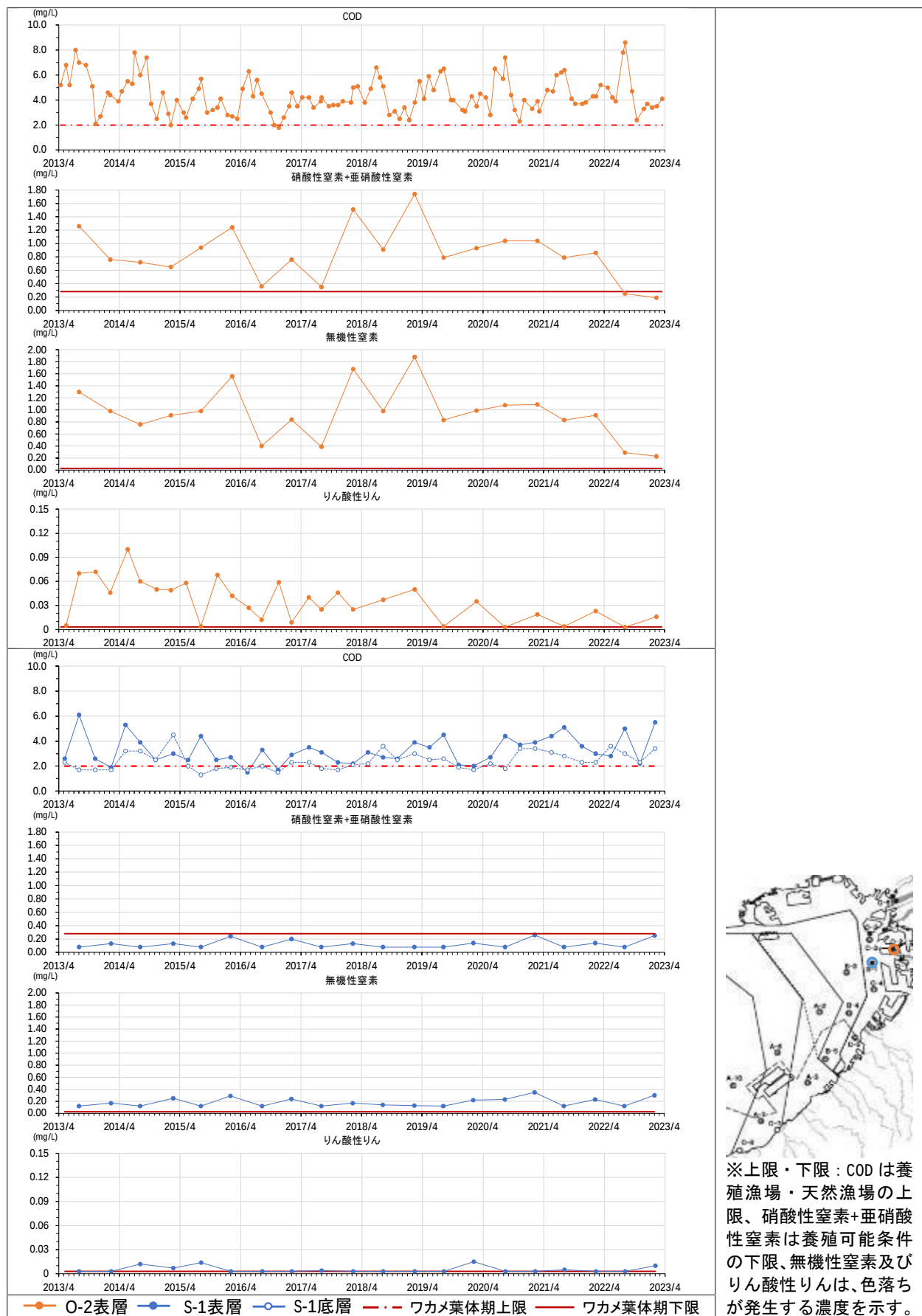
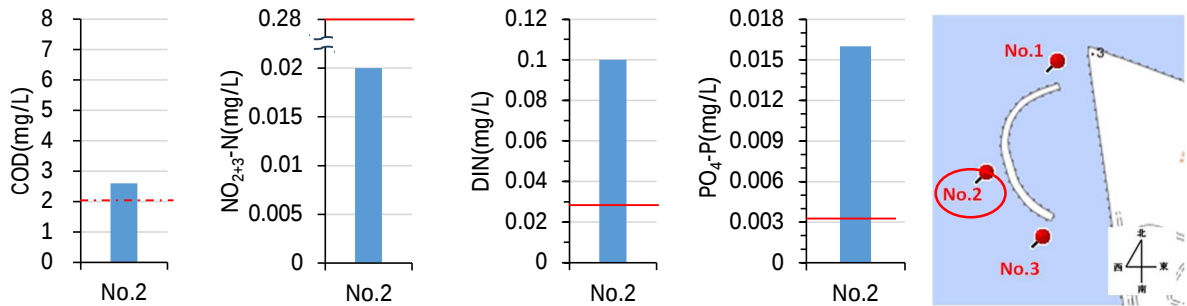


図 5.4.1-13 堺 2 区人工干潟(護岸)近傍の大阪府公共用水域水質調査の O-2・S-1 における COD・栄養塩類の推移とワカメの生存・生育条件



※赤色線：CODは養殖漁場・天然漁場の上限、硝酸性窒素+亜硝酸性窒素は養殖可能条件の下限、無機性窒素及びりん酸性りんは、色落ちが発生する濃度を示す。

図 5.4.1-14 堺 2 区人工干潟(護岸)における本調査の採水・分析結果
(左から COD, 硝酸性窒素+亜硝酸性窒素, 無機性窒素, りん酸性りん)

(3)-2 大阪湾水質定点自動観測データ配信システム（近畿地方整備局）のデータ

堺 2 区人工干潟の近傍に位置する大阪湾水質定点自動観測データ配信システムの堺浜の観測点(図 5.4.1-15)における水温・塩分等の連続観測結果を収集・整理し、ワカメ等の生存条件との比較を行った。

データ取得期間は 2010 年 1 月～2024 年 5 月とし、取得したデータより 1 日の平均値を算出し、下茂ら(2000)及び藤田ほか(2006)等に表示されているワカメの生活史段階別の生存条件範囲外となる季節毎の月平均日数を集計した。

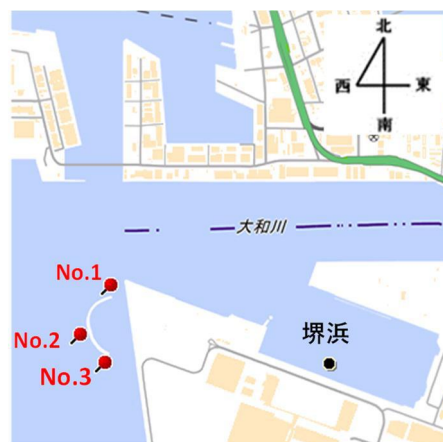


図 5.4.1-15 本調査の調査地点(No.1～3)と大阪湾水質定点自動観測データ配信システムの観測点(堺浜)

①ワカメ

ワカメの生活史段階別の生存上限・下限を表 5.4.1-2 に示す。これらの値と大阪湾水質定点自動観測データの水深 0.5m、水深 1m、水深 2m、水深 3m、水深 5m とを比較した。その結果をエラー! 参照元が見つかりません。表 5.4.1-3(1)～(2)に示す。また、参考として水深 0.5m と水深 5m の水温・塩分の推移を図 5.4.1-16 に示す。

表 5.4.1-2 ワカメの水温・塩分の基準

項目	生活段階	時期	生存下限値	生存上限値
水温	胞子体成熟期	春季頃	—	30℃
	遊走子期	春～夏季頃	—	30℃
	配偶体期	夏季頃	—	31℃
	芽胞体期	秋季頃	—	—
	胞子体幼体期	秋～春季頃	2℃	26℃
塩分	胞子体期	秋～春季頃	15	—
	遊走子着生期	春季頃	9	—
	配偶体期	夏季頃	15	—

馬場(2021)、藤田ら(2006)による。

※ワカメについては、光量の生存下限値に関する情報なし。

水温は、ワカメの胞子体幼体期・成熟期、遊走子期、配偶体期の生存条件と比較した結果、いずれの生活史の時期も不適となる日数はほとんどなく、不適日数は、配偶体期の該当する夏季に水深 0.5 m で約 3 日、水深 1m で 1 日であった(表 5.4.1-3(1))。

表 5.4.1-3(1) 堺浜における測定記録に対するワカメの生存条件に対する季節毎の月平均不適日数(水温)

		胞子体 幼体期		胞子体 成熟期	遊走子期	配偶体期
		秋～冬季頃		春季頃	春～夏季頃	夏季頃
期間	水深	2℃未満	26℃以上	30℃以上	30℃以上	31℃以上
春季 (4～6月)	0.5m	0	1.0	0	0	0
	1m	0	0.7	0	0	0
	2m	0	0.3	0	0	0
	3m	0	0	0	0	0
	5m	0	0	0	0	0
夏季 (7～9月)	0.5m	0	23.7	7.0	7.0	2.7
	1m	0	23.0	3.7	3.7	1.0
	2m	0	19.7	0.7	0.7	0
	3m	0	13.7	0	0	0
	5m	0	7.7	0	0	0
秋季 (10～12月)	0.5m	0	0.3	0	0	0
	1m	0	0.7	0	0	0
	2m	0	0.7	0	0	0
	3m	0	0.7	0	0	0
	5m	0	0.3	0	0	0
冬季 (1～3月)	0.5m	0	0	0	0	0
	1m	0	0	0	0	0
	2m	0	0	0	0	0
	3m	0	0	0	0	0
	5m	0	0	0	0	0

※色付きの範囲が、各生活史の段階の該当する季節を示す。

塩分は、ワカメの孢子体期、遊走子着生期、配偶体期の生存条件と比較した結果、不適となる日数は、孢子体期に該当する秋季から春季では水深 0.5m で約 9～13 日、水深 1m でも約 2～6 日となり、遊走子着生期に該当する春季では水深 0.5m で約 4 日、配偶体期が該当する夏季では水深 0.5m で約 14 日、水深 1m で約 5 日となった(表 5.4.1-3(2))。

このようにワカメの生活史の段階に応じた基準から整理した結果、水温では概ね問題なかったが、塩分では水深 0.5m で不適となる日数が多くみられ、水深 1m でも 1～5 日程度みられており、ワカメにとって海面付近は一時的に生息に不適な環境になることが想定されることから、表層付近を除いて藻場創出は可能であると考えられる。

表 5.4.1-3(2) 堺浜における測定記録に対するワカメの生存条件に対する季節毎の月平均不適日数(塩分)

期間	水深	孢子体期	遊走子着生期	配偶体期
		秋～春季頃	春季頃	夏季頃
15 未満	9 未満	15 未満		
春季 (4～6 月)	0.5m	8.7	3.7	8.7
	1m	2.3	1.0	2.3
	2m	1.0	0	1.0
	3m	0	0	0
	5m	0	0	0
夏季 (7～9 月)	0.5m	14.3	7.3	14.3
	1m	5.3	1.7	5.3
	2m	1.3	0.7	1.3
	3m	0	0	0
	5m	0	0	0
秋季 (10～12 月)	0.5m	10.3	4.3	10.3
	1m	5.0	2.3	5.0
	2m	1.3	0.3	1.3
	3m	0	0	0
	5m	0	0	0
冬季 (1～3 月)	0.5m	13.3	6.7	13.3
	1m	5.7	2.7	5.7
	2m	1.0	0.7	1.0
	3m	0	0	0
	5m	0	0	0

※色付きの範囲が、各生活史の段階の該当する季節を示す。

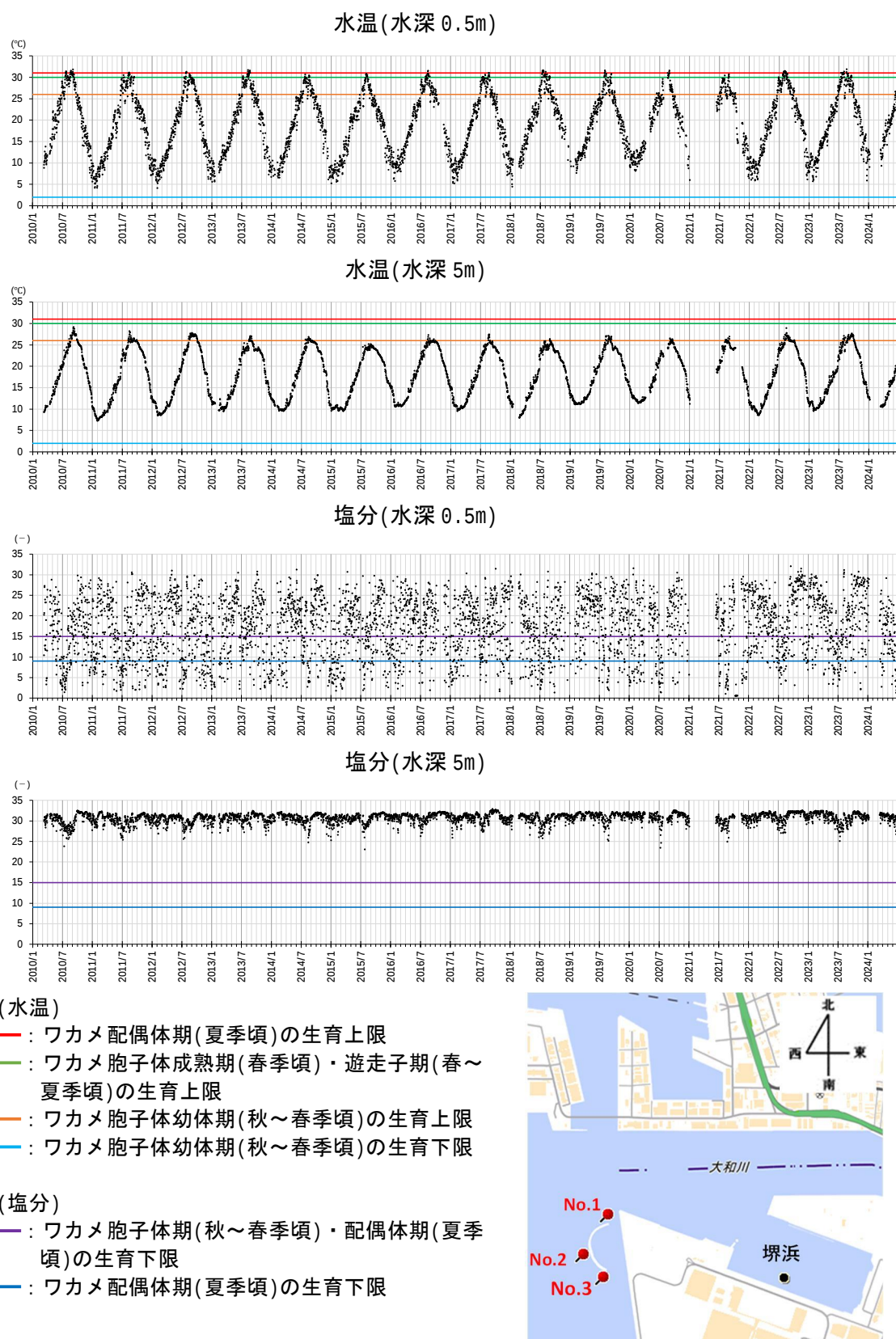


図 5.4.1-16 堺浜における水温・塩分の連続観測結果(水深 0.5m・水深 5m)とワカメの生存条件

②シダモク、タマハハキモク、アカモク

シダモク、タマハハキモク及びアカモクの生活史段階別の生存上限・下限を表 5.4.1-4 に示す。これらの値と大阪湾水質定点自動観測データの水深 0.5m、水深 1m～水深 5m とを比較した。その結果を表 5.4.1-5(1)～(3)に示す。また、参考として 図 5.4.1-17(1)～(2)に水深 0.5m と水深 5m の水温、塩分の推移を示す。

表 5.4.1-4 シダモク、タマハハキモク、アカモクの水温・塩分・光量の基準

項目	種	生活史段階	時期	生存下限値	生存上限値
水温	シダモク	生活史全体	通年	—	30℃
	タマハハキモク	発芽期	春～夏季頃	—	30℃
	アカモク	生活史全体	通年	—	30℃
		発芽期	春～夏季頃	—	30℃
塩分	シダモク	幼胚期	春～夏季頃	16	—
	タマハハキモク	発芽期	春～夏季頃	16	—
	アカモク	幼胚期	春～夏季頃	16	—
光量	シダモク	幼体期	春～夏季頃	25 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$	—
	タマハハキモク	幼体期	春～夏季頃	50 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$	—
	アカモク	幼体期	春～夏季頃	10 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$	—
		発芽期	春～夏季頃	25 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$	—

吉田(2005)、馬場(2007)による。
※光量は 6 時～18 時の間のデータを用いた。

水温は、3 種とも夏季に不適日数がみられ、不適日数が水深 0.5m で 7 日、水深 1m で約 4 日となった。

塩分は、シダモク、アカモクの幼胚期、タマハハキモクの発芽期に該当する春季から夏季に水深 0.5m で約 10～16 日、水深 1m で約 3～6 日の不適日数となったが、水深 2m 以深で約 1 日以下となった。

光量は、深い水深程、不適日数が多くなり、タマハハキモク、シダモク、アカモクの幼体期、アカモクの発芽期ともに水深 5m では月の半分以上が不適となっていた。

以上より本海域においては、夏季に海面に近い程、3 種にとって必要な塩分を確保できず、生育に厳しい条件になる。一方、海面付近を除き光量不足になる可能性があり、3 種の藻場創出は厳しいことが想定される。

表 5.4.1-5(1) 堺浜における測定記録に対するシダモク、アカモク、タマハハキモクの生存条件に対する季節毎の月平均不適日数（水温）

海藻種 生活段階 時期		シダモク、アカモク	タマハハキモク、アカモク
		生活史全体	発芽期
		通年	春～夏季頃
期間	水深	30℃以上	30℃以上
春季 (4～6月)	0.5m	0	0
	1m	0	0
	2m	0	0
	3m	0	0
	4m	0	0
	5m	0	0
夏季 (7～9月)	0.5m	7.0	7.0
	1m	3.7	3.7
	2m	0.7	0.7
	3m	0	0
	4m	0	0
	5m	0	0
秋季 (10～12月)	0.5m	0	0
	1m	0	0
	2m	0	0
	3m	0	0
	4m	0	0
	5m	0	0
冬季 (1～3月)	0.5m	0	0
	1m	0	0
	2m	0	0
	3m	0	0
	4m	0	0
	5m	0	0

※色付きの範囲が、各生活史の段階の該当する季節を示す。

表 5.4.1-5(2) 堺浜における測定記録に対するシダモク、アカモク、タマハハキモクの生存条件に対する季節毎の月平均不適日数（塩分）

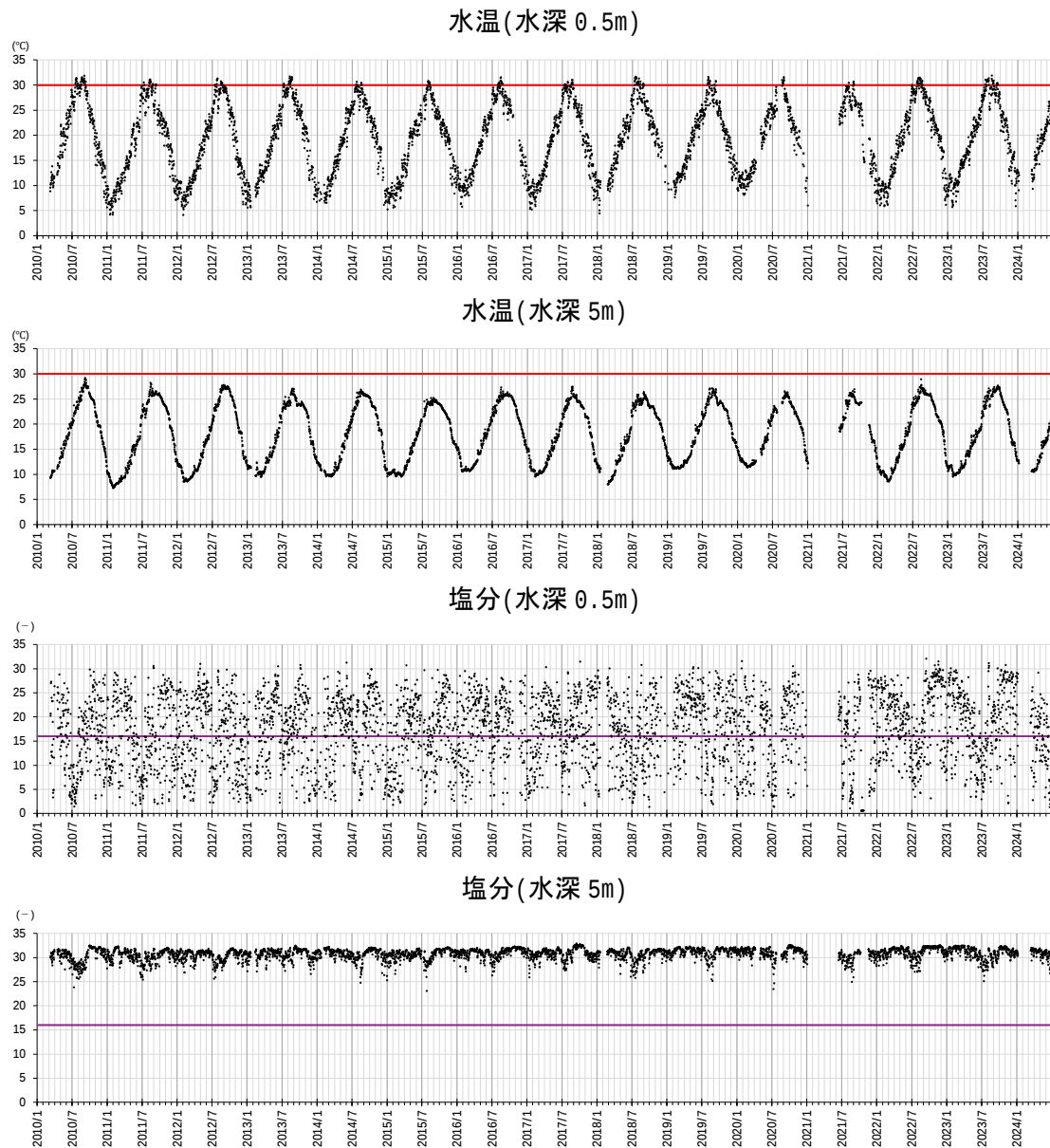
		シダモク、アカモク	タマハハキモク
		幼胚期	発芽期
		春～夏季頃	春～夏季頃
期間	水深	16未満	16未満
春季 (4～6月)	0.5m	9.7	9.7
	1m	2.7	2.7
	2m	1.0	1.0
	3m	0	0
	4m	0	0
	5m	0	0
夏季 (7～9月)	0.5m	16.3	16.3
	1m	6.3	6.3
	2m	1.3	1.3
	3m	0	0
	4m	0	0
	5m	0	0
秋季 (10～12月)	0.5m	11.0	11.0
	1m	5.3	5.3
	2m	1.3	1.3
	3m	0.3	0.3
	4m	0	0
	5m	0	0
冬季 (1～3月)	0.5m	14.3	14.3
	1m	6.3	6.3
	2m	1.0	1.0
	3m	0.3	0.3
	4m	0	0
	5m	0	0

※色付きの範囲が、各生活史の段階の該当する季節を示す。

表 5.4.1-5(3) 堺浜における測定記録に対するシダモク、アカモク、タマハハキモクの生存条件に対する季節毎の月平均不適日数（光量）

		シダモク、アカモク	アカモク	タマハハキモク
		幼体期	発芽期	幼体期
		春～夏季頃	春～夏季頃	春～夏季頃
期間	水深	25 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ 未満	10 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ 未満	50 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ 未満
春季 (4～6 月)	0.5m	0.7	0	1.0
	1m	1.3	1.0	4.0
	2m	7.3	2.3	14.0
	3m	14.7	6.7	21.7
	4m	20.7	11.7	26.7
	5m	24.7	16.0	28.3
夏季 (7～9 月)	0.5m	0.3	0	1.0
	1m	1.3	0.7	5.7
	2m	15.3	4.0	23.7
	3m	24.0	14.7	28.3
	4m	27.7	21.0	29.3
	5m	29.0	25.3	29.3
秋季 (10～12 月)	0.5m	0	0	1.0
	1m	1.0	0.7	3.3
	2m	5.7	2.3	13.0
	3m	13.0	4.7	22.3
	4m	20.0	9.0	27.3
	5m	25.7	16.3	29.3
冬季 (1～3 月)	0.5m	0.7	0	1.0
	1m	0.7	0.7	2.7
	2m	4.7	1.7	9.7
	3m	9.7	3.7	18.3
	4m	16.3	7.0	24.3
	5m	22.0	12.0	27.3

※色付きの範囲が、各生活史の段階の該当する季節を示す。
光量は 6～18 時の時間のデータを用いて日平均とした。



(水温)
 —：シダモク、アカモクの生活史全体、タマハ
 ハキモクの発芽期の生存上限

(塩分)
 —：シダモク、アカモクの幼胚期、タマハハキ
 モクの発芽期の生存下限

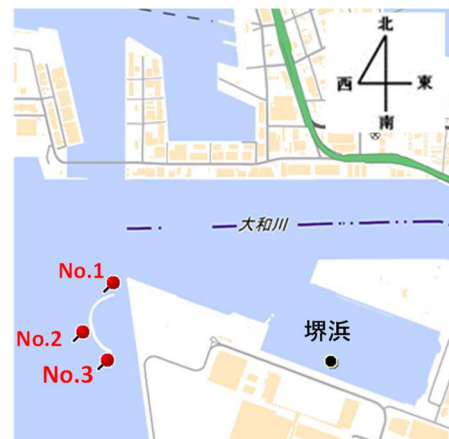
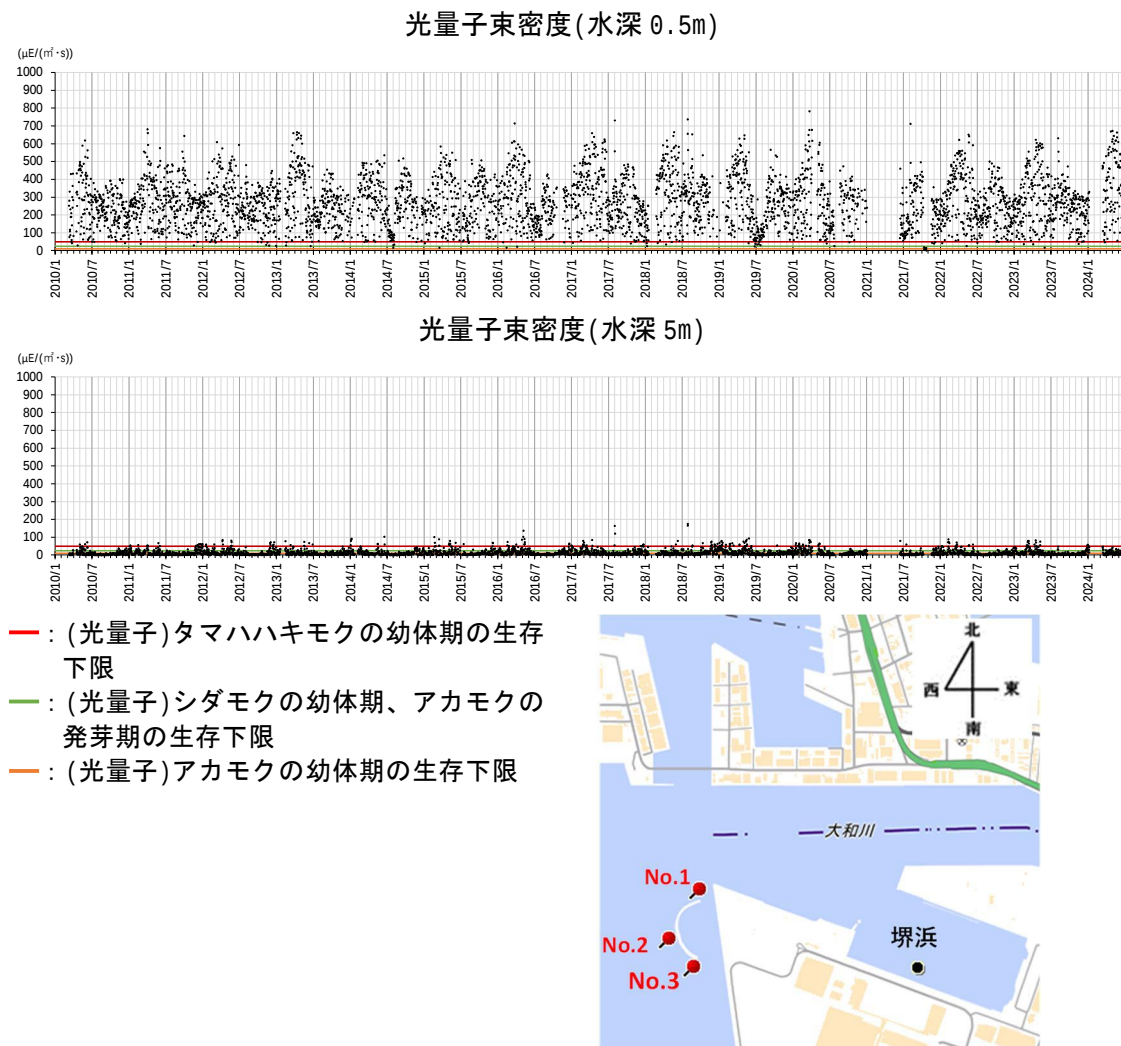


図 5.4.1-17(1) 堺浜における水温・塩分の日平均の推移とシダモク、アカモク、タマハハキモクの生存条件



光量は 6～18 時の時間のデータを用いて日平均とした。

図 5.4.1-17(2) 堺浜における光量子束密度の推移とシダモク、アカモク、タマハキモクの生存条件

②カジメ

カジメの生活史段階別の生存上限・下限を表 5.4.1-6 に示す。これらの値と大阪湾水質定点自動観測データの水深 0.5m、水深 1m～水深 5m とを比較した。その結果を表 5.4.1-7 に示す。また、参考として水深 0.5m と水深 5m の水温、塩分の推移を図 5.4.1-18 示す。

水温は、夏季に不適となる日数がみられ、水深が浅いほど日数が多く、水深 1m 以浅で不適日数が 10 日以上となった。

塩分は、四季を通して水深が浅いほど不適日数が多く、特に夏季では水深 1m 以浅で 20 日以上となり、その他の季節も水深 0.5m では不適日数が 20 日以上となった。また、夏季は水深 2m においても不適日数が 11 日と低塩分の影響が他の季節に比べて深い水深までみられている。

このようにカジメの生活史の段階に応じた基準から整理した結果、カジメにとって海面付近から水深 2m 程度までは一時的に生息に不適な環境になることが想定される。また、透明度より求めた分布下限水深は、堺 2 区人工干潟(護岸)の北側に位置する 0-2 の地点では 3m 台となったことから、カジメの藻場創出は厳しいことが想定される。

表 5.4.1-6 カジメの水温・塩分の基準

項目	種	生活史段階	時期	生存下限値	生存上限値
水温	カジメ	孢子体期	通年	—	28℃
塩分	カジメ	孢子体期	通年	25	—

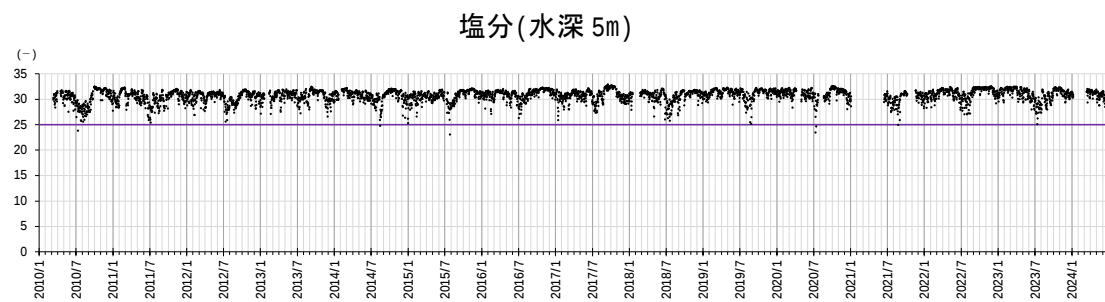
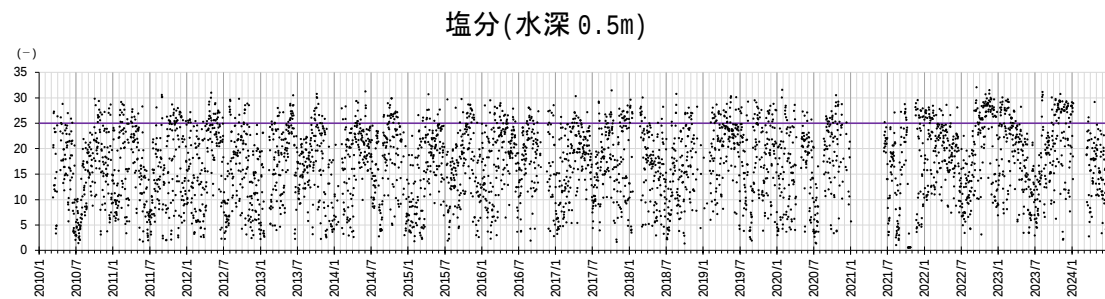
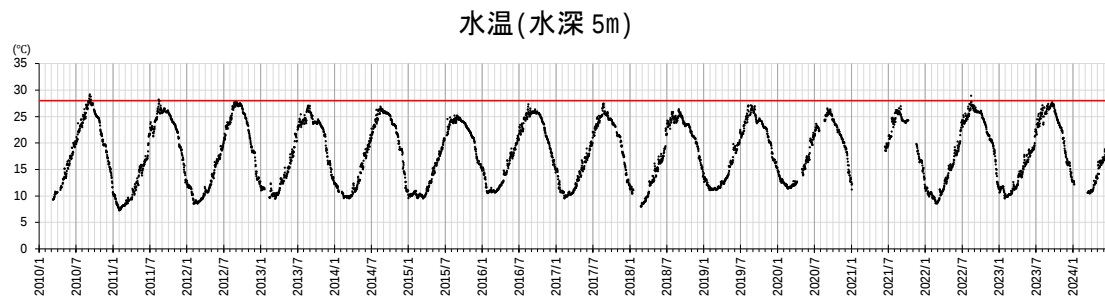
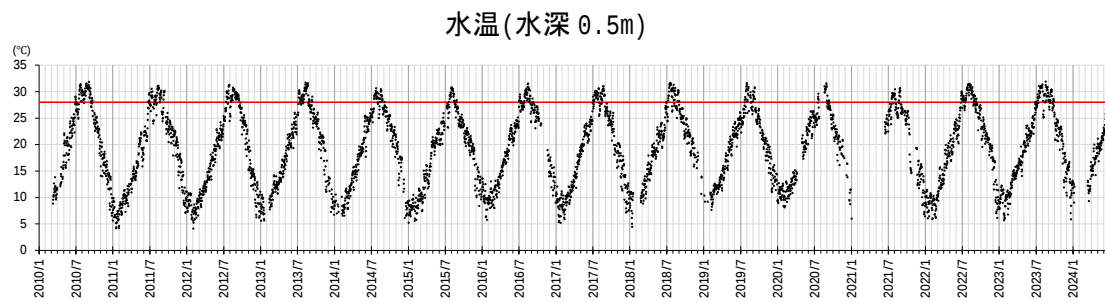
鈴木(2014)、鈴木ら(2001)による。

※カジメについては、光量の生存下限値に関する情報なし。

表 5.4.1-7 堺浜における測定記録に対するカジメの生存条件に対する季節毎の月平均不適日数(水温・塩分)

期間	水深	カジメ(水温)	カジメ(塩分)
		生活史全体 通年	生活史全体 通年
		28℃以上	25 未満
春季 (4～6 月)	0.5m	0.3	27.3
	1m	0.3	13.7
	2m	0	3.3
	3m	0	1.3
	4m	0	0.7
	5m	0	0
夏季 (7～9 月)	0.5m	16.3	28.0
	1m	13.7	21.7
	2m	7.0	11.0
	3m	3.7	5.0
	4m	1.3	1.7
	5m	0.7	0.7
秋季 (10～12 月)	0.5m	0	21.7
	1m	0	13.0
	2m	0	4.0
	3m	0	1.3
	4m	0	0.3
	5m	0	0
冬季 (1～3 月)	0.5m	0	25.3
	1m	0	15.3
	2m	0	4.3
	3m	0	1.7
	4m	0	0.7
	5m	0	0

※色付きの範囲が、各生活史の段階の該当する季節を示す。



(水温)

—: カジメの生活史全体の生存上限

(塩分)

—: カジメの生活史全体の生存下限

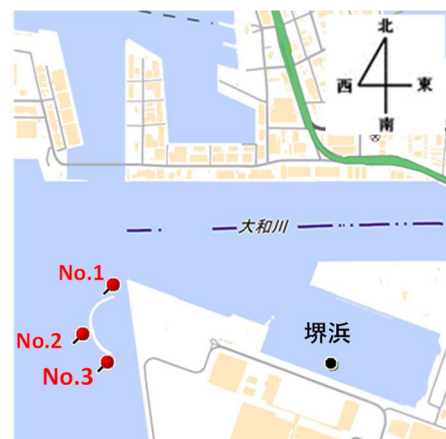


図 5.4.1-18 堺浜における水温・塩分の日平均の推移とカジメの生存条件

(3)-3 水環境を基にしたワカメ等の環境ポテンシャル水深帯

ワカメ等の生存・生育条件と水環境から環境ポテンシャル水深帯(※)を設定した(表 5.4.1-8)。

環境ポテンシャル水深帯の設定には、大阪湾水質定点自動観測データ配信システム(近畿地方整備局)の結果を海藻種毎の生活史の段階に応じた基準と比較して用いることを基本としたが、ワカメ及びカジメについては光量の生存・生育条件の既往知見がないため、公共用水域水質調査結果(大阪府)や浅海定線調査結果(大阪府)の透明度から算出し、ワカメの生育に必要な相対照度による下限水深及びカジメの分布下限水深を設定した。

海藻種毎の環境ポテンシャル水深帯として、ワカメは、水深 2～5m の範囲となった。一方、シダモク等のホンダワラ類及びカジメは浅所側の上限水深と深所側下限水深が同一もしくは逆転していることから、生育には厳しい環境にあるとみられる。

(※) 環境ポテンシャル水深帯：海藻種の生存・生育条件を基に水環境の状況から分布可能な水深帯を示したもの。

表 5.4.1-8 堺 2 区人工干潟(護岸)におけるワカメ等の環境ポテンシャル水深帯

種類	環境ポテンシャル水深帯		
	浅所側	深所側	
項目	水温・塩分	光量	法尻水深
ワカメ	2m	5m	6m
シダモク	2m	1m	
タマハハキモク	2m	1m	
アカモク	2m	1m	
カジメ	3m	3m	

(4)創出候補種

堺 2 区人工干潟(護岸)では、大型海藻のワカメが僅かに分布することから、本海域ではワカメを対象とすることが考えられる。ただし、表層の低塩分や底層の浮泥等の影響を受け、大規模な繁茂が厳しいとみられる。

その他の候補としては、基質等を投入することにより副次的に小型海藻が増えることが期待される。

(5)堺 2 区人工干潟(護岸)における藻場造成手法(案)について

①創出候補種の分布水深帯と被度及び環境ポテンシャル水深

創出候補種の堺第 7-3 区における出現状況と環境ポテンシャル水深帯を表 5.4.1-9 に示す。

ワカメは、各地点の自生水深帯は 4～5m で、いずれの被度も極点生と分布はわずかであった。一方、環境ポテンシャル水深帯は概ね 2～5m となっており、低塩分の影響次第で水深の浅い側に分布が拡大できるものとみられる。

小型海藻は、多種の海藻の繁茂が確認され、自生水深は概ね 0～7m の範囲となっており、環境ポテンシャル水深帯も 0～6m となっている。

表 5.4.1-9 堺 2 区人工干潟(護岸)における創出候補種の分布水深帯と被度及び環境ポテンシャル水深帯

創出候補種	創出候補箇所		
	No.1	No.2	No.3
ワカメ(※1)			
被度	極点生	極点生	極点生
自生水深帯	4~5m (4~5m)	4 (4m)	4 (4m)
環境ポテンシャル水深帯	2~5m	2~5m	2~5m
小型海藻(※2)			
自生水深帯	0~6m	0~6m	0~6m
環境ポテンシャル水深帯	0~6m	0~6m	0~6m
法尻水深	6m	6m	6m

・環境ポテンシャル水深帯は、本調査及び大阪府公共用水域水質調査他の環境条件結果から、各種の分布可能な水深帯を想定した。

※1 ワカメは、最も被度が高い水深帯と、()で最も高い被度以下の被度を含めた出現範囲を示す。

※2 小型海藻は、基盤整備等の過程で副次的に創出が期待される。

②創出候補箇所

創出候補箇所は、堺 2 区人工干潟の護岸域が狭いことから、外側に向いた全護岸を対象とすることが考えられる。

創出候補箇所は、創出候補種の被度が低いもののワカメの分布が確認された水深帯を中心とする。

ワカメの分布がみられる箇所で行うことで、核藻場として機能し、再生産する際に遊走子が拡散することで、現在の藻場を維持するとともに能動的に周辺に被度の高い藻場が形成されることが考えられる。

創出する水深は、上限水深が河川からの出水の影響を、下限水深が光量不足の影響を受けている可能性があることから、現在の分布が確認されている水深 4m 程度を中心とした環境ポテンシャル水深帯となる水深 2~5m とする。

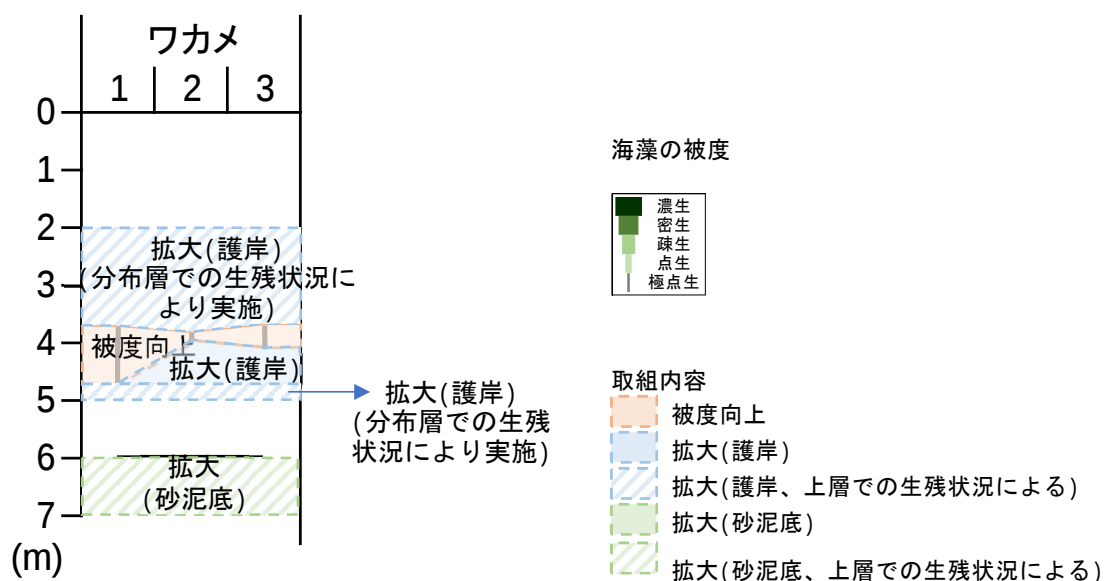


図 5.4.1-19 堺 2 区人工干潟(護岸)におけるワカメの取組内容

③創出手法について

ワカメは、被度も低く、分布範囲が限られることから、分布範囲内での被度の向上に加え、母藻(幼胚)や幼体等の移植による周囲への分布拡大等が考えられる。

③-1 被度向上

被度向上には、母藻等や幼体・種苗等移植による手法があげられる。なお、現在、ワカメの分布範囲が限られることから、分布水深帯を中心に行い、徐々に上下水深に拡大していくことで、適切な分布の上限・下限を把握することができる。

a. オープンスポアバック等の設置及び既存基盤の表面付着物除去

既存基盤(被覆石等)へ着生させる遊走子の量を増加させるため、創出候補種の成熟期(3~5月)の母藻を「オープンスポアバック」や「網袋」または「延縄方式」によって海域に設置する手法がある。

創出候補種の母藻の入手は近傍海域で採取することが前提と考えられ、ワカメについては堺第 7-3 区護岸の北側の被度の高い箇所を母藻として用いることが適当である。

既存基盤を活用する場合、「オープンスポアバック等の設置」にあたっては、既存基盤の表面付着物除去を行うことで、遊走子等の着生を高める可能性がある。

特に底層付近の浮泥等の堆積がみられる箇所においては、必須であると考えられる。

b. 基質の取り付け

「増殖用ブロック」や「増殖用基質材」といった基質を既存基盤に取り付け、より効果的に海藻着生基盤を整備する手法がある。(※増殖用基質材の例は一般社団法人水産土木建設技術センター発行の水産土木事業のための積算技術情報資料(<https://www.fidec.or.jp/other>)を参照。)

成熟期(3~5月)に設置することで、既存海藻藻場からの遊走子の自然着生が期待できる。

また、基質の設置時に種糸(12~1月頃)や種苗を取り付けることや、「オープンスポアバック等の設置」と組み合わせることで、より効果的な藻場創出を行うことができる可能性がある。

更に、毎年、遊走子の着生期前に「付着物の清掃等」のメンテナンスを行うことでより高い再生産が期待できると考えられる。

③-2 拡大(護岸)

③-2-1 表層付近

a. 着生面の洗浄(付着物等の除去)

創出候補種の分布箇所周辺では、着生面の競合によりが繁茂できていない可能性がある。このことから、遊走子等の着生期前に基盤表面の「付着生物の掃除等」を行うことで、既存海藻藻場からの遊走子の自然着生が期待できる。

ワカメは、成熟期が春頃のため、着生面の洗浄は成熟期前に行う必要があるとともに、成長中のこれらの海藻を除去しないように注意して作業を行う必要がある。

なお、ワカメの現在の分布範囲が狭く被度も低いことから、遊走子の供給量も少ないことが見込まれるため「オープンスポアバック等の設置」や「種苗等を取り付けた増殖用基質材等の設置」を併用する必要がある。

③-2-2 底層付近

a. 砂泥等の除去

底層付近については、浮泥等の堆積の影響を受け、基盤に遊走子が着底出来ていない可能性があるため、浮泥等の除去を行う。

特に、堺 2 区人工干潟(護岸)は大和川の河口に位置するため、浮泥の堆積は、大和川から出水の影響や荒天等による海底の攪乱で解消・悪化・常態化するものと考えられる。

浮泥の堆積は、遊走子着生に影響を及ぼす可能性があることから、「オープンスポアバック等の設置」、「基質の設置及びメンテナンス」の作業時期を決める際に、注意が必要である。

また、「基質の設置」の際にも基質の取り付け方、基質の形状等の検討の際にも浮泥の影響について考慮すべきと考えられる。

③-3 拡大(砂泥底)

護岸前面は砂泥底となっており、藻礁といった新たな基盤を設置することで岩礁性藻場の創出ができる。

藻礁の設置は、施工コストが高いことや港湾エリアである湾奥部においては、関係機関調整等の課題があるが、藻場が存在していないエリアに大規模な藻場を形成することができる。

また、施工は創出候補種の成熟期の前に行うことが望ましく、施工時はオープンスポアバック等の組み合わせにより、効果的な藻場創出が可能な他、着生基盤の高さをコントロールすることが可能であるため、設置時に水中光量の確保や浮泥の移動・堆積影響の対策を取ることが可能と考えられる。

④その他留意事項について

a. 食害の影響

藻場創出後、食害の影響を受けることが分かった場合には、対象種の特定とその対策が必要となる。堺 2 区人工干潟(護岸)では、現地調査で藻食性動物が確認されなかったが、隣接する堺第 7-3 区ではクロダイが出現しており、また、近傍海域ではアイゴも確認されていることから、これらの魚種に注意する必要がある。

両魚種は低水温になると摂食圧が低下するため、創出候補種の種糸設置など冬季に海藻を移植する場合は低水温期(10～15℃以下)に行うことが望ましい。

摂食圧が高い時期においては、食害対策用の基質の採用等や、創出した藻場を核藻場として囲い網等による保護をする対策が有用であると考えられる。

b. 関係機関調整

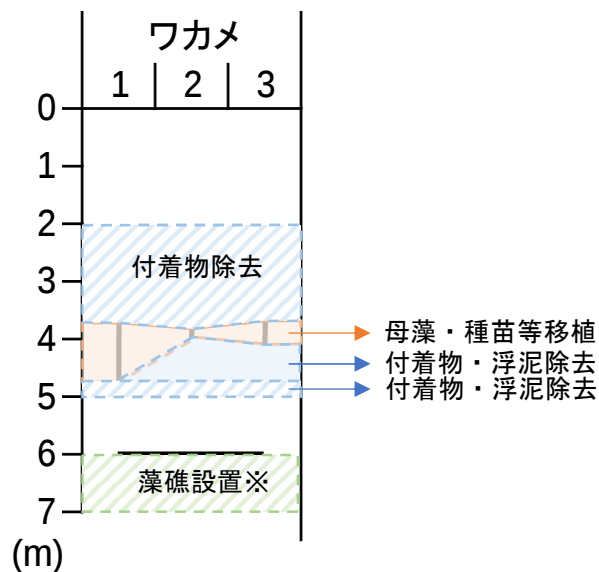
堺第 2 区人工干潟(護岸)における藻場造成を行うにあたり、関係機関と調整内容を表 5.4.1-10 に示す。

表 5.4.1-10 堺 2 区人工干潟(護岸)での作業に係る主な関係機関と調整内容

主な関係機関名称	調整内容
大阪府漁業協同組合連合会	・ 事業概要の説明・同意（必要に応じて、堺市漁業協同組合等）。漁業等の操業エリアであるため、事業概要等の説明が必用。また、特別採捕許可を申請する場合には同意書が必要。 ・ 作業船等の調達 作業船及び警戒船の調達の相談窓口
堺海上保安署	・（工事・作業又は行事）許可申請 藻場創出にあたり、護岸及び近傍で移植や基質設置等の作業や調査を行う場合に必要。 ・ 申請先：堺海上保安署(阪神港長)
大阪府環境農林水産部	・ 特別採捕許可申請（大阪府環境農林水産部 水産課） 母藻の確保のため海藻採取を実施する場合に必要。
大阪港湾局	・ 水域等占用許可申請書（大阪港湾局泉州港湾・海岸部施設管理運営課施設管理運営） 藻場創出にあたって、護岸等を使用する場合に必要。

※大型の藻礁の設置や事業規模等により上記以外の調整が必要となる場合がある。

以上を整理し、堺 2 区人工干潟(護岸)におけるワカメの主な創出方法(案)を図 5.4.1-20 に、海藻の創出内容(案)を表 5.4.1-11 に示す。



※藻礁は水深 5m 以浅となる高さを確保する。

図中の創出方法を基本とし、その他の有効な方法を組み合わせることがより効果的となる。

図 5.4.1-20 堺 2 区人工干潟(護岸)におけるワカメの主な創出方法(案)

表 5.4.1-11 堺 2 区人工干潟(護岸)における海藻の創出内容(案)

項目	内容	
創出候補種	ワカメ	小型海藻
水深	水深 2～5m 程度	大型海藻創出箇所
場所	既設護岸 護岸前面の砂泥底	
方法	被度の向上 ・ オープンスポアバッグ等による母藻の移植 ・ 増殖用の基質の設置と種苗の取り付け・オープンスポアバック等 拡大(護岸) ・ 付着物の清掃等・浮泥の除去等(底層付近) 拡大(砂泥底) ・ 藻礁等の設置 その他 ・ 海藻の移植の際には、食害の影響を十分考慮する	カバノリ、タオヤギソウ、ムカデノリといった小型海藻が大型海藻の基盤整備等に伴い増加することが見込まれる。
創出時等の注意事項	全域：大和川等の河川の影響を受ける可能性があるため、表層の塩分に注意する。 全域：浮泥の移動・堆積による影響を受ける可能性があるため、施工時期、創出箇所の砂泥底からの高さ、基質の形状等に注意する。 護岸前面の基盤の設置：海藻の成熟時期(ワカメ：春頃)の前に設置することが望ましい。 また、設置と併せてオープンスポアバック等や種苗の取り付けを行うことも効果的である。	
維持管理	付着物の増加：移植等を行った箇所が創出候補種以外に覆われる場合には、基質表面の掃除を行う。 浮泥の堆積：移植等を行った箇所の周囲に浮泥が堆積する場合には、基盤表面の砂泥の除去を行う。また、浮泥の堆積し難い基質を用いることも有効である。 食害対策：藻食性魚類の食害を受ける場合に、創出した藻場を網等で囲い、核藻場とする等の対策が必要と考えられる。	
実施にあたっての調整等	護岸での設置・作業に関しては堺海上保安署に、護岸の使用に関しては護岸管理者の大阪府に、事業概要の説明や作業船等の調達、海藻を採取する場合の同意書については大阪府漁業協同組合連合会に、その他必要に応じて堺市漁業協同組合他の関係機関と事前に調整し、必要に応じて手続きすること。 特に、藻礁を設置により水深変化が生じる場合には設置前後に水深測量が必要となる場合がある。	