

5. 大阪湾奥部での海藻の移植についての検討

5.1. 大型海藻の出現状況

本調査では、大阪湾奥部に位置する堺2区人工干潟(護岸)、堺第7-3区、泉北6区、新浜地区および阪南4-6区での海域で水中ドローンによる海藻の観察、水質(水温、塩分、透明度)等の測定等の調査を令和6年5月15日、20日・21日に行った。

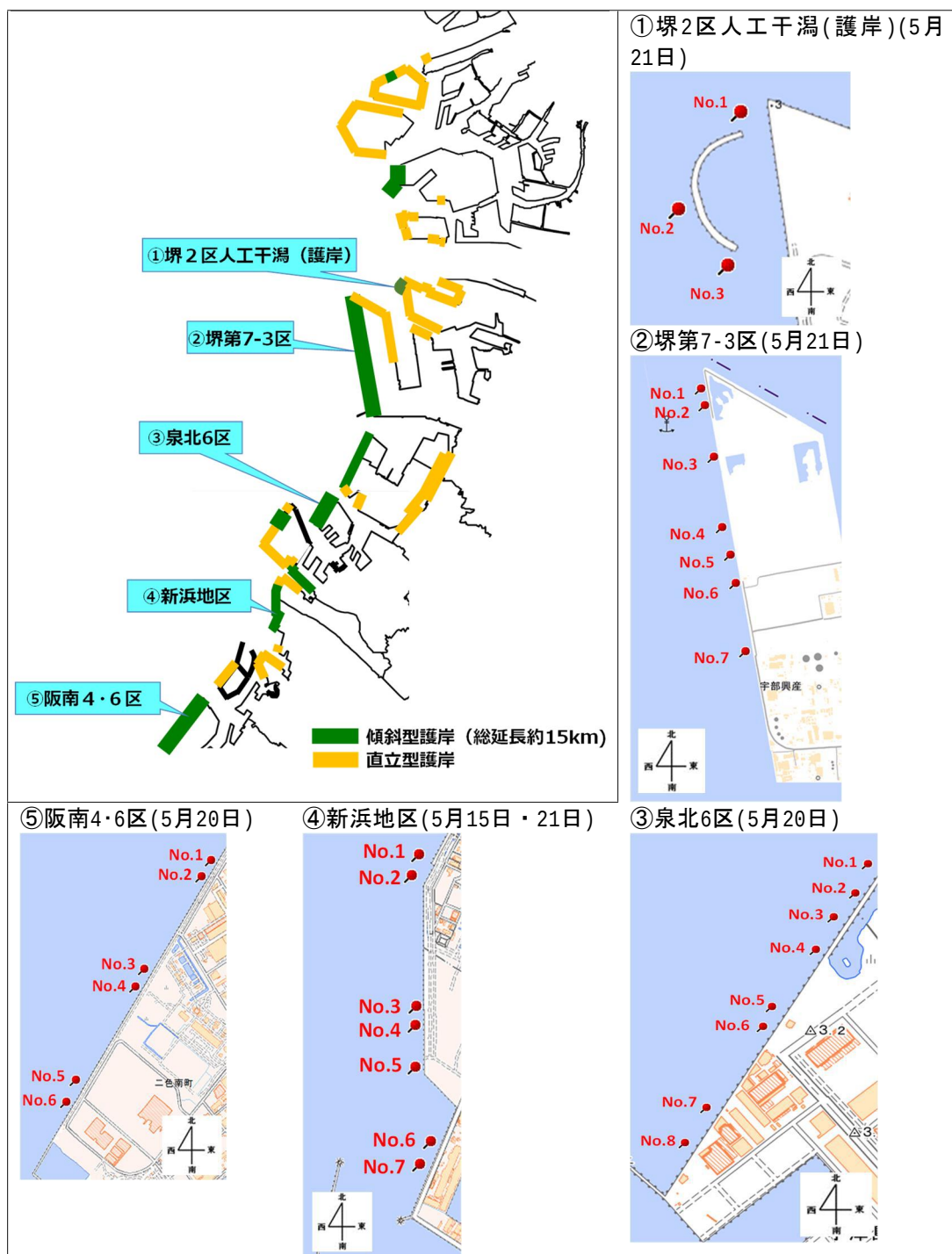


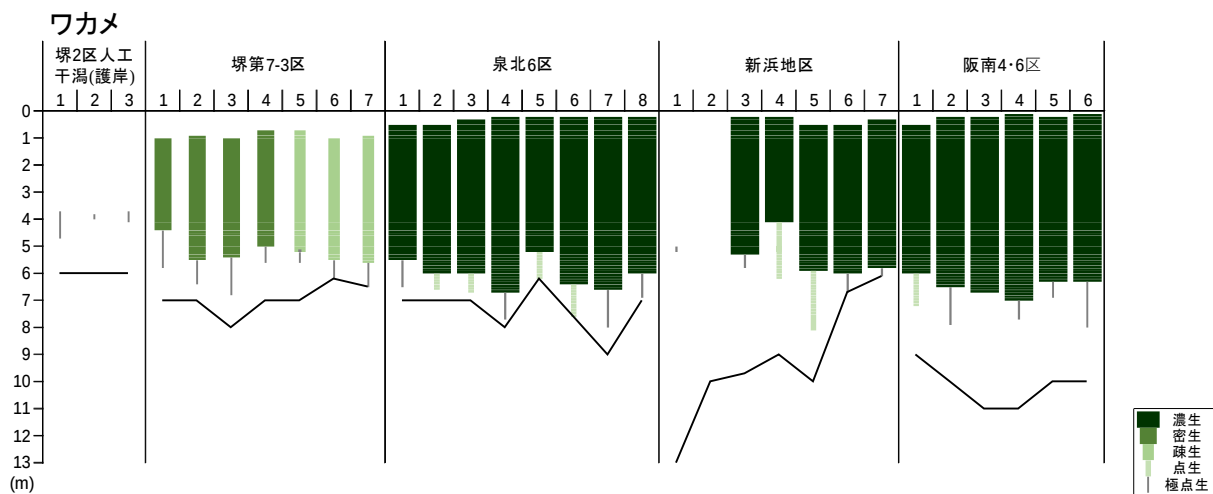
図 5-1 本調査(令和6年実施)の調査海域と各海域の調査地点(括弧内は調査日を示す)

5.1.1 水中ドローンによる観察結果

ワカメは、堺2区人工干潟(護岸)から阪南4・6区にかけて確認され、南下するほど広範囲かつ高い被度に生息していた(図 5-2(1))。ただし、堺2区人工干潟(護岸)、堺第7-3区の浅い水深帯については、近傍の大和川の影響を強く受け、繁茂がみられなかったと考えられ、また、新浜地区の No.1 と No.2 もワカメがほとんど出現しておらず、大津川の河口に位置することによる影響が考えられる。

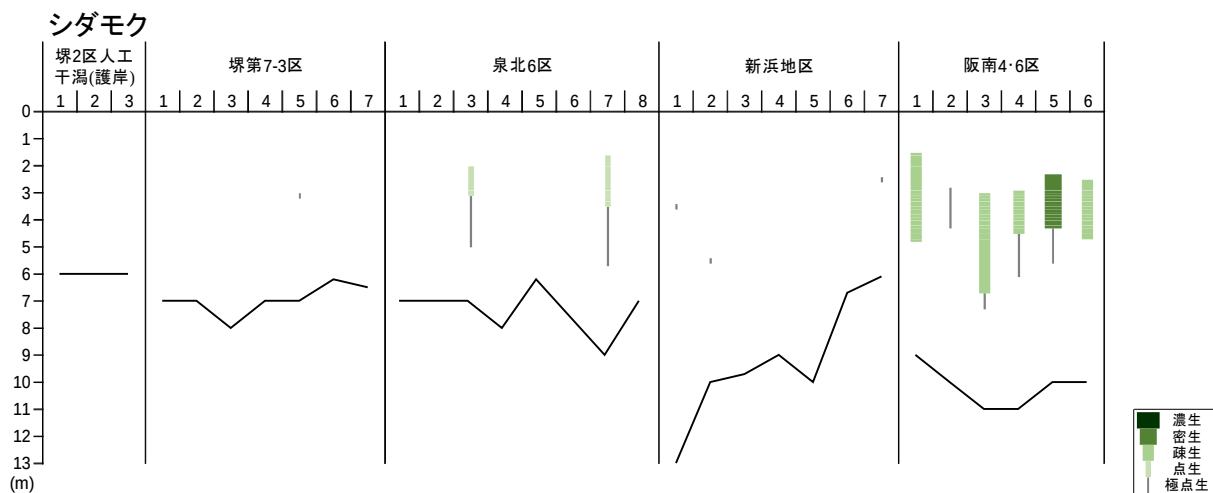
シダモクは、堺第7-3区以南から新浜地区でも確認されているが、局所的・低被度な出現が多く、最南端の阪南4・6区内で広範囲、一定被度で確認された(図 5-2(2))。

タマハハキモクは、堺第7-3区以南で確認されているが、局所的かつ低被度な出現状況であった(図 5-2(3))。



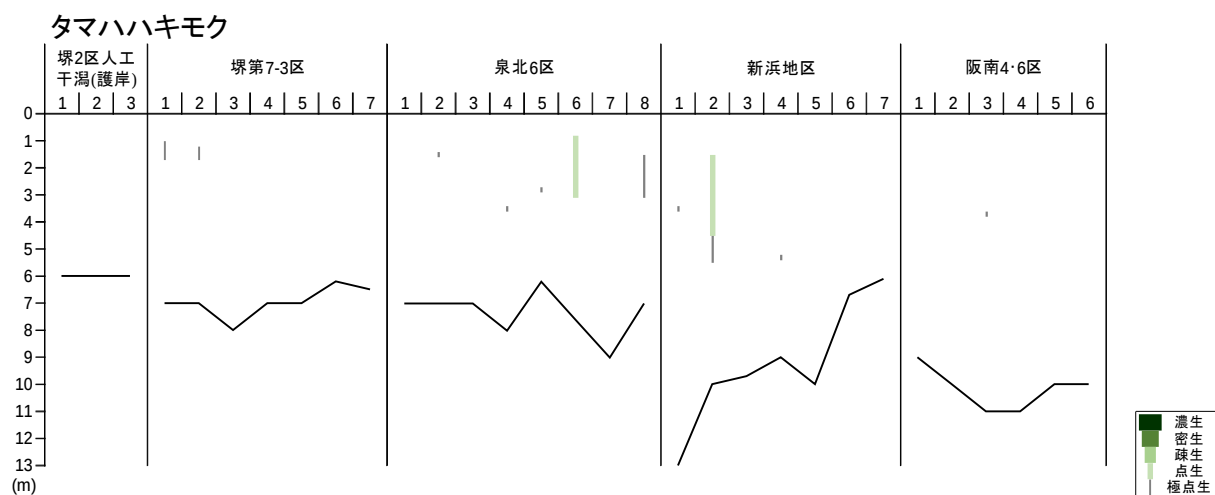
折れ線は概ねの法尻水深を示す。

図 5-2(1) 本調査にける水中ドローン観察による海藻の出現水深と被度(ワカメ)



折れ線は概ねの法尻水深を示す。

図 5-2(2) 本調査にける水中ドローン観察による海藻の出現水深と被度(シダモク)



折れ線は概ねの法尻水深を示す。

図 5-2(3) 本調査にける水中ドローン観察による海藻の出現水深と被度(タマハハキモク)

5.1.2 水質(水温・塩分・透明度)の計測結果

透明度は、堺 2 区人工干潟(護岸)で 2m 程度と低く、南の海域ほど高くなる傾向がみられる(図 5-3(1))。なお、新浜地区では、50mm 弱の降雨がみられた後の調査(No.6, No.7)では透明度が 2m 程度と低くなった。

水温は、各地点とも概ね 15～20℃の同様の範囲で、表層で高く、底層で低い傾向にあった(図 5-3(2))。

塩分は、堺 2 区人工干潟(護岸)では 17PSU と最も低い値がみられ、水深 0m に加え、水深 1m においても他の海域に比べて低く、新浜地区でも 20 程度と低い値がみられるが、塩分の低下は水深 0m のみであった(図 5-3(3))。

このことから、大阪湾奥部は海域や気象状況により透明度や塩分に違いのあることがわかる。

透明度

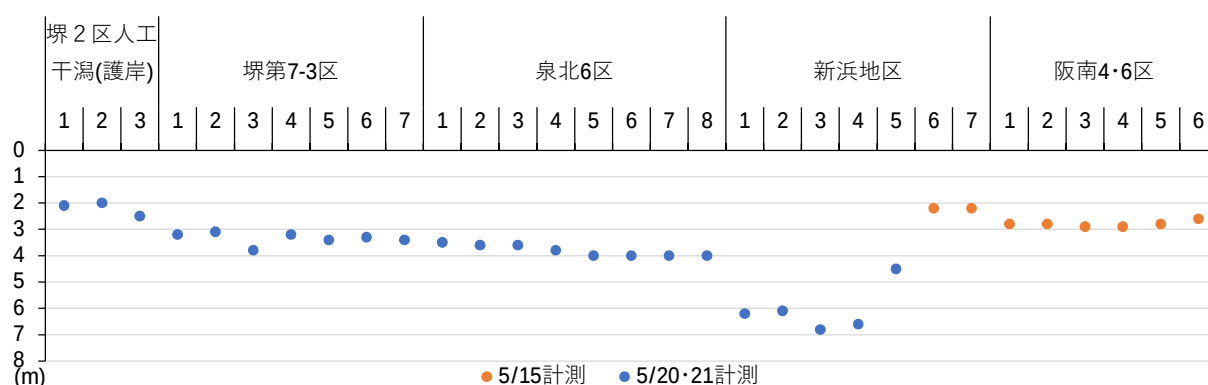


図 5-3(1) 本調査における水質の計測結果(透明度)

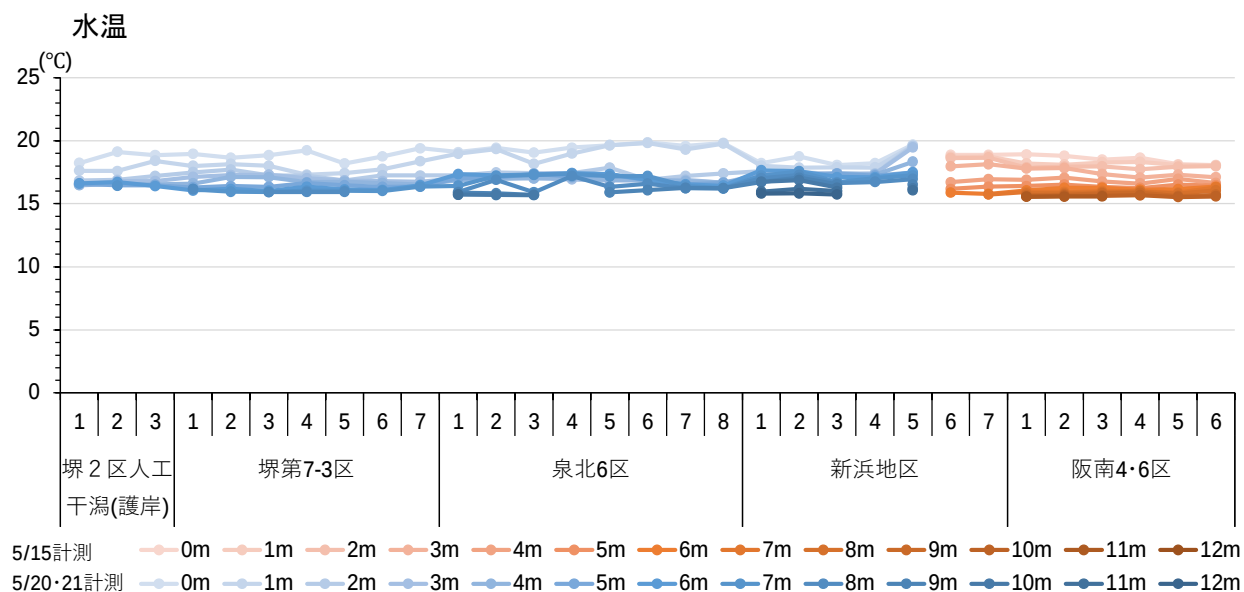


図 5-3(2) 本調査における水質の計測結果(水温)

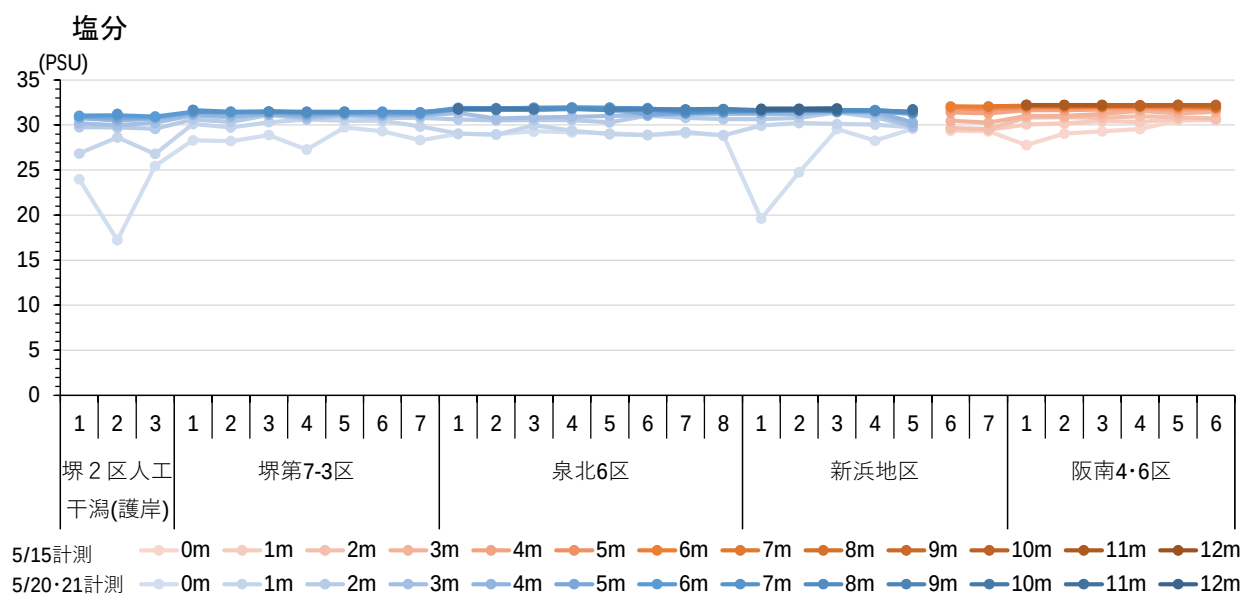


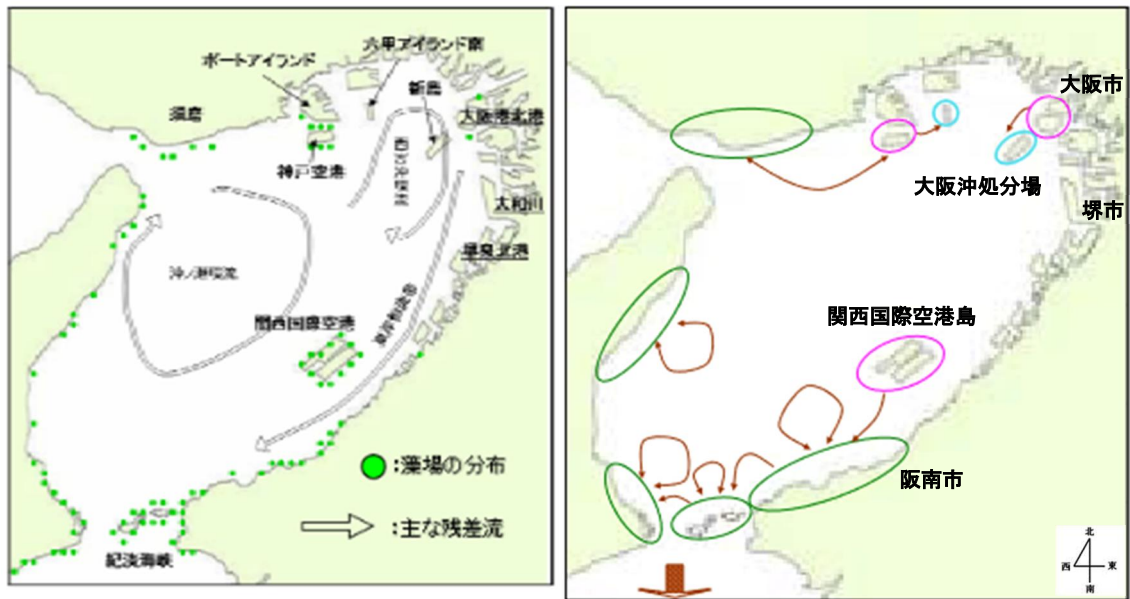
図 5-3(3) 本調査における水質の計測結果(塩分)

5.1.3 流れと海藻の遊走子等の拡散

海藻は、遊走子や卵・幼胚等を放出・拡散されることで藻場を拡大している。そのため、大阪湾奥部全体で連続的な藻場を形成するためには流れ場が重要となる。

大阪湾奥部では、時計回りの西宮沖残渣流(恒流)と東岸に沿って南下する東岸恒流帯がみられる。これに基づく海藻幼胚の移出入に関するシミュレーションの結果、大きな藻場が形成されている関西国際空港島や阪南市から南側の海域からは大阪湾奥部への海藻幼胚の供給ルートはみられず、また、大阪市の大阪港北港からも南側の沿岸に向けた供給ルートもみられない(図 5-4)。

このことから、東岸恒流帯の流れを考慮すると、大阪湾奥部では北側の海域から重点的に行うことで、核藻場(幼胚等の供給源)が形成され、大阪湾奥部の連続的な藻場の形成につながると考えられる。



長谷川ら(2008)大阪湾における生態系ネットワークに関する一考察．土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集
図 5-4 大阪湾の残渣流と藻場の分布(左図)、海藻幼胚の移出入

5.2. 創出候補種の選定

5.2.1 大阪湾奥部での創出候補種選定の考え方

ここでは、大阪湾奥部の人工護岸を取組対象海域とすることから、大阪湾奥部の人工護岸で繁茂できる可能性のある種を創出候補種として選定することとした。

藻場には、藻場を構成する主な種からアマモ場、ガラモ場(ホンダワラ類)、アラメ場、カジメ場、ワカメ場、コンブ場等にタイプが分けられている。また、藻場の形成場所は、アマモ場が砂泥底域、ガラモ場やカジメ場、ワカメ場等が岩礁域となる。

本調査の結果、大阪湾奥部では、護岸上にワカメが主体となり、シダモク、タマハハキモクが混生している藻場が形成されていることがわかった。しかし、低塩分、低透明度等の影響により、調査を行った5海域では、ワカメ、シダモク、タマハハキモクの分布の範囲や被度、水深などに違いがみられた。

大阪湾奥部において更なる藻場を創出するには、母藻・種苗等を移植した後、それらが生残・生育できることが必要であり、大阪湾奥部の各海域の環境に適した種(創出候補種)を選定・移植する必要がある。

そこで、創出候補種には、「①大阪湾奥部に分布する種：大阪湾奥部に継続的に分布している種」「②大阪湾奥部近傍海域に分布する種：大阪湾に分布し、環境改善により、大阪湾奥部でも継続して分布し、繁茂する可能性のある種」があげられる。

なお、創出候補種の母藻の入手は、大阪湾奥部の各海域の被度の高い箇所から採取する方法が考えられるが、大阪湾奥部で被度が低く採取が難しい場合や分布がみられない場合については、近傍海域から母藻や種苗等の供給が可能な種を選定する必要がある。

5.2.2 創出候補種の選定

①大阪湾奥部に分布する種

ワカメ、シダモク、タマハハキモクの分布が確認され(本調査)、大阪湾奥部に北西側に位置する大阪沖処分場では継続した分布と繁茂が確認されている(水総合研究所 2022)。

②大阪湾奥部近傍海域に分布する種

大阪湾奥部近傍海域では、ワカメ、シダモク、タマハハキモクの他に以下の大型海藻が確認されている。

大阪湾奥部に北西側に位置する大阪沖処分場では、アカモクが時折出現し、カジメ、ヨレモクモドキ等が一時的に出現している(水総合研究所 2022)。

大阪湾南部では、貝塚市に隣接する泉佐野市やその南側ではカジメ、ホンダワラ類からなる藻場が確認されている(大阪府 2022b)。また、泉佐野市や田尻町の沖合に位置する関西国際空港島の緩傾斜護岸には、カジメ、ヨレモクモドキが多く出現しており、ホンダワラ類はヨレモクモドキやアカモク等の 13 種類が出現している(ジャパンプルーエコノミー技術研究組合 2022)。なお、関西国際空港島では 1988 年の 1 期空港島の築造当初からシダモクが出現し、1900 年代に入ってからカジメ属、ワカメ、シダモクが、2000 年代に入ってからヨレモクモドキが出現し、いずれの種も増加傾向にある(米田ら 2014)。

以上から、創出候補種については、「①大阪湾奥部に分布する種」として、ワカメ、シダモク、タマハハキモク、「②大阪湾奥部近傍海域に分布する種」として、大阪湾奥部にも時折もしくは一時的に出現し、隣接海域にも分布がみられるカジメ、アカモク、ヨレモクモドキを含めた計 6 種が考えられる。

なお、大阪湾奥部の 5 海域での創出候補種については、5 海域の環境に合わせて、これらの 6 種から絞り込むこととする。

表 5-1 創出候補種の選定

分布状況	創出候補種
①大阪湾奥部に分布する種	ワカメ、シダモク、タマハハキモク
②大阪湾奥部近傍海域に分布する種	カジメ、アカモク、ヨレモクモドキ

5.3. 創出候補種の生活史と生存・生育条件

ここでは、選定した創出候補種について、生活史と生存・生育条件を整理した。

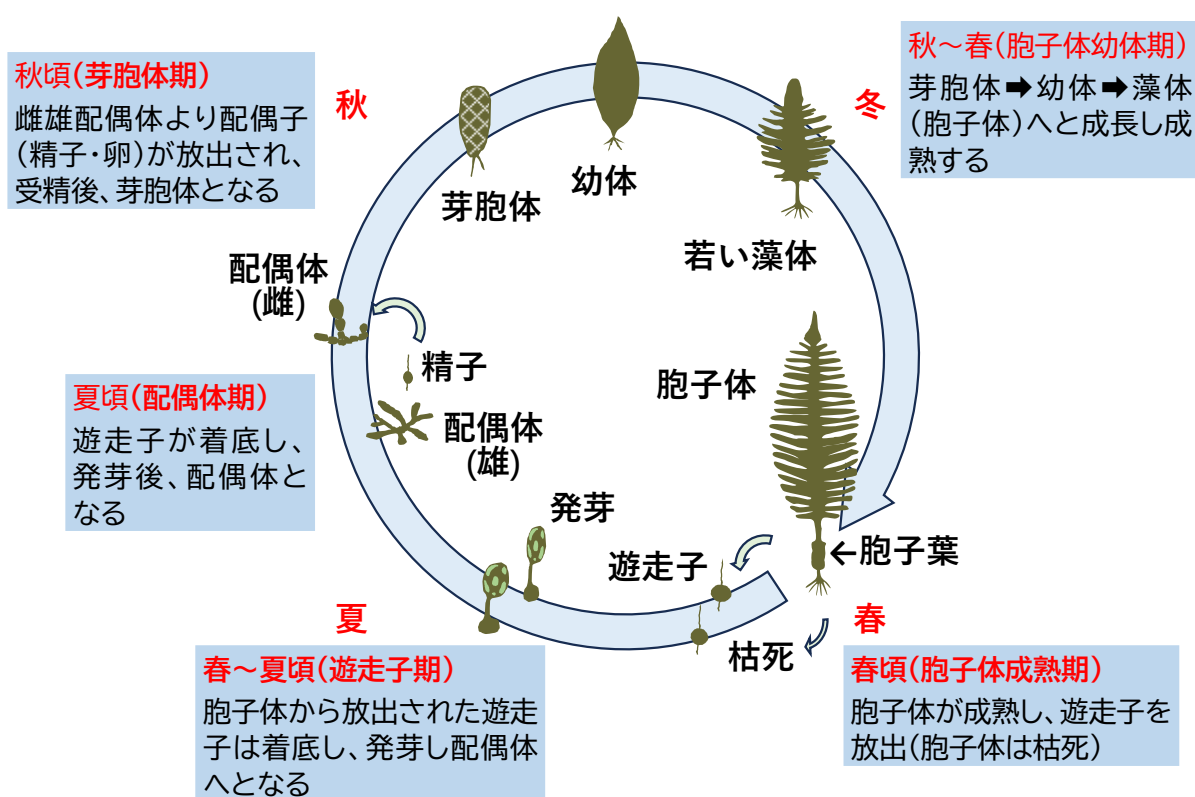
5.3.1 ワカメ

①生活史

ワカメは、一年生の海藻で、春頃に生長したワカメ(胞子体)の根元には胞子葉(通称：めかぶ)が形成される。

春から夏にかけて、胞子葉から遊走子が放出され、着底後、発芽して雌雄のそれぞれの配偶体となる。秋頃それぞれの配偶体が配偶子(卵、精子)を放出、これが受精後、発芽して芽胞体となる。

その後、芽胞体が生長し、冬から春にかけて最も大きく育ち、春には胞子体となる。



海の自然再生ワーキンググループ(2007)、徳島県水産課・徳島県水産研究所(2017)を参考に作成

図 5-5 ワカメの生活史(一年生)

②生存・生育条件

ワカメの生存・生育条件について、既往知見を基に整理した。

表 5-2 ワカメの生存・生育条件

項目	生活段階	時期	生存下限値	生存上限値	適条件
水温	胞子体成熟期	春頃	—	30℃	14—23℃
	遊走子期	春～夏頃	—	30℃	1—29℃
	配偶体期	夏頃	-1℃	31℃	10—29℃
	芽胞体期	秋頃	—	—	10—24℃
	胞子体幼体期	秋～春頃	2℃	26℃	5—22℃
塩分	胞子体期	秋～春頃	15	—	27 以上
	遊走子着生期	春頃	9	—	17-32.5
	配偶体期	夏頃	15	—	—
光量	胞子体期	秋～春頃	相対光量 20%	—	—
COD	胞子体期	秋～春頃			2.0mg/L 以下
栄養 塩類	亜硝酸性窒素 +硝酸性窒素	胞子体期	秋～春頃		0.28mg/L 以上
	無機性窒素	胞子体期	秋～春頃		0.028mg/L 以上
	りん酸性りん	胞子体期	秋～春頃		0.0031mg/L 以上

藤田ほか(2006), 岩手県(2003), 下茂ほか(2000), 須藤(1992), 湯浅ほか(1998)を基に作成

※赤字は大阪湾奥部の特徴を踏まえ、要注目する項目

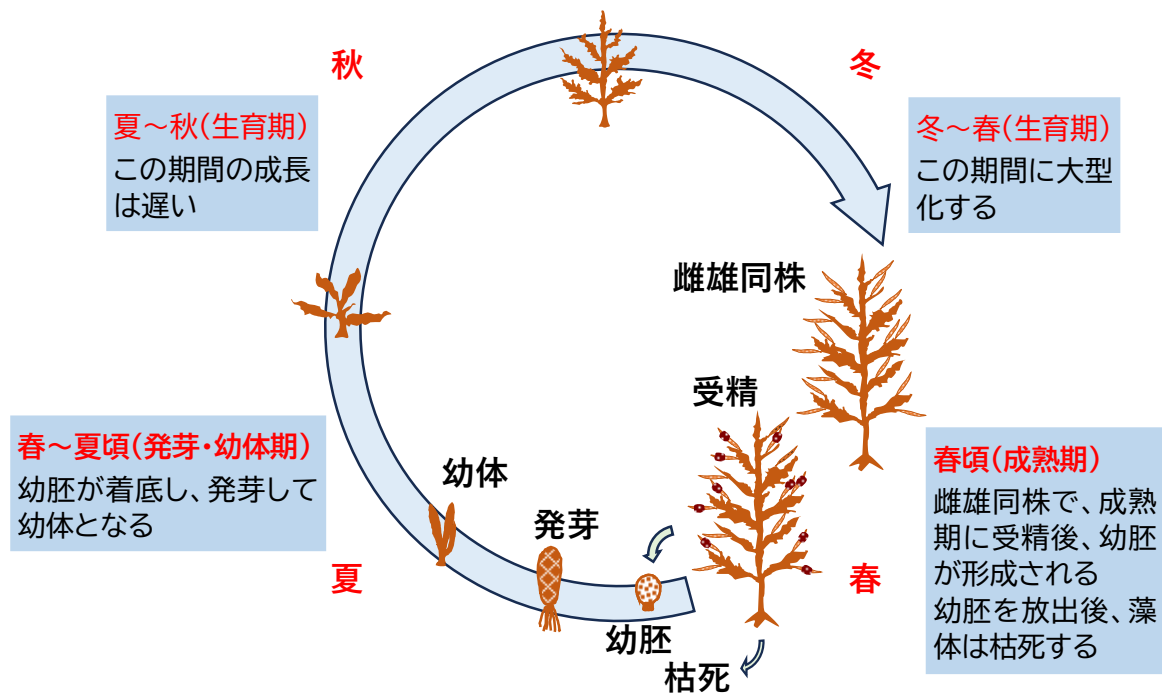
適条件は良好な生育がみられた条件より、下限値及び上限値は阻害要因等の条件より整理

5.3.2 シダモク

①生活史

シダモクは、一年生の海藻で、春に成熟する。雌雄同株で、一つの生殖器床に雌雄両方の生殖器巣が生じる。春頃に生殖器床上で受精し、生殖器床から幼胚が放出され、着底する。発芽後、幼体となるが、夏から秋にかけての生長は遅く、冬から春にかけて藻体が伸長し、目立つようになる。受精卵を放出後の株は枯死する。

なお、本種に外観・生育条件が類似した種として、後述するアカモクが知られている。両種の違いとして、アカモクは雌雄異株で、気胞の形態が両種で異なりシダモクが球形から楕円形なのに対し、アカモクは円柱形である。



堀(1993)、島袋(2017a)および神戸大学内海域環境教育研究センター マリンサイトを参考に作成

図 5-6 シダモクの生活史



神戸大学内海域環境教育研究センター マリンサイトより

図 5-7 シダモク(左図)とアカモク(右図)の気胞

②生存・生育条件

シダモクの生存・生育条件について、既往知見を基に整理した。

表 5-3 シダモクの生存・生育条件

項目	生活史段階	時期	生存下限値	生存上限値	適条件
水温	生活史全体	通年	—	30℃	低水温期:8℃以上 高水温期 27℃以下
	発芽期	春～夏頃	—	—	20-25℃
	幼胚期	春～夏頃	16*	—	—
塩分	幼胚～幼体期	春～夏頃	—	—	21～43*
	幼体～成体期	夏～春頃	—	—	19～40*
光量	幼体期	春～夏頃	—	—	200 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$
		春～夏頃	25 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$	—	200 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$

馬場(2007,2021), 吉田(2005)を基に作成

※赤字は大阪湾奥部の特徴を踏まえ、要注目する項目

*: 近似種アカモクの値

適条件は良好な生育がみられた条件より、下限値及び上限値は阻害要因等の条件より整理

①生活史

[illegible]

島袋(2017b)および神戸大学内海域環境教育研究センターマリンスイトを参考に作成

図 5-8 タマハハキモク的生活史

②生存·生育条件

タマハハキモクの生存・生育条件について、既往知見を基に整理した。

表 5-4 タマハハキモクの生存・生育条件

項目	生活史段階	時期	生存下限値	生存上限値	適条件
水温	生活史全体	通年	—	—	低水温期：6℃以上 高水温期：27℃以下
	発芽期	春～夏頃	—	30℃	10-25℃
塩分	発芽期	春～夏頃	16	—	—
	幼胚～幼体期	春～夏頃	—	—	30.5-32
	幼体～成体期	夏～春頃	—	—	30-32
光量	発芽期	春～夏頃	—	—	44～200 μ E/m ² /s
	幼体期	春～夏頃	50 μ E/m ² /s	—	200 μ E/m ² /s

※赤字は大阪湾奥部の特徴を踏まえ、要注目する項目
適条件は良好な生育がみられた条件より、下限値及び上限値は阻害要因等の条件より整理

5.3.4 カジメ

①生活史

カジメは、多年生で寿命が3～6年程度とみられる。通年観察される藻体は胞子体であり、秋に成熟し、放出された遊走子が着底すると雌雄の配偶体に生長する。雄性配偶体から放出された精子が雌性配偶体の卵と受精する。受精卵が着底して、発芽し、胞子体として初春以降視認されるようになり、春に大きく生長する。2年目以降の胞子体は成熟後に若干末枯れし、その後再生長する。

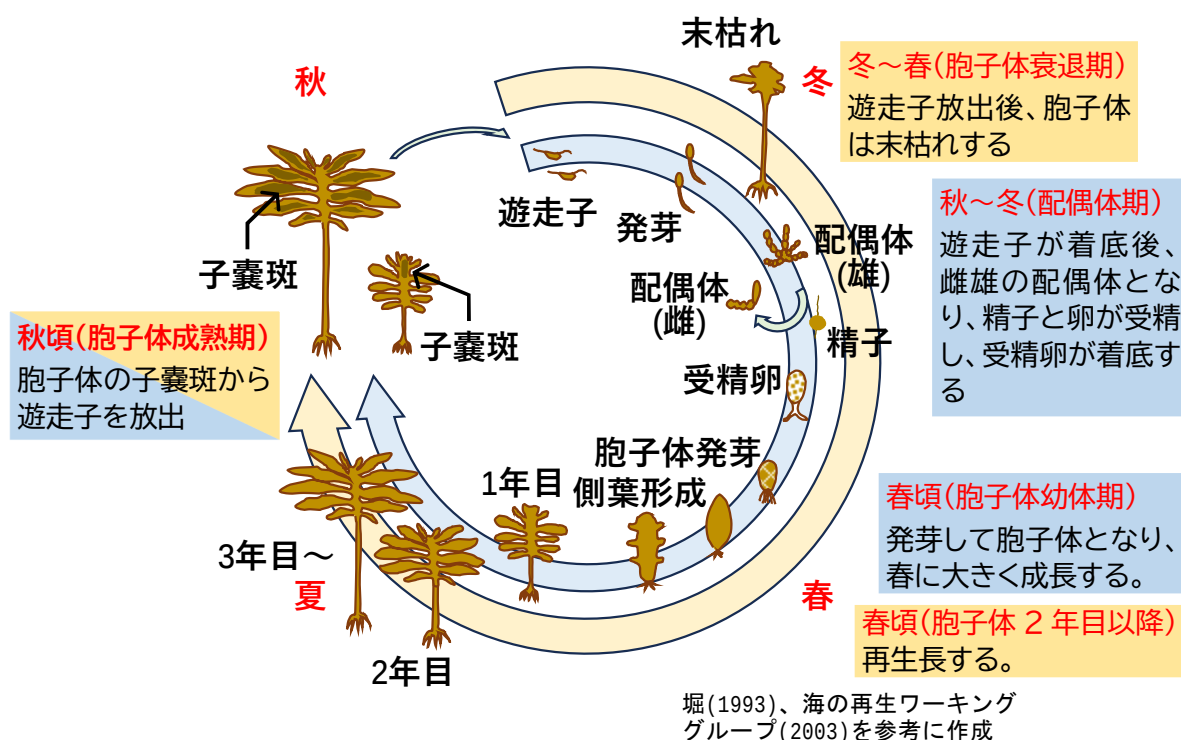


図 5-9 カジメの生活史

②生存・生育条件

カジメの生存・生育条件について、既往知見を基に整理した。

表 5-5 カジメの生存・生育条件

項目	生活史段階	時期	生存下限値	生存上限値	適条件
水温	生活史全体	通年	—	—	低水温期:10℃以上 高水温期 27℃以下
	生活史全体	通年	—	—	20℃未満(年平均)
	胞子体期	通年	—	28℃	
塩分	生活史全体	通年	—	—	30.9 以上(年平均)
	生活史全体	通年	—	—	32.0-34.8
	胞子体期	通年	25 以上	—	
	胞子体幼体期	春～夏頃	—	—	29.8-38.9
光量	生活史全体	通年	分布下限水深=年間 平均透明度÷定数*	—	—
COD	生活史全体	通年			1.3mg/L 以下

環境省(2010)、日本水産資源保護協会(1992)、須藤(1992)、鈴木(2014)を基に作成
 ※赤字は大阪湾奥部の特徴を踏まえ、要注目する項目
 適条件は良好な生育がみられた条件より、下限値及び上限値は阻害要因等の条件より整理

①生活史

The diagram illustrates the life cycle of a plant across four seasons, represented by a circular arrow:

- 春季 (Spring):** 成熟期 (Mature Period). 雌雄異株で、成熟期に受精後、幼胚が形成される。幼胚を放出後、藻体は枯死する (In dioecious plants, after fertilization in the mature period, young embryos are formed. After releasing the young embryos, the algal body dies).
- 夏季 (Summer):** 幼体 (Young Body). 幼胚が着底し、発芽して幼体となる (The young embryo settles at the bottom and germinates to become a young body).
- 秋季 (Autumn):** 幼芽 (Young Bud). この期間の成長は遅い (Growth during this period is slow).
- 冬季 (Winter):** 冬～春(生育期) (Winter to Spring Growth Period). この期間に大型化する (The plant grows large during this period).

Other labels in the diagram include 精子 (Sperm), 雌 (Female), 雄 (Male), 種子 (Seed), 発芽 (Germination), and 枯死 (Death).

堀(1993)、島袋(2017a)、海の再生ワーキンググループ(2003)および神戸大学内海域環境教育研究センターマリンスイトを参考に作成

図 5-10 アカモク的生活史

②生存·生育条件

アカモクの生存・生育条件について、既往知見を基に整理した。

表 5-6 アカモクの生存・生育条件

項目		生活史段階	時期	生存下限値	生存上限値	適条件
水温		生活史全体	通年	—	30℃	低水温期: 4℃以上 高水温期 28℃以下
		発芽期	春～夏頃	—	30℃	12-28℃
		幼胚～幼体期	春～夏頃	—	—	18-28℃
		成熟期	春頃	—	—	14-23℃
塩分		生活史全体	通年	—	—	26.6 以上(年平均)
		幼胚期	春頃	15.7	—	—
		幼胚～幼体期	春～夏頃	—	—	21-43
		幼体～成体期	夏～春頃	—	—	19-40
光量		発芽期	春～夏頃	10 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$	—	100 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$
		幼体期	春～夏頃	25 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$	—	200 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$
COD		生活史全体	通年			1.3mg/L 以下
栄養塩類	硝酸性窒素	生活史全体	通年			0.001～0.064mg/L
	アンモニア性窒素	発芽期	春～夏頃			10mg/L 以下
	りん酸性りん	生活史全体	通年			0.003～0.040mg/L

※赤字は大阪湾奥部の特徴を踏まえ、要注目する項目
馬場(2007), 日本水産資源保護協会(1992), 三浦ほか(2010), 下茂ほか(2004), 吉田(2005)を基に作成

適条件は良好な生育がみられた条件より、下限値及び上限値は阻害要因等の条件より整理

5.3.6 ヨレモクモドキ

①生活史

ヨレモクモドキは、多年生の海藻で、雌雄異株である。また、春から初夏までに成熟し、放卵して幼胚が基質に着底し、発芽する。夏は発芽体から小さな幼体で過ごし、水温の下がる冬に急速に伸長する。放出後の株は、夏から秋にかけて、藻体の上部が枯れてなくなり、付着器と茎のみになるが、翌春には再び伸長する。

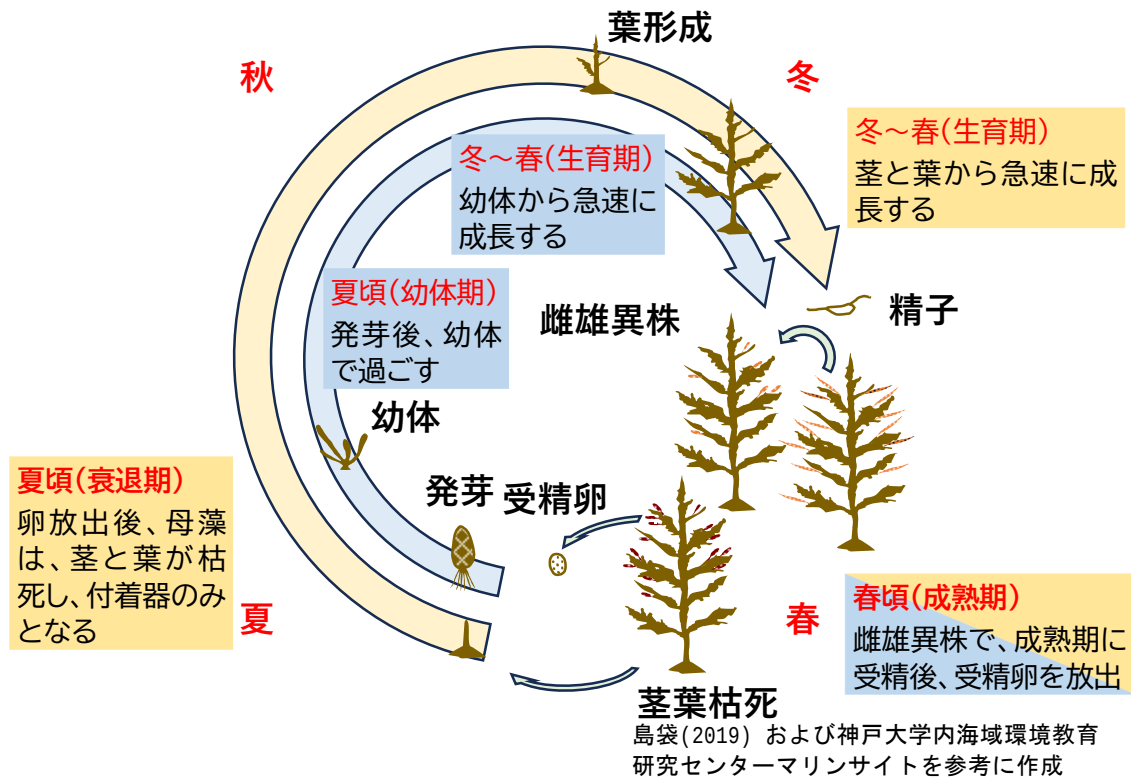


図 5-11 ヨレモクモドキの生活史

②生存・生育条件

ヨレモクモドキの生存・生育条件に関する情報は乏しく、生長と成熟に適した水温は 16～17℃ 前後であると推察され、分布がみられる湾の 1980～2005 年の年間平均水温は 19.5～22.6℃ の範囲、冬季に限ると 13.4～17.5℃ の範囲にあった(島袋ほか 2007)。