

平成24年度
阪南2区北側海域生物影響調査業務
報告書

平成25年3月

地方独立行政法人
大阪府立環境農林水産総合研究所

目次

目的	1
調査方法	
1) 環境調査・そりネット調査	1
2) 干潟健全度調査	1
3) アオサ抑制試験	2
4) 各調査機関との成果情報交換会	4
調査結果と考察	
1) 環境調査・そりネット調査	4
2) 干潟健全度調査	23
3) アオサ抑制試験	27
4) 各調査機関との成果情報交換会	29
5) 阪南2区人工干潟の問題点	30
参考文献	33
付表	34

目的

阪南2区の北側海域にある平成16年に造成された人工干潟（南干潟）は、好適な環境が保持され様々な生物の生息場所となってきたが、人工干潟の地形の変化や浚渫土砂投入等による北側海域の環境の変化が、その環境や生物相に様々な影響を及ぼすことが懸念されている。そのため、人工干潟の環境・生物調査とともに北側海域の環境調査をあわせて行う。本調査業務の成果と、特定非営利活動法人環境教育技術振興会及びきしわだ自然資料館とが同時期に実施する調査業務の成果をあわせてこの人工干潟の将来像について検討を行うものとする。

調査方法

1) 環境調査・そりネット調査

人工干潟（南干潟）内部、北側水面内部と周辺海域（図1）で底層の水温、塩分、酸素飽和度を測定して、水質を把握した。また、人工干潟内の水生生物の分布を調べて底層環境との関係について検討した。

①環境調査

測定方法：水質モニター装置（JEFアドバンテック社製、AD01050-PDK、図2）により底層の水温、塩分、酸素飽和度を測定した。

調査定点：人工干潟内部12定点、北側水域内部8定点、外部水域2定点（図1）。

※ 人工干潟の12定点は、そりネット曳網線（4線）の始点、中間点、終点とした。

調査時期・回数：平成24年6、7、8、9、10月に各1回、計5回

②そりネット調査

採取方法：そりネット（図3、高さ40cm、幅60cm、目合2mm）の50m曳網×2回。

採取物は10%中性ホルマリンで固定して、ソーティングの後、種査定・計数を行った。

調査場所：調査線E（人工干潟・覆砂区の潮溜まり、水深約0.5m）

調査線C（人工干潟・覆砂区の前浜部、水深約1m）

調査線F（人工干潟の中仕切り堤内側の非覆砂区、水深約2m）

調査線B（人工干潟・浚渫土砂区、水深約3m）（図1）

調査時期・回数：平成24年6、7、8、9、10月に各1回、計5回

その他：調査は基本的に満潮時に船舶を使用して実施した。

2) 干潟健全度調査

目的：人工干潟覆砂区の健全度を検討するため底質と二枚貝の生息状況を調べた。

調査時期・回数：平成24年7月、1回（5点）（図4）

項目：

底質：全硫化物（検知管法）、強熱減量（550℃、2hr）、酸化還元電位（東亜ディーケーケー社製、ORPメーターRM-20P）、粒度組成（ふるい法）、土壌硬度（中山式土壌硬度計）

二枚貝：粹取りによるアサリ等水産有用二枚貝の生息状況

方法：底質調査：コアサンプラーで採取した表面から 10cm 厚の底質について強熱減量、粒度組成、酸化還元電位、全硫化物の分析を行った。また、土壤硬度計により干潟表面の硬度を測定した。

生物調査：杓取り（25cm×25cm、厚さ 20cm）とふるい（4.75mm 目）で採取したアサリ等水産有用二枚貝の個体数と湿重量を測定した。

調査点数：5 調査点（底質・生物とも 4 カ所／調査点で採取を行った。底質は 4 カ所で採取して、混合したものを分析に供した。）

3) アオサ抑制試験

目的：人工干潟に多量に繁茂するアオサ類の抑制に資するための試験を人工干潟内部で行った。

時期：平成 24 年 7 月 19 日～8 月 16 日

方法：様々な遮光物を取り付けた網カゴ（底面積 1m²、高さ 0.3m、角目網、目合い 90 径）に 5cm 角のアオサ葉片を 2 枚入れ、人工干潟上に設置し、1 月後にその中のアオサを回収・測定して遮光物によるアオサ抑制効果を検証した。

試験に供したアオサは、7 月 17 日に阪南 2 区人工干潟で採取し、翌 18 日に 5cm 角に切り取り、それぞれの湿重量を測定したものである。

試験区：人工干潟覆砂区の潮間帯に 4 試験区を設け試験を行う（図 4、5）。

- ①アオノリ培養区：アオノリが付着し易いように網カゴ上面の目合いを細かく（120 径）した試験区
- ②寒冷沙区：網カゴ上面に寒冷紗を張り、暗条件とした試験区
- ③アオサ海面培養区：平成 23 年度に実施したアオサ培養試験に用いた培養カゴ（5cm 角アオサ葉片 1 枚入り）4 個を網カゴ内上部に設置した試験区
- ④対象区：網カゴ上面も 90 径の目合いの試験区

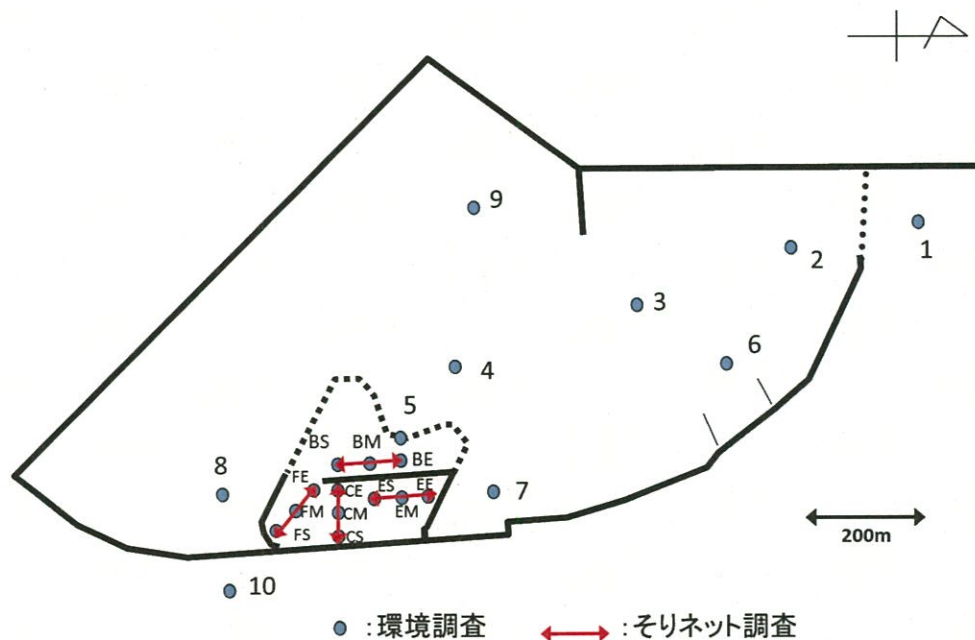


図1 環境調査・そりネット調査 位置図



図2 水質モニター装置



図3 そりネット

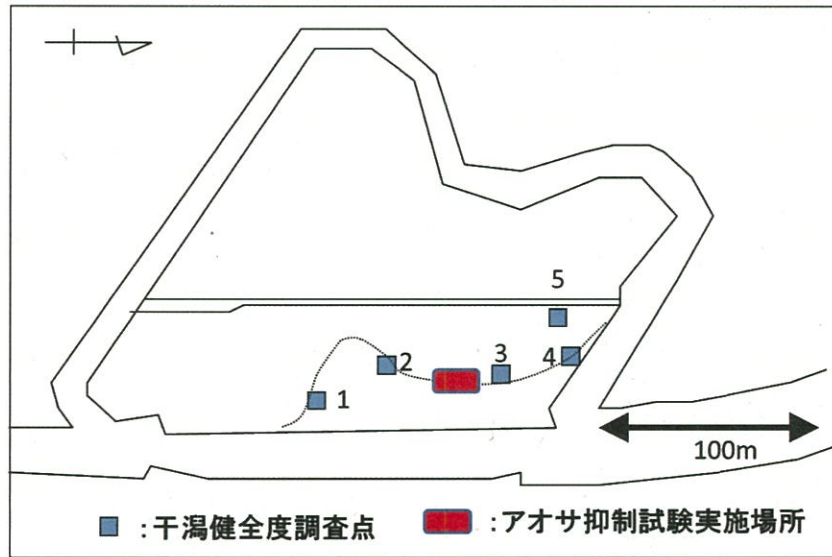


図4 干潟健全度調査・アオサ抑制試験実施位置図

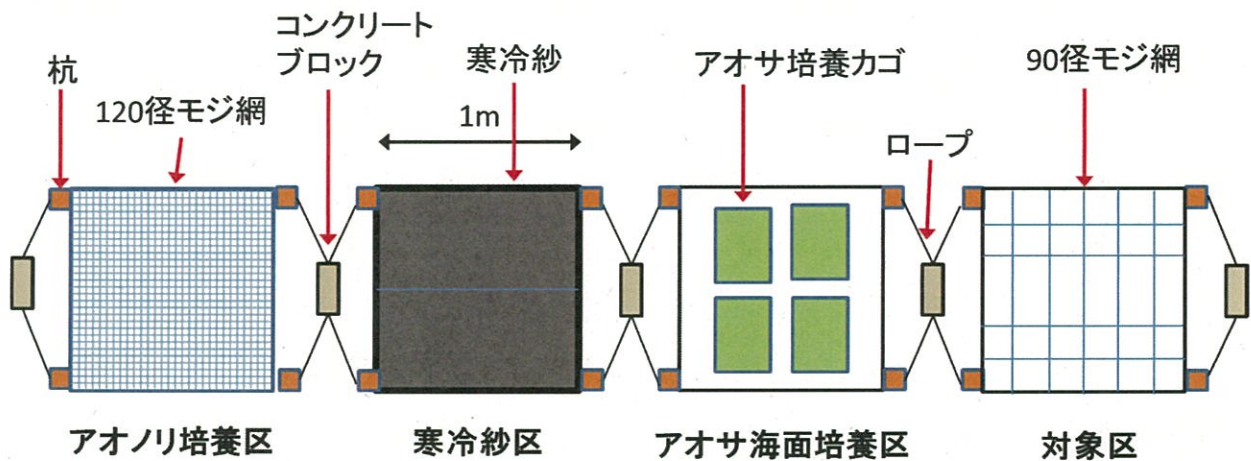


図5 アオサ抑制試験・試験区設置平面図

4) 各調査機関との情報交換会

阪南2区人工干潟で調査業務を行っている、特定非営利活動法人環境教育技術振興会（以下NPO法人CANとする。）ときしわだ自然資料館とで調査計画と調査成果についての情報交換会を開催した。

実施時期・回数：平成24年11月、平成25年3月、計2回

調査結果と考察

1) 環境調査・そりネット調査

①環境調査

平成24年6月26日、7月24日、8月21日、9月18日、10月29日に測定した底層の水温、塩分、酸素飽和度および水深の分布図を図6～25に示し、測定データを付表1～4に示した。

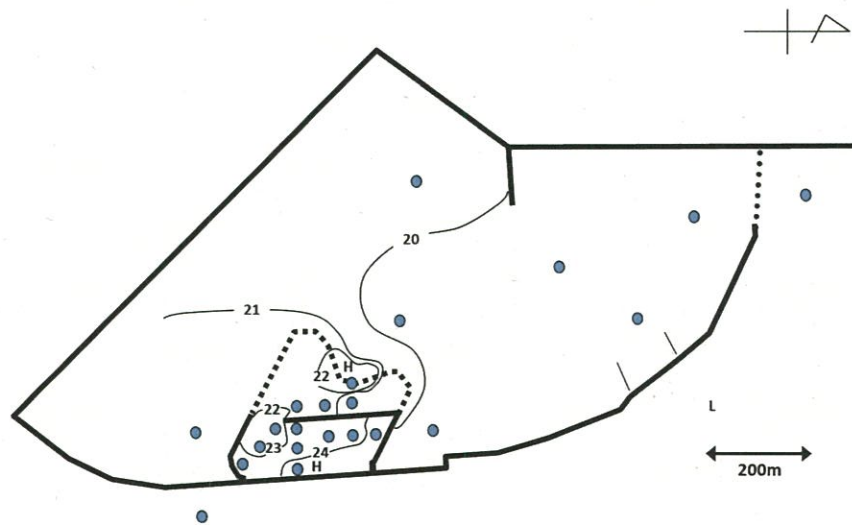


図6 平成24年6月26日 底層水温(°C)

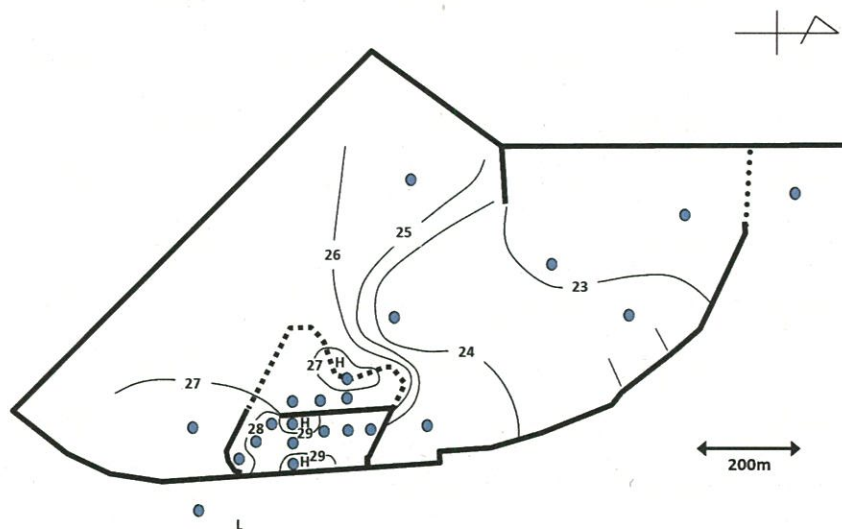


図7 平成24年7月24日 底層水温(°C)

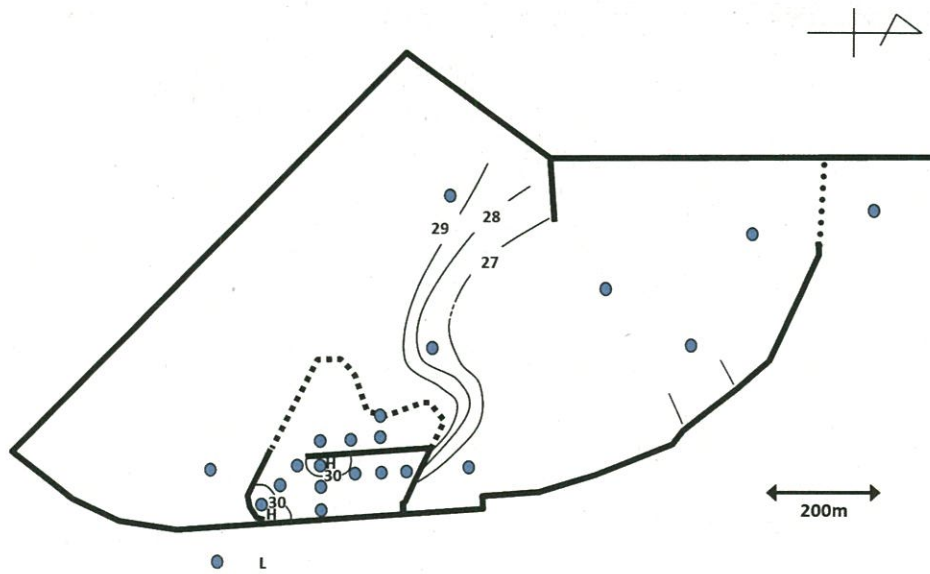


图8 平成24年8月21日 底層水温(°C)

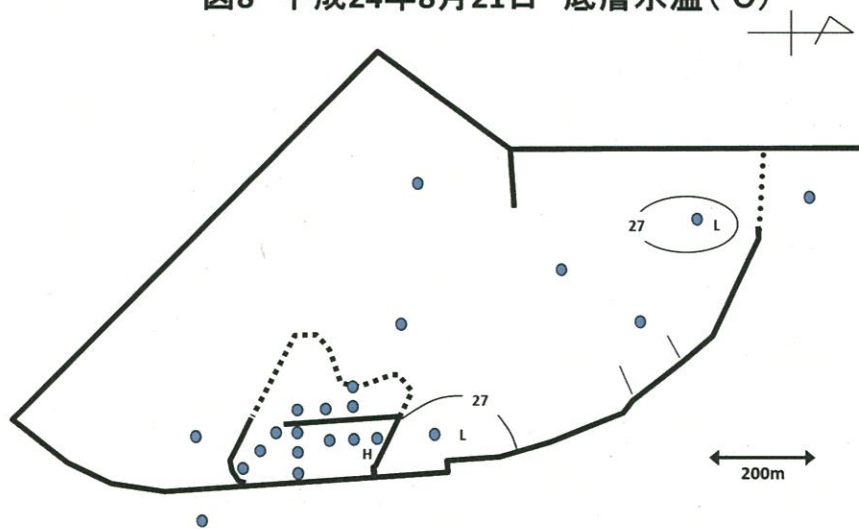


图9 平成24年9月18日 底層水温(°C)

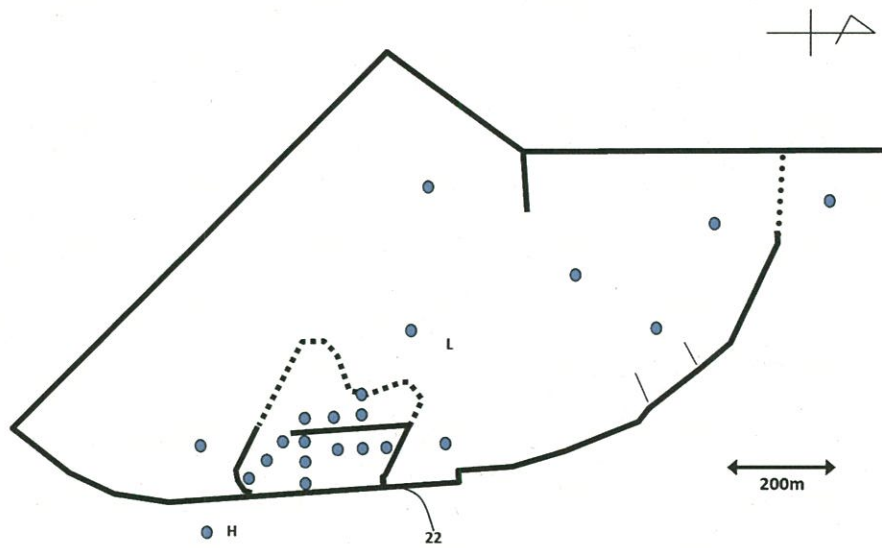


图10 平成24年10月29日 底層水温(°C)

6月26日の底層水温は、内部水域の中央より北側と外部水域では20℃未満であったが、人工干潟内部は20.86~24.60℃あり、5℃以上の温度差があった。7月24日の底層水温の全点平均値は26.45℃で、6月26日の21.74℃より4.71℃高くなった。特に人工干潟内部では29℃を越える点もあった。8月21日には、人工干潟内部とSt.8、9の底層水温は29℃以上となり、人工干潟内部では30℃以上の点もあった。9月18日の底層水温は、外部水域のSt.1、10、内部水域のSt.2、3、4、6では8月21日より昇温したが、その他の内部水域の定点と人工干潟内は低下を示した。10月29日には、外部水域のSt.10を除き21℃台まで低下した。

6月26日の底層塩分は、内部水域と外部水域はSt.5、8を除く点で31を越える値となったが、人工干潟内部では25.67~30.63となり26を下回る場所もみられた。7月24日の底層塩分は25.18~30.84となり31以上の値は認められず、内部水域と外部水域は6月26日より低下したが、人工干潟内部は25.18~28.62を示し、B・S、B・M、B・Eを除き大きな低下はなかった。8月21日は29.83~31.43となり、7月24日調査時より高めの値を示した。9月18日はさらに高めになり、30.41~31.67の値を示し、30未満の地点は認められなくなった。底層塩分の上昇傾向は10月29日にも認められ、全調査点の底層塩分は31.18~31.59となり、人工干潟内部も31以上の値を示し、全体的に塩分差が小さくなった。

6月26日の底層酸素飽和度は18.0~212.0%であった。St.2、6、7、9で40%未満の貧酸素状態となっており、人工干潟北側近傍のSt.7では18.0%まで低下したが、人工干潟内部の酸素飽和度は50.6~212.0%あった。7月24日は内部水域の北側と外部水域で貧酸素化し、St.2、3、10では酸素飽和度10%未満の無酸素状態を呈していたが、人工干潟内部は88.5~190.9%であった。8月21日に観測された貧酸素水塊の範囲は7月24日と大差なかったが、無酸素状態となったのはSt.2のみであった。9月18日には無酸素水塊は認められなかったが、内部水域と外部水域全域が30%未満の強い貧酸素状態となり、人工干潟では中仕切り堤内側まで貧酸素化し、B・S、B・Eではそれぞれ13.0、16.0%となり20%未満となった。10月29日の底層酸素飽和度は74.0~118.7%あり、貧酸素水塊は観測されなかった。

水深は内部水域の出入り口付近のSt.2、3では8mより深い水深が維持されていた。

阪南2区北側海域で夏季に発生する貧酸素水塊は、水深が深いSt.2、3あるいはSt.7で発生し、人工干潟より北側の内部水域に拡大した後に、一時的に人工干潟内に浸入するのが近年の動向パターンであった。今年度も同様のパターンとなったが、人工干潟内部の貧酸素化はこれまで7月または8月に発生しており、9月に起きたのは初めてであった。この9月18日の底層環境は水温、塩分ともほぼ均一に分布していることから、この人工干潟内の貧酸素化は、深い場所で発生した貧酸素水塊が浮上・浸入したものとみられる。昨年度に起きた人工干潟内部への貧酸素水塊の浸入は、台風接近時に吹いた北または東よりの風による貧酸素水塊の浮上減少によるものであった。今年度の場合も、調査日の数日前に台風の接近に伴うとみられる風が記録されている^{1,2)}ことから、今年度の貧酸素水塊の浸入も同様のメカニズムによるものと推察された。

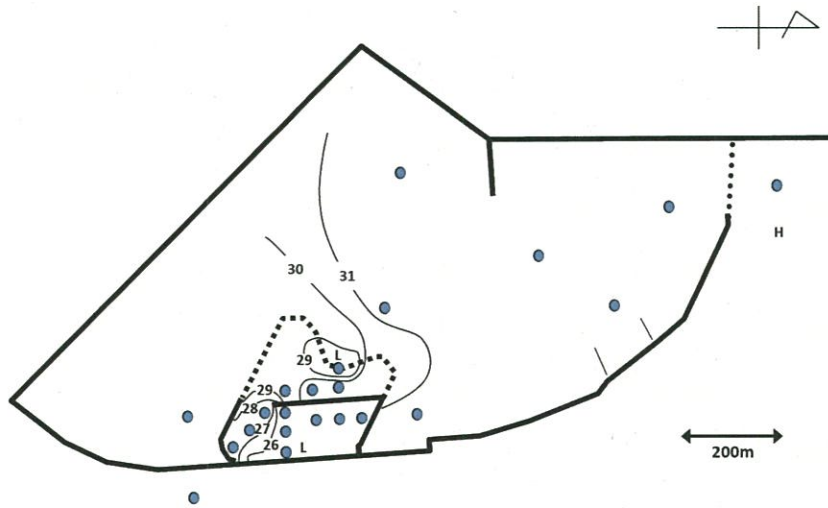


图11 平成24年6月26日 底層塩分 (psu)

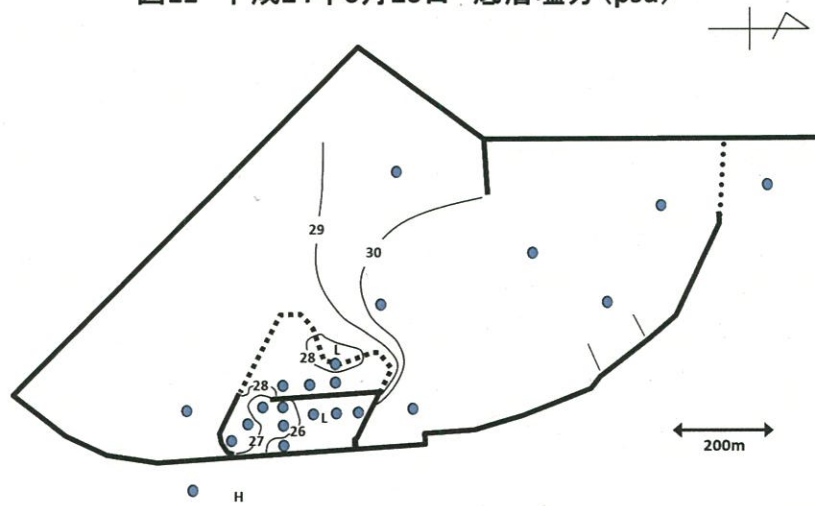


图12 平成24年7月24日 底層塩分 (psu)

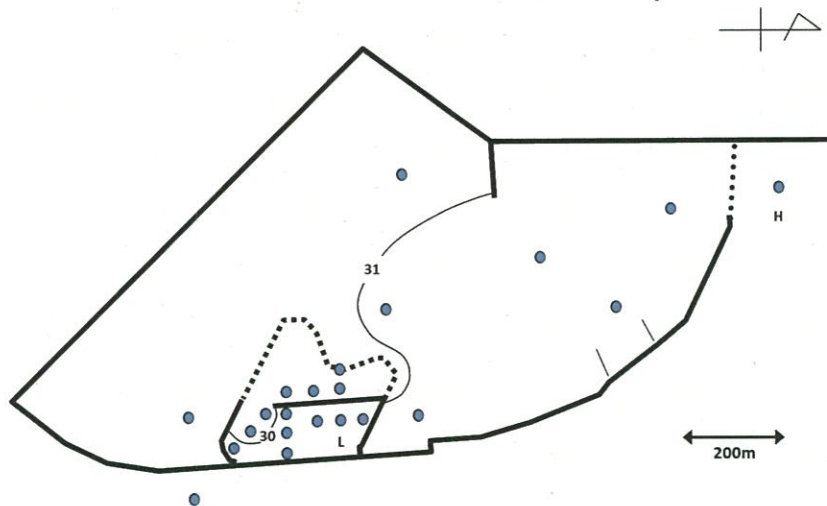


图13 平成24年8月21日 底層塩分 (psu)

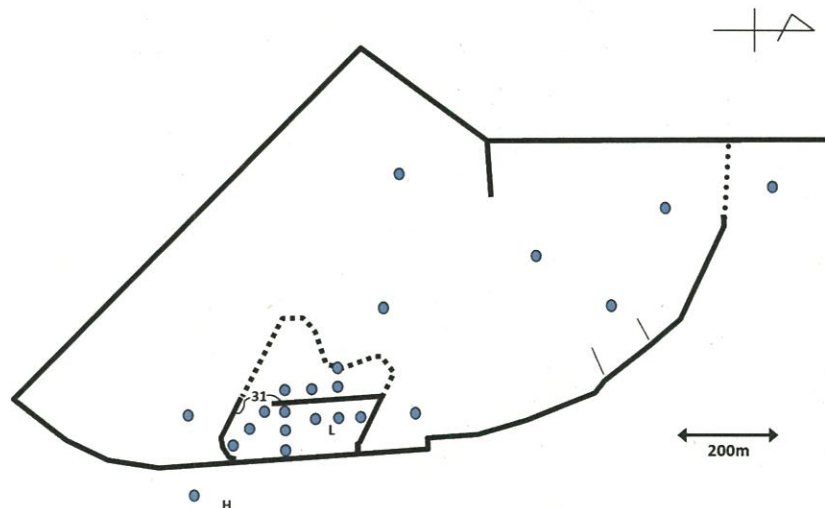


图14 平成24年9月18日 底層塩分 (psu)

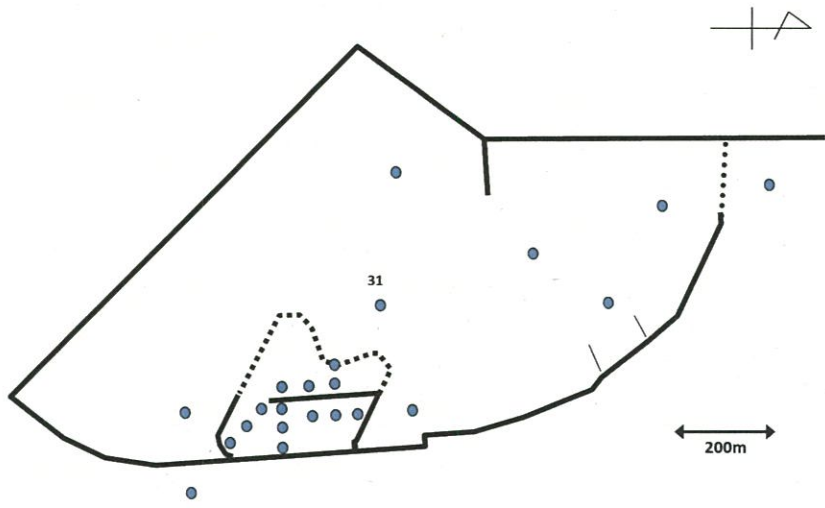


图15 平成24年10月29日 底層塩分 (psu)

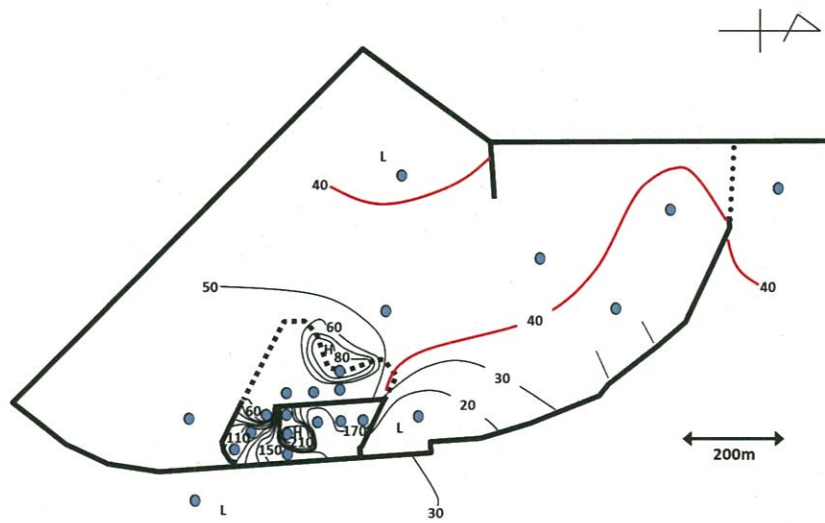


图16 平成24年6月26日 底層酸素飽和度(%)

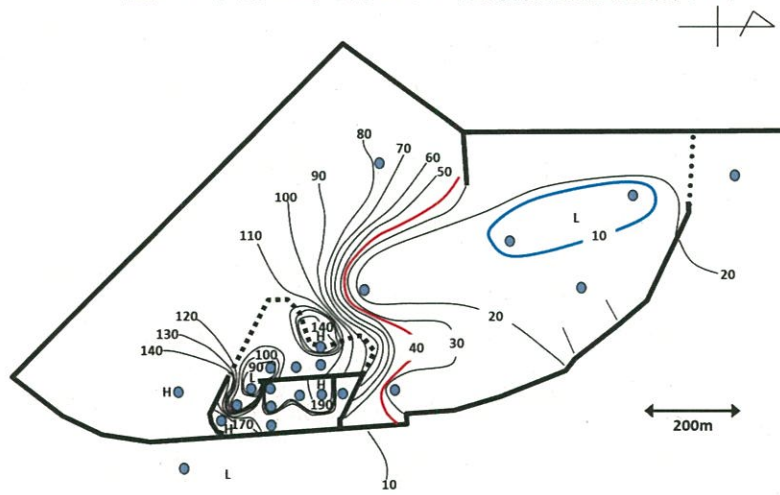


图17 平成24年7月24日 底層酸素飽和度(%)

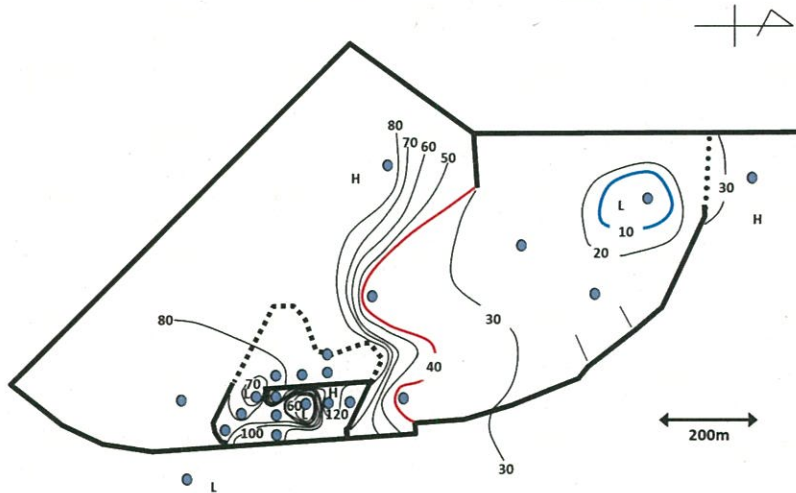


图18 平成24年8月21日 底層酸素飽和度(%)

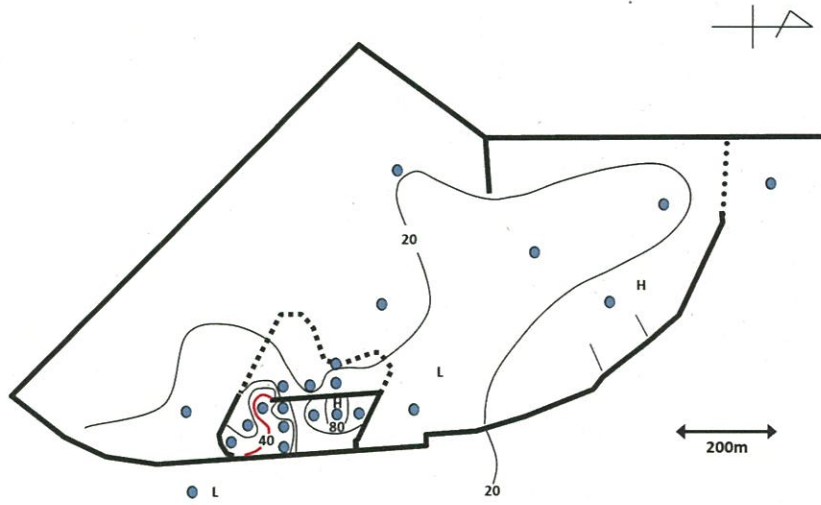


图19 平成24年9月18日 底層酸素飽和度(%)

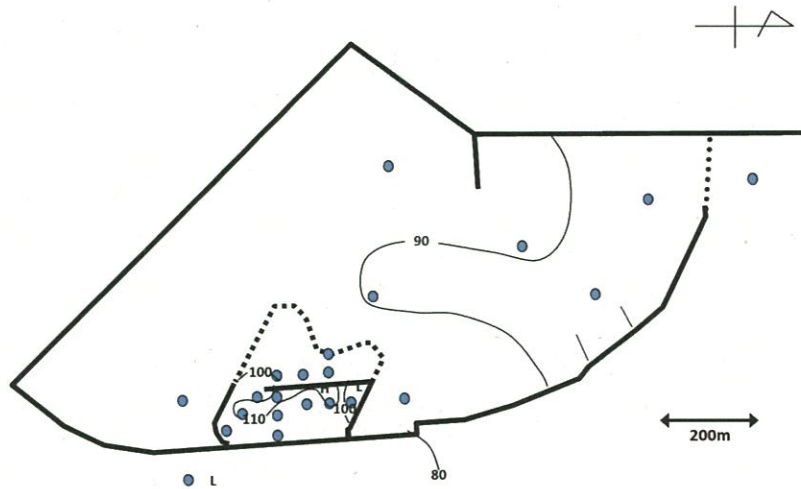


图20 平成24年10月29日 底層酸素飽和度(%)

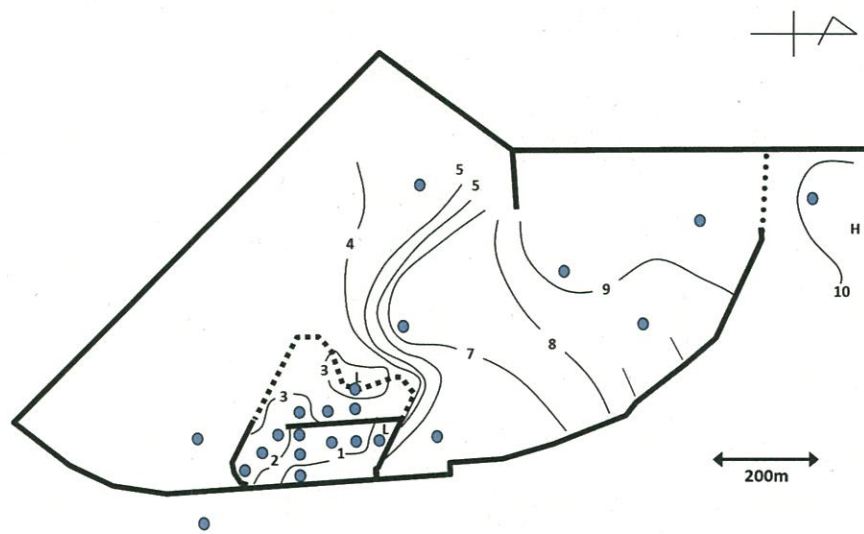


図21 平成24年6月26日 水深(m)

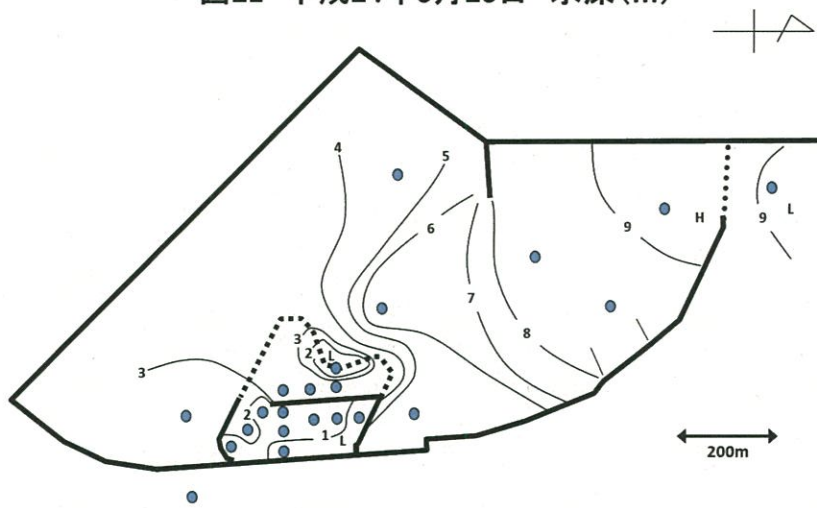


図22 平成24年7月24日 水深(m)

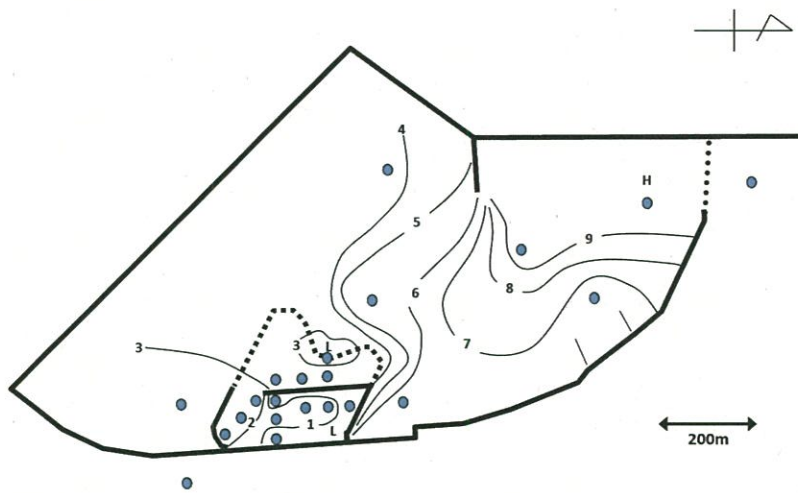


図23 平成24年8月21日 水深(m)

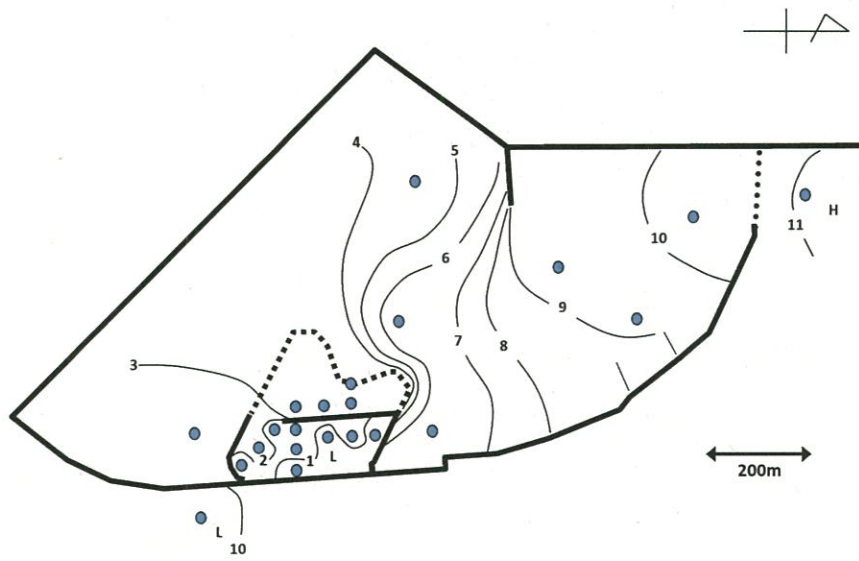


图24 平成24年9月18日 水深(m)

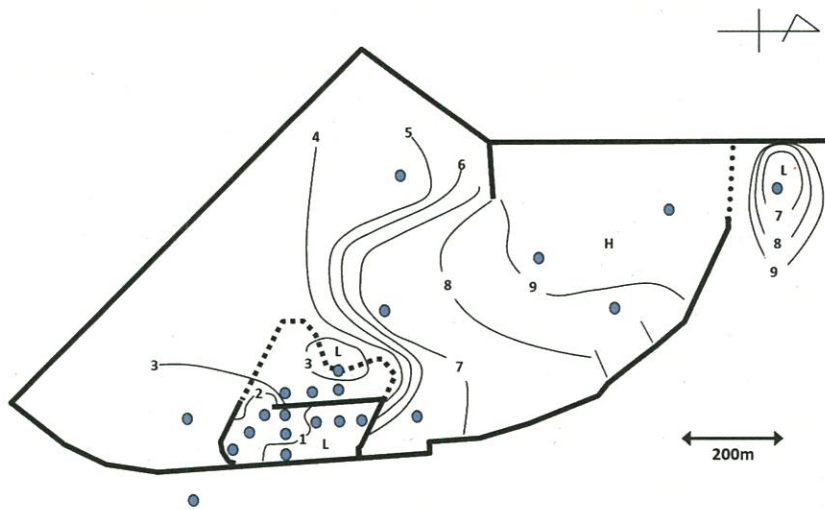


图25 平成24年10月29日 水深(m)

②そりネット調査

・6月26日調査の概要

内部水域は濁りが認められ透明度は低めであった。人工干潟・覆砂区の潮溜まりはアオサが所々に繁茂しており、そりネット（E線）に入網があった（図26）。同時にツメタガイ（アサリ食害生物）の卵塊も入網した（図27）。人工干潟・覆砂区の前浜部（C線）は大量のアオサに覆われており、そりネット口をアオサが塞いだ（写真28）ため入網物は少なくなった（図29）。人工干潟中仕切り堤内側の非覆砂区（F線）ではアオサの他にオゴノリも入網した（図30）。人工干潟・浚渫土砂区（B線）では泥とともにアオサと数種の海藻が入網し（図31）、キヒトデ、イトマキヒトデも認められた。



図26 そりネットに入網したアオサ



図27 ツメタガイ卵塊



図28 そりネットを塞ぐアオサ



図29 そりネット（C線）の入網物

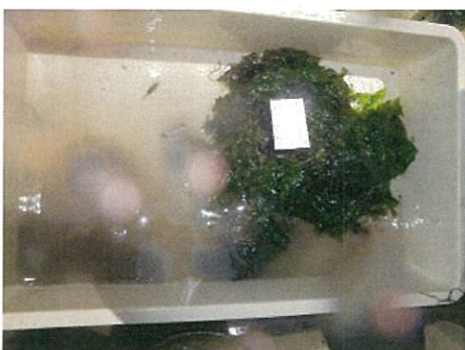


図30 そりネット（F線）の入網物



図31 そりネット（B線）の入網物

・7月24日調査の概要

人工干潟・覆砂区の潮溜まりではアオサが大量に繁茂しており、この場所（E線）で曳網したそりネットにはアオサが大量に掛かった（図32）。人工干潟・覆砂区の前浜部（C線）は前回調査時と同様にアオサに覆われていたが、枯死しかけたアオサやアオサの非繁茂場所も所々にみられた。そりネットの開口部を多量のアオサが塞いだため入網物は少なかった（図33、34）。人工干潟中仕切り堤内側の非覆砂区（F線）はE線、C線に比べアオサが少なく（図35）、入網物には水産有用種のヨシエビが認められた（図36）。人工干潟・浚渫土砂区（B線）では、泥と共にアオサが多く入網した（図37）。入網物中にはイシガニ、マハゼなどが認められた。



図32 そりネットを塞ぐアオサ（E線）



図33 そりネットを塞ぐアオサ（C線）

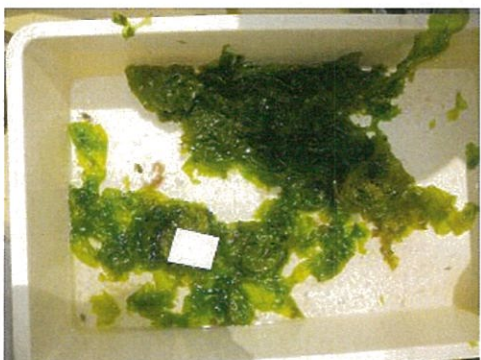


図34 そりネット入網物（C線）



図35 曳網直後のそりネット（F線）



図36 そりネット（F線）の入網物



図37 そりネット（B線）の入網物

・ 8月21日調査の概要

人工干潟・覆砂区の潮間帯と潮下帯のほぼ一面がアオサに覆われていた。そのため、人工干潟覆砂区・潮溜まり (E線)、人工干潟・覆砂区の前浜部 (C線) ともそりネットの開口部がアオサに塞がれ入網物が少なくなった (図38、39、40、41)。人工干潟中仕切り堤内側の非覆砂区 (F線) では、アオサ類がまとまって入網したが、E線、C線と異なりアナアオサが主体であった (図42)。人工干潟・浚渫土砂区 (B線) では、泥と共にアオサやオゴノリが入網しトゲアメフラシ、キヒトデなどがみられた (図43)。



図38 曳網直後のそりネット (E線)

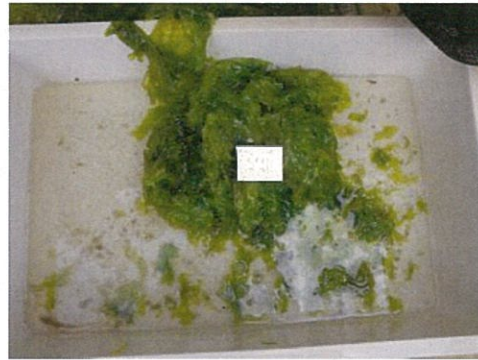


図39 そりネット (E線) の入網物



図40 曳網直後のそりネット (C線)

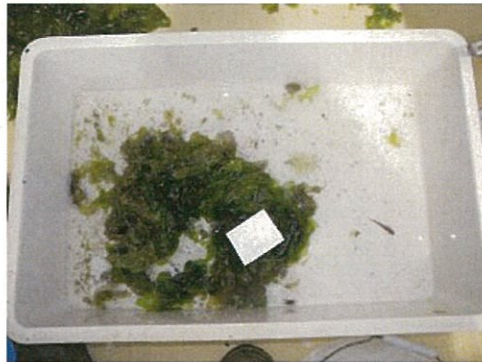


図41 そりネット (C線) の入網物



図42 そりネット (F線) の入網物



図43 そりネット (B線) の入網物

・9月18日調査の概要

当日の天候は雨のち曇りであったためか、アオサが濃密に分布する人工干潟・覆砂区の酸素飽和度も44.7~81.0%と低めであった。人工干潟・覆砂区の潮溜まり(E線)では、アオサが多く入網し(図44)、ウロハゼ、スジエビモドキなどが採捕された。人工干潟・覆砂区の前浜部(C線)でもアオサが多く入網したが、硫化水素臭があり、黒化した葉体もみられた。(図45)。人工干潟中仕切り堤内側の非覆砂区(F線)では、黒色泥と共にアオサとオゴノリがほぼ1/2ずつ入網した(図46)。一方、人工干潟・浚渫土砂区(B線)では、著しい貧酸素状態(酸素飽和度13.0~26.7%)のため、死亡したとみられるホトトギスガイ、イヨスダレなどの二枚貝が多く入網した(図47、48、49)。



図44 そりネット(E線)の入網物



図45 そりネット(C線)の入網物



図46 そりネット(F線)の入網物



図47 そりネット(B線)の入網物



図48 死亡直後のイヨスダレ(B線)



図49 死亡直後のホトトギスガイ

・ 10月29日調査の概要

人工干潟・覆砂区にはまだ多量のアオサが繁茂していた。人工干潟・覆砂区の潮溜まり(E線)、人工干潟・覆砂区の前浜部(C線)ともアオサが多く入網した(図50、51)。人工干潟中仕切り堤内側の非覆砂区(F線)でも同様にアオサが入網した(図52)。F線ではタイワンガザミの採捕があった(図53)。人工干潟・浚渫土砂区では、先月の貧酸素化で死亡したと思われる二枚貝の貝殻が泥と共に入網したが、魚類・甲殻類の採捕は少なかった(図54)。



図50 そりネット(E線)入網物



図51 曳網直後のそりネット(C線)



図52 そりネット(F線)入網物



図53 F線で採捕されたタイワンガザミ



図54 そりネット(B線)入網物

そりネット調査で採捕された魚類を表1~4に示した。人工干潟・覆砂区の潮溜まりで曳網したE線では、6月26日~10月29日の5回の調査で8種、23個体の魚類が採捕された。最も優占したのは12個体出現したヒメハゼ(図55)だった。その他の魚類は、スジハゼB(図56)の4個体を除き、1~2個体しか採捕がなかった。

表1 そりネットE線(人工干潟・覆砂区・潮溜まり)で採捕された魚類

科名	種名	学名\月日	6/26	7/21	8/21	9/18	10/29	計
クロサギ科	クロサギ	<i>Gerres equulus</i>				1		1
アイゴ科	アイゴ	<i>Siganus fuscusdens</i>					1	1
シマイサキ科	シマイサキ	<i>Rhyncopelate Oxyhynchus</i>			1	1		2
ハゼ科	マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>			1			1
	スジハゼB	<i>Acentrogobius sp. B</i>	3			1		4
	ヒメハゼ	<i>Favonigobius gymnauchen</i>	2	5	1		4	12
	ウロハゼ	<i>Glossogobius olivaceus</i>					1	1
	ニクハゼ	<i>Gymnogobius heptacanthus</i>		1				1
種数			2	2	3	3	3	8
個体数			5	6	3	3	6	23



図55 ヒメハゼ



図56 スジハゼA(上)、スジハゼB(下)

人工干潟・覆砂区の前浜部で曳網を行ったC線では8種、34個体の魚類が採捕された。最も多く出現した種は、9個体の採捕があったスジハゼAとスジハゼB(図56)であった。今年度、この場所で採捕された魚類は全てハゼ科魚類であった。

表2 そりネットC線(人工干潟・覆砂区)で採捕された魚類

科名	種名	学名\月日	6/26	7/21	8/21	9/18	10/29	計
ハゼ科	マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>			2	3	2	7
	スジハゼA	<i>Acentrogobius sp. A</i>			2	3	4	9
	スジハゼB	<i>Acentrogobius sp. B</i>	5	1	2	1		9
	スジハゼsp.	<i>Acentrogobius sp.</i>	1					1
	ヒメハゼ	<i>Favonigobius gymnauchen</i>		1			3	4
	ウロハゼ	<i>Glossogobius olivaceus</i>					1	1
	ニクハゼ	<i>Gymnogobius heptacanthus</i>				1		1
	アカオビシマハゼ	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	2					2
	種数			3	2	3	4	4
個体数			8	2	6	8	10	34

人工干潟の中仕切り堤内側の非覆砂区（F線）では7種、139個体の魚類が採捕された。最優占種は78個体の採捕があったスジハゼA（図56）で、第2優占種は31個体の採捕があったニクハゼ（図57）、第3優占種は21個体のマハゼ（図58）であった。

表3 そりネットF線(人工干潟・土砂区)で採捕された魚類

科名	種名	学名\月日	6/26	7/21	8/21	9/18	10/29	計
タイ科	キチヌ	<i>Acanthopagrus latus</i>					2	2
コチ科	マゴチ	<i>Platycephalus</i> sp.				1		1
ハゼ科	マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	17	2		2		21
	スジハゼA	<i>Acentrogobius</i> sp. A		1	29	46	2	78
	スジハゼB	<i>Acentrogobius</i> sp. B			2			2
	ニクハゼ	<i>Gymnogobius heptacanthus</i>		30			1	31
	アカオビシマハゼ	<i>Tridentiger trignocephalus</i>	2	1	1			4
種数			2	4	3	3	3	7
個体数			19	34	32	49	5	139



図57 ニクハゼ



図58. マハゼ

人工干潟・浚渫土砂区（B線）では9種、102個体の魚類が出現した。強く貧酸素化した9月18日には、比較的低い溶存酸素条件下でも生息が可能なマハゼ（図58）³⁾が4個体認められたのみであった。最優占種は50個体出現したマハゼで、7月21日以外の全ての調査時に出現した。

表4 そりネットB線(人工干潟・浚渫土砂区)で採捕された魚類

科名	種名	学名\月日	6/26	7/21	8/21	9/18	10/29	計
タイ科	クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	1					1
ハゼ科	マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	49	1				50
	スジハゼA	<i>Acentrogobius</i> sp. A	2		16	4	2	24
	スジハゼB	<i>Acentrogobius</i> sp. B		1				1
	ヒメハゼ	<i>Favonigobius gymnauchen</i>			8		8	16
	ウロハゼ	<i>Glossogobius olivaceus</i>			2			2
	アカオビシマハゼ	<i>Tridentiger trignocephalus</i>	6					6
カワハギ科	アミメハギ	<i>Rudarius ercode</i>					1	1
フグ科	クサフグ	<i>Takifugu niphobles</i>	1					1
種数			5	2	3	1	3	9
個体数			59	2	26	4	11	102

そりネットで採捕された十脚目甲殻類を表5~8に示す。人工干潟・覆砂区の潮溜まり（E線）では、5回の調査で7種、91個体の甲殻類が出現した。最も多く出現したのは、スジエビモドキ（図59）の69個体であった。

表5 そりネットE線(人工干潟・覆砂区・潮溜まり)で採捕された甲殻類(十脚目)

科名	種名\月日	学名\月日	6/26	7/21	8/21	9/18	10/29	計
クルマエビ科	クマエビ	<i>Penaeus semisulcatus</i>		1	2			3
テッポウエビ科	テッポウエビ	<i>Alpheus brevicristatus</i>				1		1
テナガエビ科	スジエビモドキ	<i>Palaemon serrifer</i>		2	2	55	10	69
	ユビナガスジエビ	<i>Palaemon macrodactylus</i>	6			4	1	11
ヤドカリ科	ユビナガホンヤドカリ	<i>Pagurus minutus</i>	1		2			3
ガザミ科	タイワンガザミ	<i>Portunus pelagicus</i>					1	1
モクスガニ科	タカノケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	2			1		3
	種数		3	2	3	4	3	7
	個体数		9	3	6	61	12	91

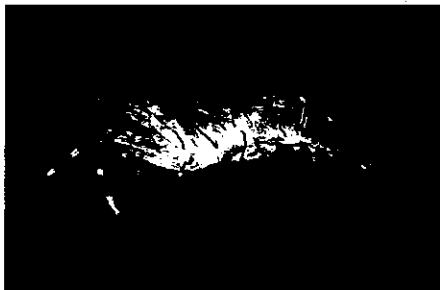


図59 スジエビモドキ

人工干潟・覆砂区の前浜部（C線）では14種、191個体の採捕があった。最優占種はE線と同様スジエビモドキ（図59）で、第2優占種は53個体出現したタカノケフサイソガニ（図60）、第3優占種は、スジエビモドキの近縁種で、32個体出現したユビナガスジエビ（図61）であった。水産有用種はタイワンガザミ（図62）が4個体、ヨシエビ（図63）が2個体、クマエビ（図64）が1個体確認された。

表6 そりネットC線(人工干潟・覆砂区)で採捕された甲殻類(十脚目)

科名	種名	学名\月日	6/26	7/21	8/21	9/18	10/29	計
サクラエビ科	アキアミ	<i>Acetes japonicus</i>					1	1
クルマエビ科	クマエビ	<i>Penaeus semisulcatus</i>			1			1
	ヨシエビ	<i>Metapenaeus ensis</i>					2	2
テッポウエビ科	テッポウエビ	<i>Alpheus brevicristatus</i>			1			1
	セジロムラサキエビ	<i>Athanas japonicus</i>			5	1	1	7
テナガエビ科	スジエビモドキ	<i>Palaemon serrifer</i>	1	17	13	43	3	77
	ユビナガスジエビ	<i>Palaemon macrodactylus</i>	7	3	2	12	8	32
	イソスジエビ	<i>Palaemon pacificus</i>		4				4
ヤドカリ科	ユビナガホンヤドカリ	<i>Pagurus minutus</i>	4	1		1		6
ガザミ科	タイワンガザミ	<i>Portunus pelagicus</i>				2	2	4
	イシガニ	<i>Charybdis japonica</i>				1		1
モクスガニ科	ケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>			1			1
	タカノケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus takanoi</i>		5	37	9	2	53
	スネナガイソガニ	<i>Hemigrapsus longitarsis</i>	1					1
	種数		4	5	7	7	7	14
	個体数		13	30	60	69	19	191



図 60 タカノケフサイソガニ



図 61 ユビナガスジエビ



図 62 タイワンガザミ



図 63 ヨシエビ



図 64 クマエビ

人工干潟中仕切り堤内側の非覆砂区（F線）では14種、272個体の十脚目甲殻類が採捕された。最優占種はスジエビモドキ（図59）で120個体が出現した。水産有用種のクマエビ（図64）は13個体、ヨシエビ（図63）は9個体が採捕された。

表7 そりネットF線（人工干潟・土砂区）で採捕された甲殻類（十脚目）

科名	種名	学名\月日	6/26	7/21	8/21	9/18	10/29	計
クルマエビ科	クマエビ	<i>Penaeus semisulcatus</i>		2	7	4		13
	ヨシエビ	<i>Metapenaeus ensis</i>		1	6	2		9
テッポウエビ科	テッポウエビ	<i>Alpheus brevicristatus</i>		3	2	7		12
	セジロムラサキエビ	<i>Athanas japonicus</i>	2	1	11	44	1	59
モエビ科	ヤマトモエビ	<i>Eualus leptognathus</i>	1					1
テナガエビ科	スジエビモドキ	<i>Palaemon serrifer</i>	48	14	33	18	7	120
	ユビナガスジエビ	<i>Palaemon macrodactylus</i>	4	13	4	4	11	36
ヤドカリ科	ユビナガホンヤドカリ	<i>Pagurus minutus</i>	3	2	1			6
コブシガニ科	ヘリトリコブシ	<i>Philyra heterograna</i>				1		1
ガザミ科	タイワンガザミ	<i>Portunus pelagicus</i>			1		5	6
	フタバベニツケガニ	<i>Thalamita sima</i>				1		1
モクズガニ科	ケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>			1			1
	タカノケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus takanoi</i>			4			4
	スネナガイソガニ	<i>Hemigrapsus longitarsis</i>				3		3
種数			5	7	10	9	4	14
個体数			58	36	70	84	24	272

人工干潟・浚渫土砂区（B線）では9種、58個体の十脚目甲殻類の採捕があった。最優占種は21個体採捕されたスジエビモドキ（図59）であった。水産有用種のクマエビ（図64）が16個体出現して、第2優占種となった。その他の水産有用種としてはヨシエビ（図63）、が1個体採捕された。9月18日は強く貧酸素化したため、クマエビ1個体の採捕しかなかった。10月29日もスジエビモドキが1個体出現したのみであった。

表8 そりネットB線（人工干潟・浚渫土砂区）で採捕された甲殻類（十脚目）

科名	種名	学名\月日	6/26	7/21	8/21	9/18	10/29	計
クマエビ科	クマエビ	<i>Penaeus semisulcatus</i>			15	1		16
	ヨシエビ	<i>Metapenaeus ensis</i>			1			1
テッポウエビ科	セジロムラサキエビ	<i>Athanas japonicus</i>	1		1			2
モエビ科	ヤマトモエビ	<i>Eualus leptognathus</i>	6					6
テナガエビ科	スジエビモドキ	<i>Palaemon serrifer</i>	13	4	3		1	21
	ユビナガスジエビ	<i>Palaemon macrodactylus</i>		9				9
ヤドカリ科	ユビナガホンヤドカリ	<i>Pagurus minutus</i>	1					1
ワタリガニ科	イシガニ	<i>Charybdis japonica</i>		1				1
モクズガニ科	スナナガイソガニ	<i>Hemigrapsus longitarsis</i>		1				1
	種数		4	4	4	1	1	9
	個体数		21	15	20	1	1	58

平成21年度から平成24年度にそりネットで採捕された魚類の種数と個体数を表9、甲殻類の種数と個体数を表10に示した。魚類種数は、調査線Fでは減少傾向を示したが、年ごとの増減があり、大きな変化は認められなかった。魚類の個体数は、調査線Eでは減少傾向を示し、調査線Cでは平成23年度までは概ね横ばいであったが、平成23年度には低下を示した。調査線Fでは、平成21年から平成22年度にかけて減少したが、平成23年度以降は増加傾向であった。調査線Bは、調査線Fと逆に、平成21年度から平成22年度にかけて増加した後、減少傾向に転じた。甲殻類は、調査線E、Bでは減少傾向を示した。甲殻類個体数は、調査線Eでは平成23年度まで低下傾向であったが、平成24年度には前年度よりやや増加となった。調査線C、Fでは年変動はみられるが、増減の傾向は顕著ではない。調査線Bは平成22年度には前年度より増加したが、それ以降は減少傾向が顕著であった。魚類個体数、甲殻類個体数とも減少傾向を示しているのは、調査線E、Bであった。この内、調査線Bについては、前述のとおり貧酸素化が顕著であったことから、その影響とみられた。

表9 魚類・H21-H24比較

調査線(水深)	魚類種数				魚類個体数			
	H21	H22	H23	H24	H21	H22	H23	H24
E(0.1~0.9m)	7	7	10	8	91	75	35	23
C(0.5~1.5m)	9	9	11	8	49	47	45	34
F(1.3~2.0m)	13	11	8	7	161	34	84	139
B(2.5~3.0m)	10	16	9	9	54	239	168	102

※ H21年度は6~9月、11月の値、H22~24年度は6~10月の値。

表10 甲殻類・H21-H24比較

調査線(水深)	甲殻類種数				甲殻類個体数			
	H21	H22	H23	H24	H21	H22	H23	H24
E(0.1~0.9m)	11	12	7	7	235	143	62	91
C(0.5~1.5m)	12	11	9	14	166	328	261	191
F(1.3~2.0m)	12	14	13	14	256	291	246	272
B(2.5~3.0m)	12	12	11	9	170	409	145	58

※ H21年度は6~9月、11月の値、H22~24年度は6~10月の値。

2) 干潟健全度調査

調査を行った5調査点の概況を表11及び図65～69に示す。例年、この時期の調査点ではアオサが繁茂している場合が多かったが(図70)、今年度はアオサの勢力が弱く、St.2、4、5のように、紅藻のケイギスが大量繁茂している場所もあった。

表11 干潟健全度調査点の概要

調査点	概況
1	アオサ溜まりの上、砂質だが1点のみ泥化している。
2	アオサ殆ど無く、ケイギスに覆われている。一部潮溜まり、潮溜まりの泥温高い。
3	アオサ殆ど無く、干上がっている。
4	2点干出、2点は水際でアオサとケイギスに覆われている。
5	潮下帯、ケイギスに覆われている。



図65 調査点1



図66 調査点2



図67 調査点3



図68 調査点4



図69 調査点5



図70 昨年同時期の調査点2

今年度の調査で多くの繁茂が認められたケイギス *Ceramium tenerrimum* (図 71) は、本州の中～南部、四国、九州、南西諸島に分布しており、タイドプールの縁などに多くみられる紅藻植物門真正紅藻綱イギス目イギス科の海藻で、その形状はごく細い糸状で、叉状に枝分かれしながら伸び、いくつもの枝が絡まり合っ塊状になる⁴⁾とされている。大阪湾では、岬町の豊国崎や長崎で確認されているが⁵⁾、阪南 2 区人工干潟では、過去にケイギスの大量繁茂の事例は無く、今年度のような事例は初めてのことであった。



図 71 塊状のケイギス

各点で底質の測定結果を表 12 に示す。泥温は大部分の観測点で 30℃を越えており、最高温度は 36.6℃に達するなど、極めて高い温度となった。酸化還元電位は 5～192mV で、還元状態を示した点はなかったが、St.5 では低い値となった。全硫化物は 0.01～0.07mg/g DM、強熱減量は 0.4～1.5%の範囲であった。泥分率(63 μ m 未満の粒子の割合)は 3.8～5.2%と低めであった。中央粒径値は St.2～5 は 239～354 μ m だったが、St.1 のみ高い値を示した。土壤硬度(貫入抵抗)は 17.6～29.6mm であった。

表 12 平成24年度阪南2区 干潟健全度調査(平成24年7月17日:底質測定結果)

調査点	泥温範囲 (°C)	平均泥温 (°C)	酸化還元電位 (mV)	全硫化物 (mg/gDM)	強熱減量 (%)	泥分率 (%)	中央粒径値 (μ m)	貫入抵抗 (mm)
1	31.5～34.2	32.5	172	0.01	0.4	3.8	1380	21.0
2	28.5～36.6	32.7	160	0.02	0.9	4.4	327	17.6
3	33.5～34.4	33.9	192	0.01	0.7	2.7	354	27.8
4	33.0～34.8	34.1	185	0.03	1.4	4.2	326	29.6
5	33.0～34.7	34.2	5	0.07	1.5	5.2	239	21.4

「砂質系干潟の健全度評価手法」（水産庁・（社）マリノフォーラム 21）⁶⁾の手法に従い、強熱減量と泥分率の関係から各調査点の底質評価を行った（図 72）。この評価手法によると、調査点 1、2、3 の底質は「不健全」、調査点 4、5 は「健全」と評価された。

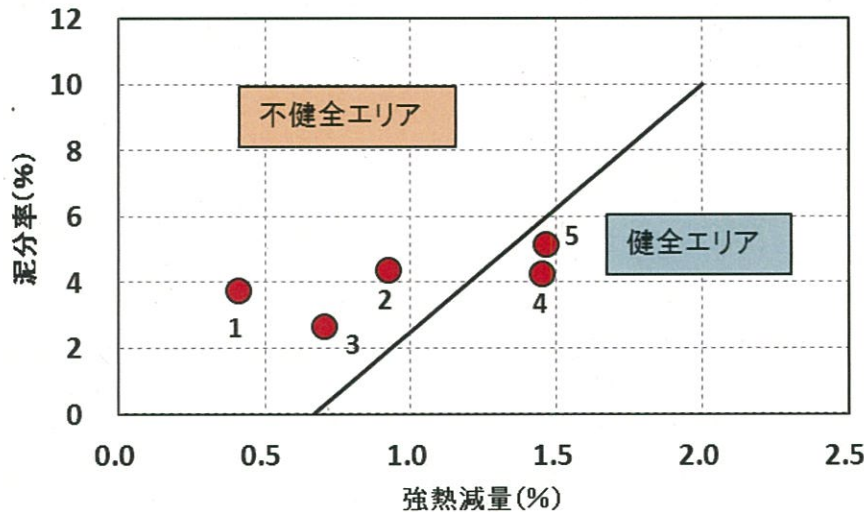


図72 底質の健全度評価

採取された水産有用二枚貝分布状況とその生物評価を表 13 に示す。なお、採捕された水産有用二枚貝は全てアサリであった。1m² 当たりのアサリの湿重量は 17.1～62.2g/m² となり、生物評価基準では全調査点が「不健全」と評価された。この結果、調査点 1、2、3 は底質評価、生物評価とも「不健全」となり、調査点 4、5 は底質評価が「健全」、生物評価が「不健全」と評価された。

表13 水産有用二枚貝(アサリ)生息状況と生物評価(H24年度)

調査点	生息密度 (個体数/m ²)	単位面積湿重量 (g/m ²)	生物評価	底質評価
1	60	25.8	不健全	不健全
2	44	17.1	不健全	不健全
3	168	35.4	不健全	不健全
4	156	46.2	不健全	健全
5	72	62.2	不健全	健全

※ 生物評価基準

500g/m ² 以上	健全
100～500g/m ²	やや不健全
100g/m ² 未満	不健全

図 73 に泥分率と土壤硬度（貫入抵抗）との関係を示した。アサリの少ない地点では泥分・土壤硬度（貫入抵抗）が反比例関係にある⁶⁾とされている。本調査結果でも泥分率と土壤硬度（貫入抵抗）とに同様の関係が読み取れることから、現状の阪南 2 区人工干潟はアサリの生息が少ない状況にあると考えられる。

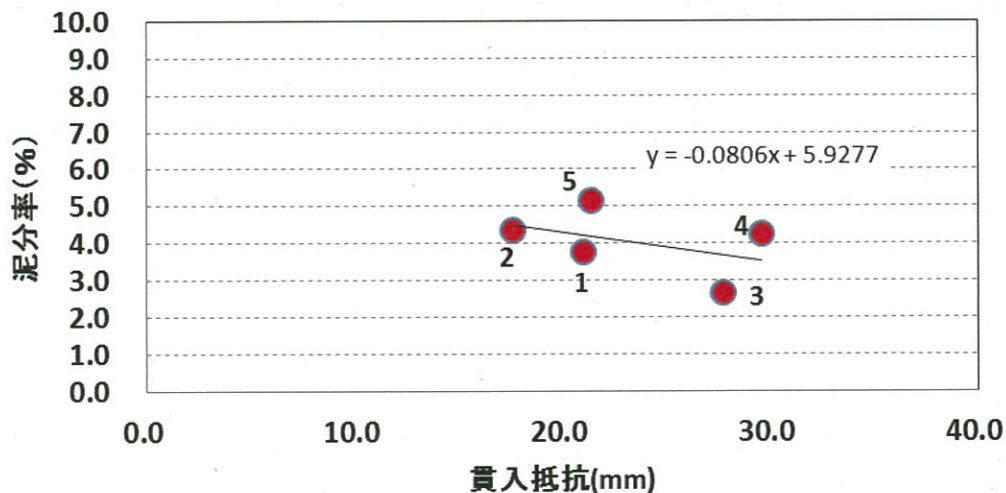


図73 土壤硬度と泥分率

阪南2区人工干潟の生物評価は、平成20年度は「健全」が2点、「やや不健全」が3点であったが、平成23年度には「やや不健全」が1点、「不健全」が4点となり、今年度は全点が「不健全」となった。このように生物評価は悪化傾向にある。これはアサリ生息密度(5調査点平均値)が、平成20年度の295個体/m²、平成23年度の234個体/m²から今年度の100個体/m²へ減少したこと、アサリの平均体重が平成20年度の1.33g、平成23年度の0.42gから今年度の0.37gへ低下したことが反映したためである。アサリ生息密度の低下が著しいのは、調査点5で、平成20、23年度の約1/10まで減少した。底質についても、今年度の調査点5は、酸化還元電位の最低値、全硫化物、強熱減量、泥分率の最高値を観測しており、最も底質が悪化した調査点となった。このような底質の悪化がアサリ生息密度低下や小型化の要因と考えられた。以上のことから、阪南2区人工干潟・覆砂区の潮間帯付近は、二枚貝(アサリ)の生息場として、急激にその環境が悪化しているものとみられた。

3) アオサ抑制試験

平成24年7月19日に人工干潟・覆砂区の潮間帯に設置した各試験区の設置状況を図74～78に示す。設置は11時45分～12時55分の間に行った。この時の気温は29.4℃、泥温は33.5℃、近傍の潮溜まりの水温は32.0℃、塩分は23.90であった。設置時の各試験区内部の光量子はアオノリ培養区で $1100\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 、寒冷紗区で $370\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 、アオサ培養区で $580\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 、対象区で $1370\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ であった。なお、アオノリ培養区の上には周辺に繁茂していたケイギス塊を置いた(図74)。



図74 アオノリ培養区



図75 寒冷紗区



図76 アオサ培養区



図77 対象区



図78 アオサ抑制試験・試験区設置状況

各試験区内部のアオサの回収、測定は8月16日に行った。なお、回収作業はNPO法人CANの協力により実施した。回収時、試験区の周辺はアオサで覆われており(図79)、ケイギスは全く認められなかった。各試験区にはスジアオノリが繁茂しており、アオノリ培養区と対象区で顕著であった(図80~83)。アオノリ培養区と対象区の上部に繁茂するスジアオノリの約80%を回収して、その湿重量を測定したところ、それぞれ1177.6g、1544.4gであった。



図79 回収時の試験区の状況



図80 回収時のアオノリ培養区



図81 回収時の寒冷紗区



図82 回収時のアオサ培養区



図83 回収時の対象区

回収時における各試験区内部の光量子は、アオノリ培養区で $49\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 、寒冷紗区で $29\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 、アオサ培養区で $50\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 、対象区で $520\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ であり、何れの区も設置時より大きく低下した。

各試験区の設置前と回収後のアオサの湿重量を表 14 に示した。どの試験区のアオサも増重量が認められたが、アオノリ培養区と、寒冷紗区の増加は、対象区に比べ少なく、この 2 区は抑制効果が認められた。アオサ培養区は、アオサ培養カゴ内のアオサが全て枯死しており、培養カゴ内で生長したアオサによる光抑制効果が無かったことに加え、スジアオノリの付着も他の試験区より少なかったことが、抑制効果の低下を招いたものと推察された。なお、培養カゴ内のアオサの枯死は、培養カゴが地表より高い位置にあり、干出時間が長くなったことによるものとみられた。対象区のアオサは試験期間中に 84.9 倍に増加したが、これは昨年度実施したアオサ培養試験で得られた 273~398 倍の増重量に比べると小さい値であった。これは昨年度の実験施設が海水面にあったのに対し、今年度は潮間帯の地表面にあったことから、干出が増重量の差に影響したものと考えられた。

表 14 平成 24 年度アオサ抑制試験結果

試験区	a)開始時湿重量 (g)	b)終了時湿重量 (g)	b)/a)
アオノリ培養区	0.42	1.02	2.4
寒冷紗区	0.47	3.01	6.4
アオサ培養区	0.42	27.50	65.5
対象区	0.40	33.97	84.9

昨年度のアオサ育成試験で、寒冷紗による暗条件下ではアオサの生長がほとんど認められなかったが、今年度の抑制試験結果でも寒冷紗区では生長抑制効果が認められたので、寒冷紗を用いたアオサ抑制は効果的であると考えられた。アオノリ培養区では、寒冷紗区と同等の効果があつたが、この手法を確立させるには、人工干潟においてアオノリを確実に繁茂させる手法の開発が必要不可欠である。

以上のことから、阪南 2 区人工干潟におけるアオサ大量繁茂の抑制には、干出時間の増大と光の抑制が有効であることが示された。このうち、前者については、干出率 40%以上で現場のアオサ現存量の減少がみられ、干出時間 4~8 時間 (25~35℃条件下) で光合成活性が低下したとされているので、人工干潟・覆砂区の北部に形成された潮溜まりの埋め戻しを行い、地盤高をこのような条件に合わせることで、アオサ大量繁茂の抑制が可能になると考えられる。

4) 各調査機関との情報交換会

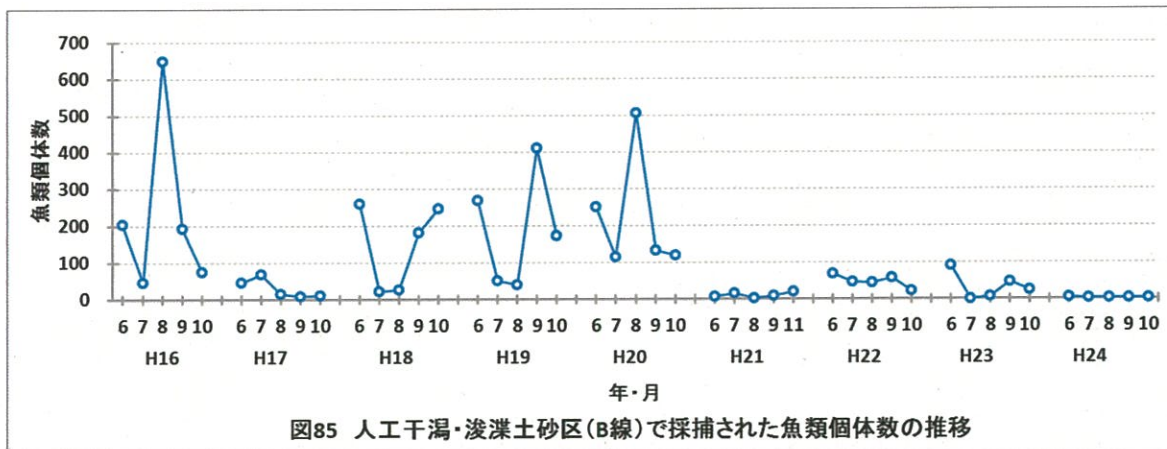
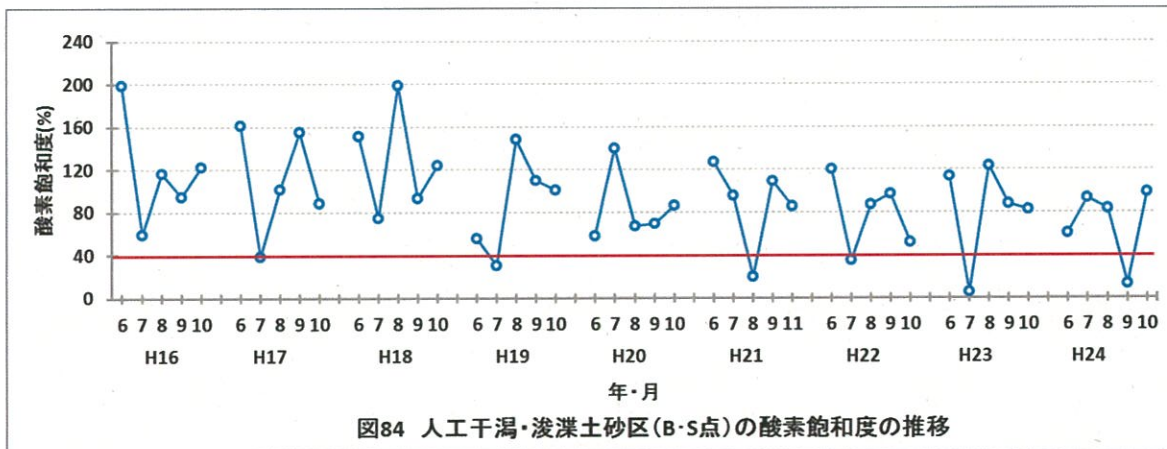
第 1 回成果情報交換会 (中間報告会) を平成 24 年 11 月 7 日に、水産技術センター研修室で開催した。第 1 回成果情報交換会では、各機関の調査結果の報告と質疑が行われた。第 2 回成果情報交換会 (最終報告会) は平成 25 年 3 月 18 日に水産技術センターで開催予定である。

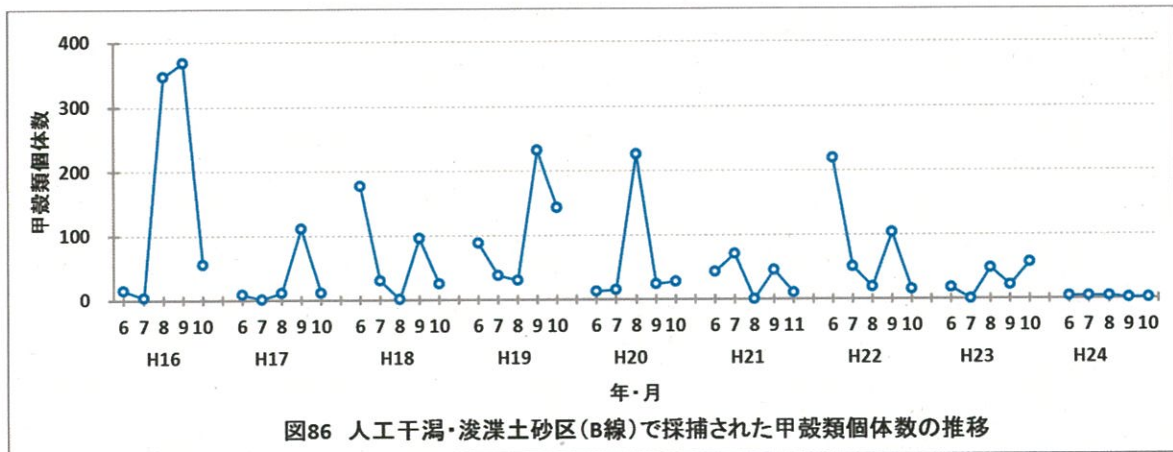
5) 阪南2区人工干潟の問題点

今年度の調査でも明らかになったように、阪南2区人工干潟には、底層の貧酸素化やアオサの大量繁茂などの問題が存在している。この二つの問題は生物の生息に影響を及ぼすもので、過去にも度々発生したことから、過去の調査データをふまえて、その影響や対策について検証を行う。

1. 人工干潟内部水域底層の貧酸素化

阪南2区人工干潟内部では底層の酸素飽和度が40%未満となる貧酸素化が、平成17、19年と平成21年以降毎年、中仕切り堤外側の人工干潟・浚渫土砂区で確認されており(図84)、中仕切り堤内側の非覆砂区でも平成21、23、24年に貧酸素化が認められている。この内、平成23、24年の貧酸素化については、阪南2区内部水域の出入り口付近の水深の深い場所で発生した貧酸素水塊が、台風の接近に伴う風により浮上・浸入したことが示されており、その他の貧酸素化についても酸素飽和度の水平分布状況から、人工干潟外で発生した貧酸素水塊が浸入したものとみられた。平成16年度に実施した調査では、人工干潟外で強い貧酸素水塊が発生して魚類の生息が不可能な状態になった時でも、人工干潟内には十分な溶存酸素があり、魚類の生息も確認され、この人工干潟に貧酸素水塊からの避難場所の機能があることが示された⁸⁾。平成16年から24年の6月～10月(平成21年のみ10月は欠測、11月データを使用)に人工干潟・浚渫土砂区でそりネット(50m 曳網×2回)で採捕された魚類と十脚目甲殻類の個体数の推移を図85、86に示す。貧酸素水塊が





毎年観測されるようになった平成 21 年以降、採捕された魚類の個体数は少なくなった。甲殻類は、魚類ほど顕著ではないが、平成 21 年以降、個体数の減少傾向が認められた。以上のことから、人工干潟・浚渫土砂区では、干潟造成直後の平成 16 年に認められた、貧酸素水塊発生時の水生生物の避難場所としての機能が低下したことが明らかとなった。人工干潟内部の貧酸素化は、前述のとおり内部水域で発生した貧酸素水塊の浸入によるものと考えられるので、人工干潟内部の貧酸素化を防ぐためには、内部水域の浅場化や外部水域との海水交換の活発化などを図り、内部水域の貧酸素水塊発生を抑制する必要がある。

2.アオサの大量繁茂

阪南 2 区人工干潟・覆砂区南部の前浜部と北部の潮溜まりには、夏季にアオサが大量繁茂し、グリーンタイド⁹⁾と呼ばれる状態になっている。阪南 2 区人工干潟では、平成 17 年の夏季に覆砂区南部の前浜部でアオサの大量繁茂が確認されており¹⁰⁾、以後ほぼ毎年この現象が発生している。覆砂域北部の潮溜まりは、潮間帯地盤沈下や砂の流失によって徐々に形成され、平成 20 年度には潮溜まりが周年維持される状態になり (図 87)、アオサの大量繁茂もみられるようになった (図 88)。前述のとおり、覆砂区南部の前浜部 (調査線 C) では魚類・甲殻類とも減少傾向はなかったが、覆砂区北部 (調査線 E) では魚類・甲殻類に減少傾向が窺われ (表 9、10)、同様にアオサが大量繁茂しているにもかかわらず、差



図 87 人工干潟・覆砂区北部潮溜まり
(平成 20 年 8 月 19 日撮影)



図 88 曳網直後のそりネット (潮溜まり)
(平成 20 年 10 月 14 日撮影)

異があった。潮溜まり（調査線 E）では、平成 21 年度には出現があったチチブ、ドロメが平成 24 年度には全く出現せず、優占種のマハゼ、ヒメハゼも採捕個体数が低下した。甲殻類ではユビナガホンヤドカリとタカノケフサイソガニで個体数の低下がみられた。この潮溜まりの周辺には潮間帯が分布しており、干潟健全度調査では、アサリ生息状況や底質の悪化も認められた。潮間帯のアオサは、干出により光合成活性が低下するため、潮下帯のアオサよりも枯死しやすいと考えられる。このような位置的条件が、常に潮下帯である覆砂区南部の前浜部よりも、アオサの枯死とそれに伴う環境悪化に繋がり、底生水生生物の生息環境の悪化を引き起こしやすくしているものと推察された。このため、覆砂区北部の潮溜まりと周辺の潮間帯に関しては、覆砂等による地盤高のかさ上げによるアオサの抑制対策が望まれる。一方、覆砂区南部の前浜部では、アオサの大量繁茂による水生生物環境の悪化は特に認められないことから、喫緊の改善対策は現時点では必要ないと考えられる。

参考文献

- 1) 気象庁ホームページ
http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/route_map/bstv2012.html 2012年11月4日
閲覧
- 2) 気象庁ホームページ
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/daily_a1.php?prec_no=62&block_no=1471&year=2012&month=9&day=&view= 2012年11月4日閲覧
- 3) 大阪府立水産試験場(1994)平成5年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査事業報告書(クルマエビ・ヨシエビ). 大1-大51.
- 4) 神谷充伸(2012)ネイチャーウォッチングガイドブック海藻. 誠文堂新光社. 271pp.
- 5) 大阪湾海岸生物研究会ホームページ http://www.mus-nh.city.osaka.jp/iso/okk/teiten_db/teiten.cgi?N=0030596000000000 2013年3月7日閲覧
- 6) 水産庁・マリノフォーラム21(2007)砂質系干潟の健全度評価手法マニュアル. 29pp.
- 7) 西川智貴・武田尚大・神保幸代・矢持進(2008)アオサ・ジュズモの生理特性を利用したグリーンタイドの抑制に関する基礎的研究. 平成20年度日本水産学会近畿支部後期例会. http://nara-kindai.univ.jp/05project/03gakkai/H22_Suisan_kinkishibu_reikai/h20reikai/h20_kouki/5.pdf 2013年3月12日閲覧
- 8) 佐野雅基・有山啓之(2006)人工干潟の生物保育能調査. 平成16年度大阪府立水産試験場事業報告. 166-177.
- 9) 能登谷正浩(2001)アオサの利用と環境修復. 成山堂書店. 171pp.
- 10) 佐野雅基・有山啓之(2007)人工干潟の生物保育能調査. 平成17年度大阪府立水産試験場事業報告. 135-142.

付表1 水温(°C)

場所\月日	6/26	7/24	8/21	9/18	10/29
B・S	21.77	26.83	29.85	27.34	21.31
B・M	21.10	26.78	29.81	27.32	21.30
B・E	20.86	26.66	29.71	27.32	21.31
C・S	24.60	29.45	30.18	27.59	21.34
C・M	23.68	28.86	29.98	27.60	21.39
C・E	23.95	29.05	30.05	27.63	21.47
E・S	24.02	28.97	29.91	27.73	21.27
E・M	23.91	28.51	29.85	27.67	21.47
E・E	23.95	28.67	29.92	27.59	21.46
F・S	23.08	27.92	30.01	27.60	21.36
F・M	22.92	28.21	29.89	27.61	21.46
F・E	22.61	28.59	29.78	27.64	21.43
St.1	19.48	22.90	26.61	27.18	21.39
St.2	19.44	22.70	26.36	26.98	21.35
St.3	19.52	22.80	26.66	27.03	21.29
St.4	19.75	23.72	27.05	27.15	21.15
St.5	22.40	27.81	29.54	27.32	21.22
St.6	19.54	23.06	26.74	27.19	21.31
St.7	19.86	24.22	26.97	26.94	21.40
St.8	21.91	27.69	29.74	27.56	21.34
St.9	20.41	25.96	29.32	27.24	21.15
St.10	19.48	22.54	26.45	27.03	22.50
平均值	21.74	26.45	28.84	27.38	21.39
最大値	24.60	29.45	30.18	27.73	22.50
最小値	19.44	22.54	26.36	26.94	21.15

付表2 塩分(psu)

場所\月日	6/26	7/24	8/21	9/18	10/29
B・S	29.66	28.59	30.01	31.42	31.25
B・M	30.41	28.59	30.04	31.44	31.24
B・E	30.63	28.62	30.04	31.42	31.25
C・S	25.67	25.50	29.83	30.50	31.20
C・M	25.81	26.32	29.97	30.64	31.26
C・E	25.89	26.17	29.96	30.63	31.27
E・S	25.93	25.44	29.91	30.54	31.26
E・M	25.81	25.18	29.85	30.45	31.27
E・E	25.73	25.46	29.92	30.41	31.27
F・S	27.88	27.68	29.98	30.71	31.18
F・M	27.65	27.77	30.02	30.81	31.20
F・E	27.90	26.94	30.05	30.80	31.27
St.1	31.91	30.82	31.43	31.59	31.29
St.2	31.81	30.82	31.33	31.67	31.27
St.3	31.76	30.78	31.30	31.63	31.28
St.4	31.63	30.33	31.19	31.56	31.23
St.5	28.16	27.84	30.02	31.41	31.23
St.6	31.76	30.66	31.30	31.57	31.26
St.7	31.47	30.17	31.21	31.60	31.25
St.8	29.23	28.20	30.01	31.14	31.24
St.9	31.04	29.04	30.22	31.49	31.23
St.10	31.82	30.84	31.34	31.65	31.59
平均值	29.07	28.26	30.41	31.14	31.26
最大値	31.91	30.84	31.43	31.67	31.59
最小値	25.67	25.18	29.83	30.41	31.18

付表3 酸素飽和度(%)

場所\月日	6/26	7/24	8/21	9/18	10/29
B・S	59.7	92.9	82.6	13.0	97.9
B・M	50.6	115.8	82.5	26.7	97.3
B・E	50.7	118.0	72.2	16.0	97.1
C・S	155.5	150.2	109.9	46.4	106.2
C・M	212.0	189.5	82.8	44.7	118.7
C・E	204.9	188.8	120.0	50.5	106.2
E・S	170.8	151.8	115.9	75.8	94.1
E・M	177.4	190.9	120.6	81.0	101.9
E・E	163.2	180.4	58.2	74.8	110.4
F・S	113.0	88.5	86.8	39.2	102.0
F・M	112.1	104.1	71.5	28.0	115.6
F・E	56.2	176.1	60.0	41.3	101.7
St.1	44.4	22.8	34.2	26.5	88.2
St.2	35.0	8.6	7.4	12.1	88.8
St.3	45.0	8.4	26.6	12.4	91.2
St.4	47.4	15.6	35.4	23.3	89.7
St.5	85.4	143.0	83.8	20.5	94.1
St.6	39.2	14.1	29.8	28.1	87.6
St.7	18.0	26.0	33.5	12.3	95.1
St.8	56.1	146.6	71.9	19.0	92.8
St.9	39.0	80.7	83.8	20.9	91.0
St.10	27.6	8.4	24.5	15.7	74.0
平均値	89.2	101.0	67.9	33.1	97.3
最大値	212.0	190.9	120.6	81.0	118.7
最小値	18.0	8.4	7.4	12.1	74.0

付表4 水深(m)

場所\月日	6/26	7/24	8/21	9/18	10/29
B・S	2.65	3.22	3.03	3.15	3.09
B・M	3.38	3.25	3.25	3.26	3.53
B・E	3.67	3.37	3.34	3.29	3.82
C・S	0.98	0.69	0.97	0.68	0.91
C・M	1.92	1.16	1.45	1.36	1.45
C・E	1.60	0.99	1.23	1.16	1.05
E・S	0.60	0.48	0.54	0.34	0.30
E・M	1.61	1.11	1.14	1.03	0.93
E・E	1.07	1.10	1.06	0.92	0.36
F・S	2.38	1.99	2.05	1.43	1.69
F・M	2.49	1.99	2.43	2.10	1.58
F・E	2.62	1.59	2.40	1.54	1.15
St.1	10.57	8.59	9.12	11.12	6.33
St.2	9.47	9.97	9.92	10.28	9.63
St.3	8.80	8.93	9.57	9.95	9.63
St.4	6.88	6.37	5.75	6.53	7.22
St.5	2.30	1.91	2.96	3.48	2.66
St.6	8.59	1.91	6.5	9.19	8.78
St.7	6.53	5.51	6.61	6.39	6.16
St.8	3.03	2.23	6.61	2.54	2.12
St.9	4.09	4.13	3.82	4.27	4.47
St.10	9.35	9.88	9.69	9.71	9.02
平均值	4.30	3.65	4.25	4.26	3.90
最大値	10.57	9.97	9.92	11.12	9.63
最小値	0.60	0.48	0.54	0.34	0.30