

特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄をする海域の特定二酸化炭素ガ
スに起因する汚染状況の監視の結果報告書

通常時監視における
海域の状況に関する事項のうち
「海洋生物の状況」
(平成29年度夏季調査)

報告書

平成30年2月2日

経済産業省

目 次

1.	はじめに	1
2.	調査概要	1
2.1	調査期間	1
2.2	調査測点	2
3.	調査方法	3
3.1	メイオベントス	3
3.2	マクロベントス	3
3.3	メガロベントス	3
1)	ROVによる調査	3
2)	貝けた網による調査	4
4.	調査結果	5
4.1	メイオベントス	5
1)	出現状況	5
2)	優占分類群	7
3)	考察	7
4.2	マクロベントス	8
1)	出現状況	8
2)	優占種	9
3)	考察	11
4.3	メガロベントス	12
1)	ROVによる調査	12
2)	貝けた網による調査	13
3)	考察	13
5.	まとめ	14

1. はじめに

本報告書は、「平成29年度苫小牧におけるCCS大規模実証試験事業」のうち、「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」に基づき許可申請を行った20161222産第1号「特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄変更許可申請書」の添付書類-1「特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄する海域の特定二酸化炭素ガスに起因する汚染状況の監視に関する計画に係る事項」に記載した監視を履行するため、「海洋環境調査」における通常時監視（夏季調査）の「海洋生物の状況」（メイオベントス、マクロベントス及びメガロベントス）について、調査結果を記載したものである。

2. 調査概要

メイオベントス、マクロベントスおよびメガロベントスの分布状況を調査した。

メイオベントスおよびマクロベントスは、スミス・マッキンタイヤ型採泥器（グラブ式；採泥面積0.05m²）（第1図；左）を用いて底質ごと採集し、出現状況を調査した。メガロベントスは、遠隔操作無人探査機（広和株式会社製 Remotely Operated Vehicle (ROV)、MARINE LEO 500）（第1図；右）による水中カメラ観察方法を用いた、海底近傍における出現状況の調査を実施した。



第1図 スミス・マッキンタイヤ型採泥器（左）およびROV（右）

2.1 調査期間

海洋生物の状況に関する調査は、次の日程で実施した。

メイオベントス調査：平成29年8月25日

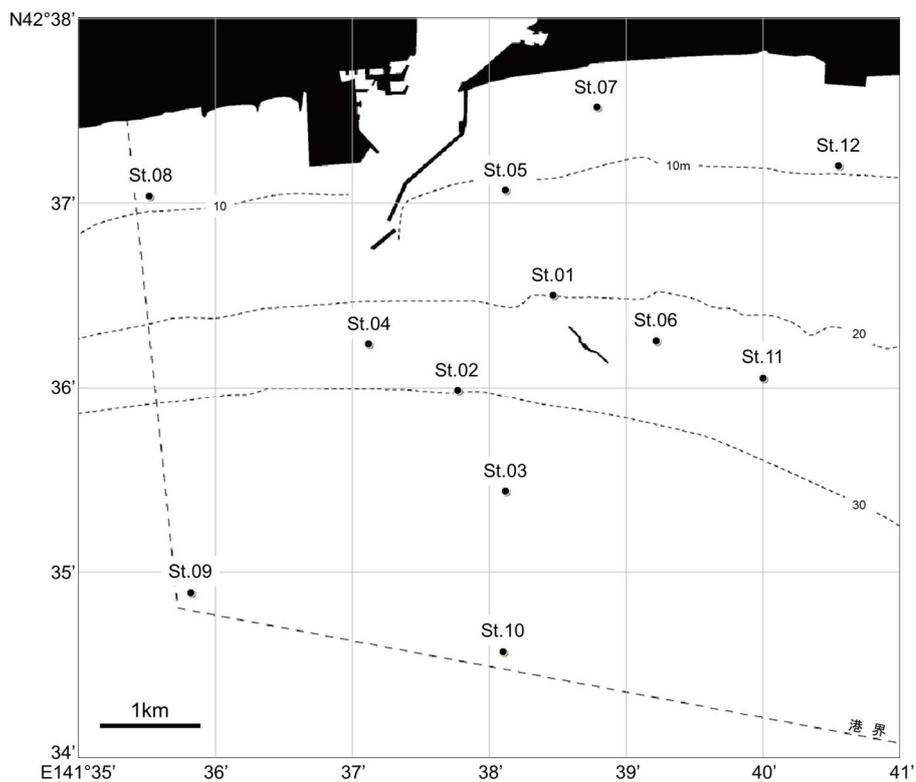
マクロベントス調査：平成29年8月25日

メガロベントス調査：平成29年8月28日、30日、31日（ROVによる調査）

平成29年8月27日（貝けた網）

2.2 調査測点

第2図と第1表に示す12調査測点において調査を実施した。



第2図 調査測点の位置 (St. 01～12)

第1表 調査測点の緯度経度

調査測点	緯度	経度
St. 01	北緯 42° 36′ 30″	東経 141° 38′ 28″
St. 02	北緯 42° 35′ 59″	東経 141° 37′ 46″
St. 03	北緯 42° 35′ 26″	東経 141° 38′ 07″
St. 04	北緯 42° 36′ 14″	東経 141° 37′ 07″
St. 05	北緯 42° 37′ 04″	東経 141° 38′ 07″
St. 06	北緯 42° 36′ 15″	東経 141° 39′ 13″
St. 07	北緯 42° 37′ 31″	東経 141° 38′ 47″
St. 08	北緯 42° 37′ 02″	東経 141° 35′ 31″
St. 09	北緯 42° 34′ 53″	東経 141° 35′ 49″
St. 10	北緯 42° 34′ 34″	東経 141° 38′ 06″
St. 11	北緯 42° 36′ 03″	東経 141° 40′ 00″
St. 12	北緯 42° 37′ 12″	東経 141° 40′ 33″

注：世界測地系 WGS84

3. 調査方法

本調査においては、生物の分類階級として特に記載のない限り「種」の同定を目標とした。ただし、種までは同定できなかった場合も、集計の際にはその生物を「種」として扱うこととした。

本調査の結果は、事前評価書^[1]にとりまとめたベースライン調査（平成 25～26 年度に実施した 4 季節分の調査）の結果と比較し、評価することとした。

3.1 メイオベントス

1 調査測点につき 1 回の採泥試料より、底質ごと内径 50mm のコアサンプラー（柱状採泥器）を用いて、深さ 5cm まで柱状に採取した。採取した柱状試料は、ホルマリン固定後に（株）エコクス本社に持ち帰り、ふるいの目開き 1mm を通過し、かつ 0.04mm でふるい上に残った動物について、可能な限り種まで同定して個体数を計数し、0.01m² 当たり個体数を算出した。なお、有孔虫類と線虫類については、分類体系が定まっていないため、種の同定は実施しなかった。個体数の算出後、調査測点ごとの種あるいは分類群の出現個体数をすべて合計した「総個体数」に対し、5%以上の個体数を占めた種あるいは分類群を「優占分類群」とした^[2]。

3.2 マクロベントス

1 調査測点につき採泥 3 回分の底質試料を混合して、マクロベントス採取のための 1 試料とした。これを船上でふるい分けし、目開き 1mm のふるい上に残ったものをホルマリン固定して、（株）エコクス本社に持ち帰った。固定した試料中の動物について、可能な限り種まで同定して個体数を計数し、1m² あたりの個体数を算出した。個体数の算出後、調査測点ごとの種の出現個体数をすべて合計した「総個体数」に対し、5%以上の個体数を占めた種を「優占種」とした。

3.3 メガロベントス

1) ROV による調査

各調査測点において、潮流の方向に沿った 100m の調査測線を設定し、2 点にアンカーによって、作業船を潮流の上手側の末端に固定した。ROV を潜行・着底させたのち、分析可能な映像が取得できる視界を確保していることを確認し、潮流に乗せるよう測線沿いに ROV を進行させ、海底映像を動画撮影した。撮影幅は 40～80cm に設定し、適宜カメラのズームを操作して、生物種や海底状況を確認した。映像は船上に設置した制御室においてリアルタイムで確認し、時間、ロープ長、水深、海底状況、生物生息状況、気泡発生の有無、特異な景観や生物などを記録した。撮影速度は、その時の流速や海底状況によって異なるが、1m の距離を 1～2 分を目安に撮影した。

撮影した動画は持ち帰って内容を分析し、調査状況（時間、水深、撮影距離、進行方位、海底面の状況など）を記録するとともに、主な出現種ごとに個体数または被度を計測した。

なお、メガロベントス出現状況の定量化は、個体数として解析することが困難な種類^[3]については、

[1] 20160217 産第 1 号「特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄許可申請書」の添付書類-1「特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄をすることが海洋環境に及ぼす影響についての調査の結果に基づく事前評価に関する事項を記載した書類」、第 3.2 節

[2] メイオベントスは種まで同定できない場合が多いため、同定作業において類別した生物の群という意味で、メイオベントスでは「優占種」ではなく、「優占分類群」として記載する。

[3] 例えば、環形動物のゴカイ類など、個体同士が一箇所に多数重なるように存在する場合や、カイメン動物のように、不定形の群体を形成し、基質（海底面や岩盤面）を覆うように存在している場合。

被度^[1]による定量化を採用しており、ベースライン調査以降、個体数と被度の定量化方法を組み合わせて結果をとりまとめている。このため、メガロベントスについては、優占種ではなく、主要な出現種として結果を集計した。

2) 貝けた網による調査

調査は8月27日に St. 07、St. 08 及び St. 12 において実施した。各測点において、貝けた網（噴流式）を用いてウバガイを採取した。各測点では、貝けた網を海底に着底させた後、岸に平行かつ流れの下手方向に極力遅い速度を保って約 100m 曳網し、貝けた網を回収した。採取したウバガイは、船上で採取個体の総重量を計測した後、殻長約 9cm を境界として大・小の群からそれぞれ 20 個体を抽出し、重量を計測して再放流した。

各測点のウバガイの分布密度（単位面積あたりの個体数）は、次の式から求めた。

$$\text{分布密度} = (\text{ウバガイの総重量} / 1 \text{ 個体の平均重量}) / (\text{実際の曳網距離} \times \text{貝けた網幅 } 1.2\text{m})$$

ウバガイの分布密度を ROV による調査結果と整合させるため、求めた分布密度から 100m² あたりの個体数に換算した。

[1] 生物の被覆面積を調査対象区の面積で割った比率データ。

4. 調査結果

4.1 メイオベントス

1) 出現状況

夏季調査において出現したメイオベントスは6門12綱35種であった^[1]。また、0.01m²あたりの出現個体数は約6,800個体(St.05)～約61,000個体(St.04)であり、1調査測点あたりの平均出現個体数は、約27,000個体/0.01m²であった。

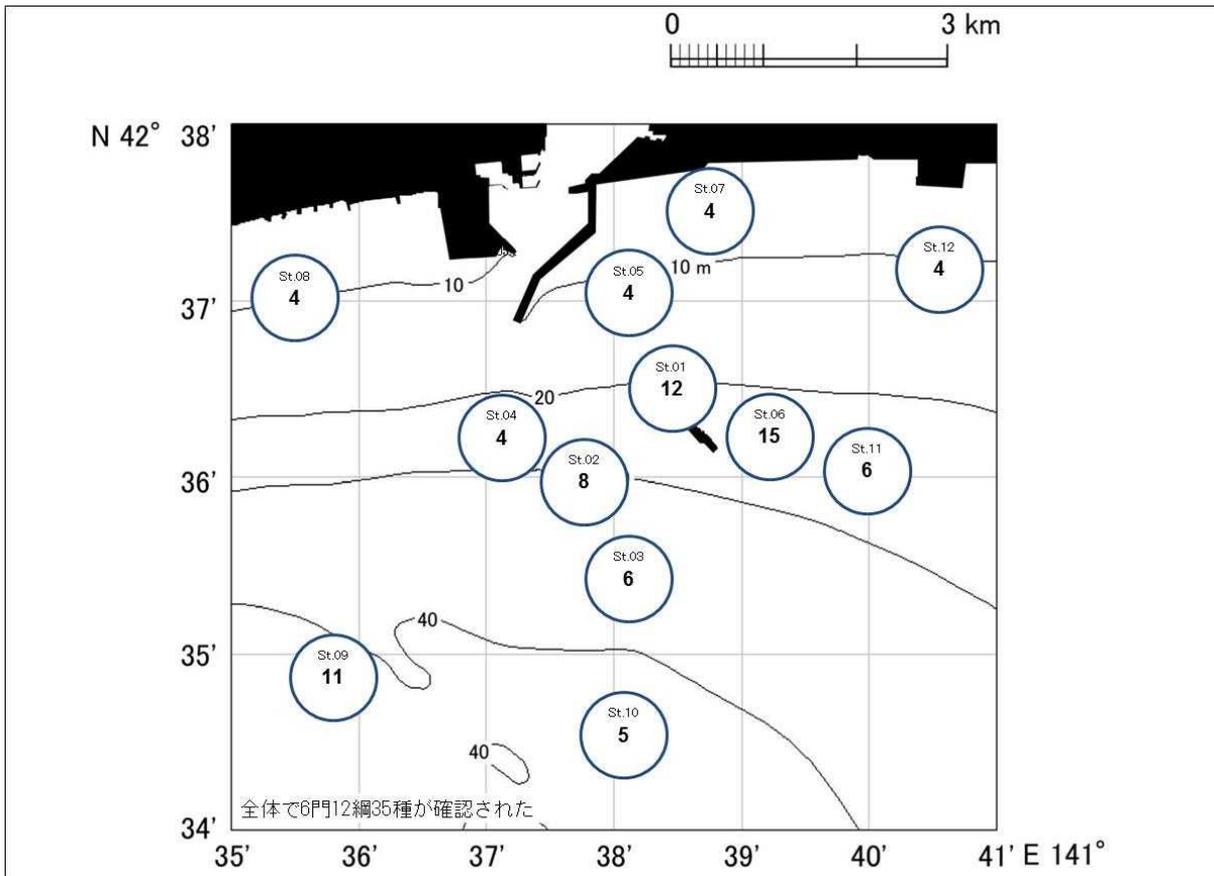
なお、ベースライン調査時の夏季調査では、6門8綱35種のメイオベントスが出現し、0.01m²あたりの出現個体数は約190個体(St.08)～約15,000個体(St.02)であり、1調査測点あたりの平均出現個体数は、約7,700個体/0.01m²であった。

各調査測点の分類群別出現種数を第2表に示し、合計出現種数を第3図に示す。

第2表 各調査測点のメイオベントス分類群別出現種類数^[1]

調査測点	分類群(門)						合計 出現種数
	有孔虫	線形動物	動吻動物	軟体動物	環形動物	節足動物	
St.01	1	1	1	0	1	8	12
St.02	1	1	1	1	1	3	8
St.03	1	1	0	0	1	3	6
St.04	1	1	0	0	1	1	4
St.05	1	1	0	1	1	0	4
St.06	1	1	0	0	1	12	15
St.07	0	1	0	0	1	2	4
St.08	1	1	0	0	0	2	4
St.09	1	1	1	0	1	7	11
St.10	0	1	0	0	2	2	5
St.11	1	1	0	0	2	2	6
St.12	1	1	0	0	1	1	4

^[1] 出現状況については、種まで同定できていない分類群も、「種」と同列に扱って計数した。



第3図 各調査測点におけるメイオベントスの合計出現種数

多様度指数 (H') は Shannon-Weaver 関数より算出した (第3表)。

夏季調査における多様度指数は、全調査測点で 0.13~3.11 の範囲であり、St. 01 と St. 06 を除き、低い値を示した。

ベースライン調査時の夏季調査における多様度指数は、全調査測点で 0.00~2.80 の範囲であり、St. 06 の多様度が他の観測点と比較して最も高くなった。

両調査ともに全調査測点をとおして、線虫類と有孔虫類が多数出現したため、種組成に偏りが生じ、多様度指数が低く算出された。夏季ベースライン調査における St. 01、St. 06、St. 09 及び春季調査における St. 06 は、他の調査測点に比べ、出現種数と個体数に大きな偏りがなかったため、多様度指数が高く算出された。

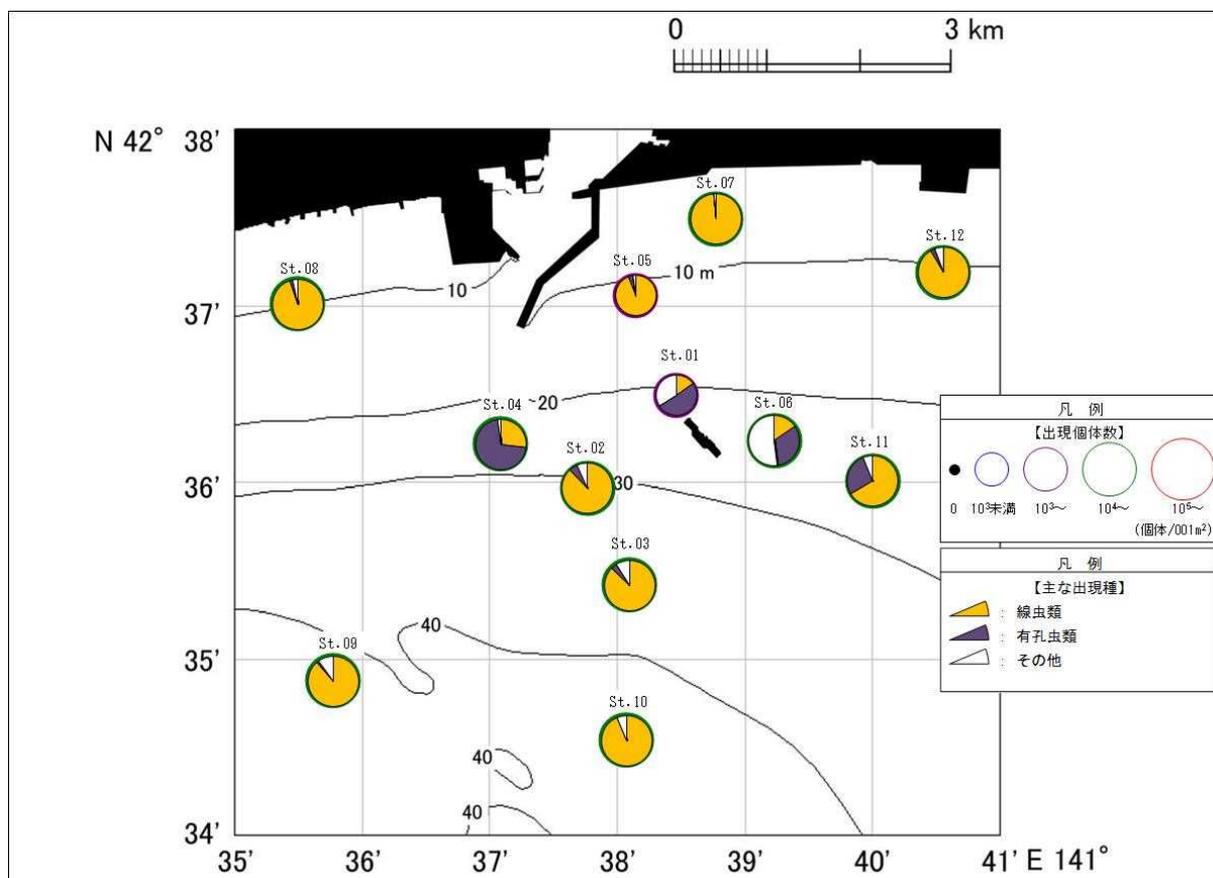
第3表 各調査測点のメイオベントスの多様度指数

調査測点	多様度指数	調査測点	多様度指数
St. 01	2.47	St. 07	0.13
St. 02	0.81	St. 08	0.37
St. 03	0.83	St. 09	0.88
St. 04	1.00	St. 10	0.46
St. 05	0.41	St. 11	1.26
St. 06	3.11	St. 12	0.56

2) 優占分類群

優占分類群は、線虫類（72.4%）と有孔虫類（20.3%）であった（カッコ内の数値は出現率）。優占種の調査測点別出現状況を、第4図に示す。

なお、ベースライン調査時の夏季調査においては、線虫類（65.4%）と有孔虫類（18.7%）が優占した。



第4図 各調査測点におけるメイオベントス優占分類群の出現状況

3) 考察

出現個体数は、ベースライン調査時と比較して増加が見られた。生物相については、ベースライン調査時と同じく、線虫類と有孔虫類が優占しており、大きな変化は見られなかった。

4.2 マクロベントス

1) 出現状況

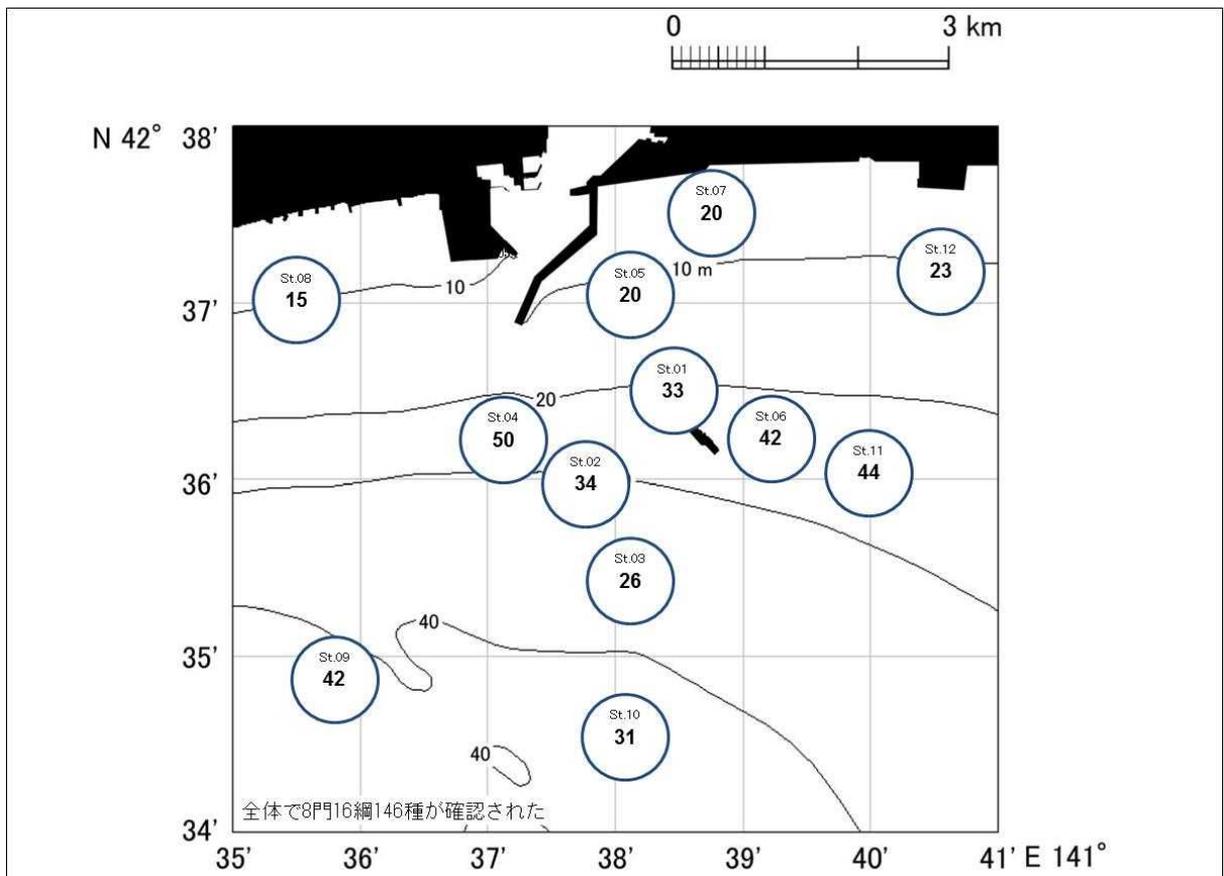
夏季調査において出現したマクロベントスは8門16綱146種であった。1m²あたりの出現個体数と湿重量はそれぞれ約380個体(St. 08)～約7,300個体(St. 06)、及び6.2g(St. 08)～約610g(St. 07)であった。また、1調査測点あたりの平均出現個体数と平均湿重量は、それぞれ約2,100個体/m²及び約170g/m²であった。

なお、ベースライン調査時の夏季調査では、8門16綱158種が出現し、1m²あたりの出現個体数と湿重量はそれぞれ約350個体(St. 07)～約18,000個体(St. 01)、及び12g(St. 12)～約1,100g(St. 07)であった。また、1調査測点あたりの平均出現個体数と平均湿重量は、それぞれ約5,300個体/m²及び約250g/m²であった。

各調査測点の分類群別出現種数を第4表に示し、合計出現種数を第5図に示す。

第4表 各調査測点のマクロベントス分類群別出現種類数

調査測点	分類群 (動物門)								合計出現種数
	有孔虫	刺胞動物	紐形動物	線形動物	軟体動物	環形動物	節足動物	棘皮動物	
St. 01	0	0	1	0	7	12	10	3	33
St. 02	1	0	1	0	7	21	3	1	34
St. 03	1	0	1	0	6	15	2	1	26
St. 04	0	0	1	0	14	20	13	2	50
St. 05	0	0	1	0	3	6	10	0	20
St. 06	0	1	1	1	10	17	10	2	42
St. 07	0	0	1	0	3	7	8	1	20
St. 08	0	0	0	0	3	5	7	0	15
St. 09	1	0	1	0	12	19	7	2	42
St. 10	1	0	1	0	10	16	3	0	31
St. 11	1	1	1	0	11	24	6	0	44
St. 12	0	0	0	0	3	10	9	1	23



第5図 各調査測点におけるマクロベントスの合計出現種数

多様度 (H') は Shannon-Weaver 関数より算出した (第5表)。

夏季調査の多様度指数は、全観測点で 1.2~4.3 の範囲であった。

ベースライン調査時の夏季調査における多様度指数は、1.5~4.1 の範囲であり、夏季調査における各観測点の多様度指数はベースライン調査時の値から大きく変化することはなかった。

夏季調査の St.06 では、チマキゴカイが多数出現したために、多様度指数が他の測点より低く算出された。

第5表 各調査測点のマクロベントスの多様度指数

調査測点	多様度指数	調査測点	多様度指数
St. 01	3.39	St. 07	3.60
St. 02	3.24	St. 08	3.29
St. 03	3.13	St. 09	4.11
St. 04	4.28	St. 10	3.26
St. 05	3.15	St. 11	3.43
St. 06	1.16	St. 12	3.19

2) 優占種

本調査における優占種は、チマキゴカイ (環形動物門) (33.2%) とカタマガリギボシイソメ (環形動物門) (17.6%) であった (カッコ内の数値は出現率)。

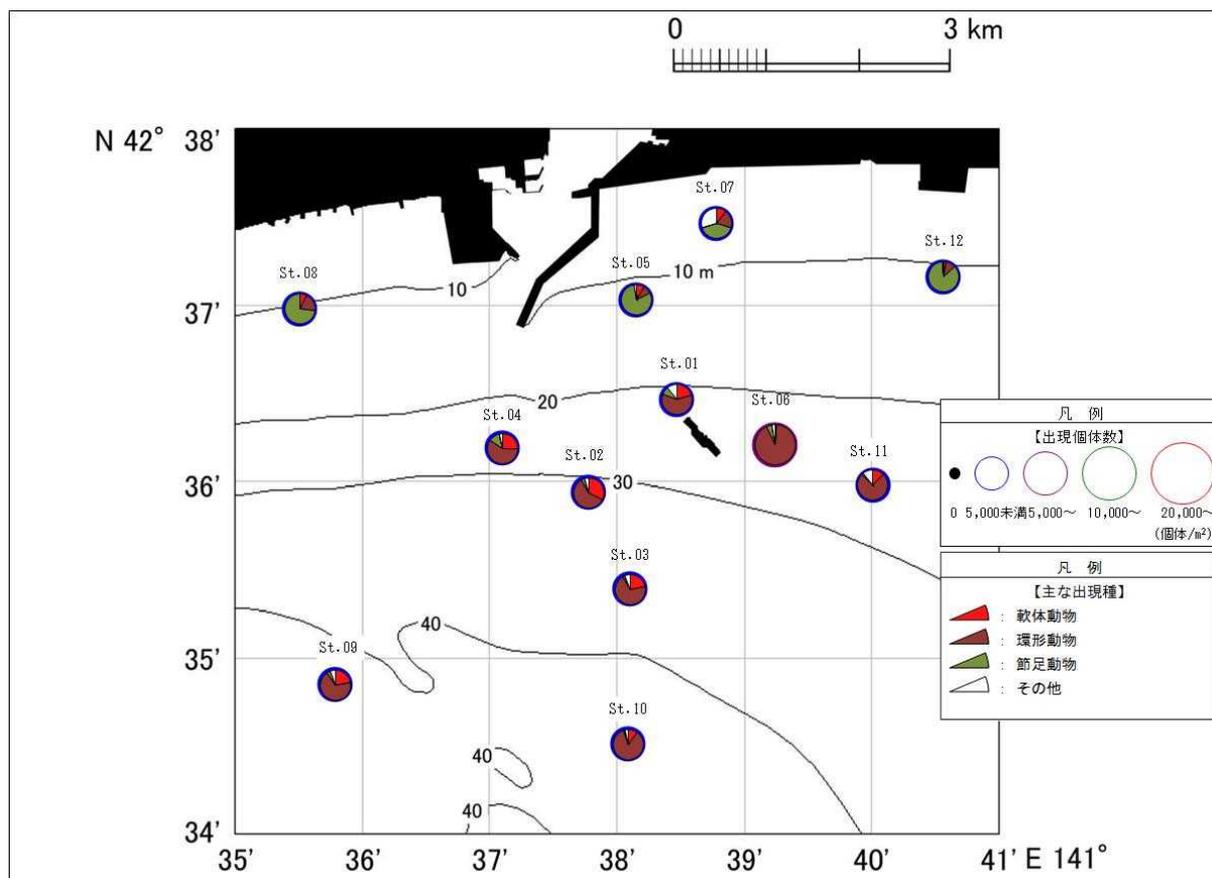
なお、ベースライン調査時の夏季調査においては、ワラジヘラムシ属の一種 (節足動物門) (24.3%)、チマキゴカイ (環形動物門) (15.3%)、ケシトリガイ (軟体動物門) (11.7%)、カタマガリギボシイソ

メ（環形動物門）（7.2%）、及びホソタケフシ（環形動物門）（5.6%）が優占種であった。

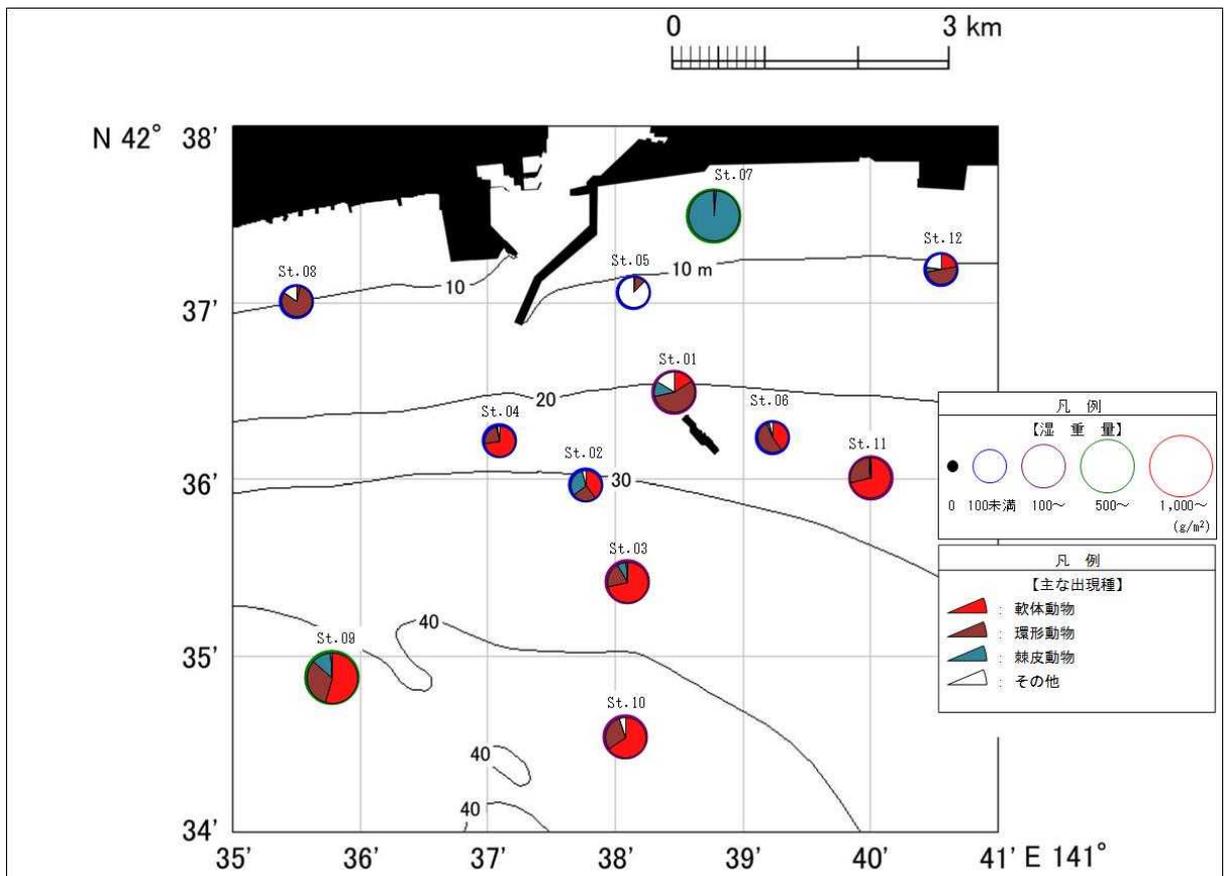
同様に、湿重量換算での優占種は、ハイイロハスノハカシパン（棘皮動物門）（29.2%）、ヌノメアサリ（軟体動物門）（10.2%）、オオイシカゲガイ（軟体動物門）（9.2%）、チマキゴカイ（環形動物門）（9.2%）、及びエゾハマグリ（軟体動物門）（6.7%）であった。

なお、ベースライン調査時の夏季調査において、湿重量換算では、ハスノハカシパン属の一種（棘皮動物門）（37.4%）、チマキゴカイ（環形動物門）（25.4%）、及びホソタケフシ（環形動物門）（5.1%）が優占種であった。

優占種の調査測点別出現状況を、第6図と第7図に示す（動物門として集計）。



第6図 各調査測点におけるマクロベントス優占種の出現状況（出現個体数）



第7図 各調査測点におけるマクロベントス優占種の出現状況（湿重量）

3) 考察

夏季調査のマクロベントス出現個体数は、12 調査測点の平均値で見ると、ベースライン調査時が最も多く、昨年度（約 1,800 個体/m²）は今年度と同等であった。ベースライン調査時の夏季調査では、St. 01 でワラジヘラムシ属の一種が極めて高密度に分布していた（約 14,000 個体/m²）が、昨年度と今年度の夏季調査では、そのような現象は観察されていない。このため、ベースライン調査時にみられたワラジヘラムシ属の一種の高密度分布は、特異的なものであった可能性が高い。密度は異なるが、同様の現象も報告されている^[1]。今後も調査を継続していくことで、より詳しく考察できるものと思われる。

今回の夏季調査では、ヌノメアサリ、オオイシカゲガイ及びエゾハマグリが湿重量換算での優占種となっているが、ヌノメアサリ及びオオイシカゲガイは、いずれもベースライン調査時の夏季調査でも出現している（出現率は湿重量換算でそれぞれ 2.6%及び 0.4%）。また、エゾハマグリはベースライン調査時の夏季調査では出現していないが、ベースライン調査時の他の季節や昨年度の通常時監視時においても分布を確認している種である。これらの種組成の変動についても、今後も調査を継続していくことで、何らかの傾向を把握できるものと考えられる。

^[1] 伊藤・中川 (2009). ワラジヘラムシの大発生. Aqua News (大分県農林水産研究指導センター水産研究部広報誌)、No. 29、p. 10.

4.3 メガロベントス

1) ROVによる調査

(1) 海底面の状況

ROV 画像解析による海底面の状況（底質、砂漣、濁り、及び流れ）は、第6表のとおりであった。

第6表 ROV 画像解析による海底面の状況

調査測点	調査日	調査時間	水深 (m)	撮影距離 (m)	進行方位 (度)	海底面の状況			
						底質	砂漣	濁り	流れ
St. 01	8月31日	07:28~07:46	21.8	100	240	細砂	有り	なし	有り
St. 02	8月30日	10:21~10:47	31.8	100	340	細砂	なし	有り	有り
St. 03	8月30日	09:25~09:48	38.2	100	10	細砂	なし	有り	有り
St. 04	8月30日	11:21~11:43	26.5	100	330	細砂	なし	有り	有り
St. 05	8月28日	09:41~10:02	11.9	100	240	細砂	有り	なし	有り
St. 06	8月28日	13:38~13:59	25.1	100	270	粗砂	有り	なし	有り
St. 07	8月28日	10:34~10:52	7.0	100	230	細砂	有り	なし	有り
St. 08	8月28日	08:42~09:02	10.3	100	300	細砂	有り	なし	有り
St. 09	8月30日	07:42~08:06	44.6	100	200	細砂	なし	なし	有り
St. 10	8月30日	08:35~08:56	43.5	100	240	細砂	なし	なし	有り
St. 11	8月28日	12:28~13:10	26.0	100	210	細砂	なし	有り	有り
St. 12	8月28日	11:33~11:52	11.6	100	250	細砂	有り	なし	有り

注：水深は、撮影開始時の水深。

(2) 生物出現状況

本調査における海底面 100m²あたりのメガロベントス出現個体数は、第7表のとおりであった。

ベースライン調査におけるメガロベントス調査では、四季を通じて主に出現したウバガイ、ホタテガイ、キヒトデ、ニッポンヒトデ、ゴカイ綱、クモヒトデ綱、ヒダベリイソギンチャク、キンコ、及びカシパン類を「主要な出現種」としてとりまとめた。本調査では、主要な出現種すべての生息を確認した。

第7表 海底面 100m²あたりのメガロベントス出現個体数

生物種	調査測点 (St.)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
ニッポンヒトデ	0	3.3	0	0	0	3.3	0	0	6.7	0	0	0
キヒトデ	0	0	0	0	0	20.0	0	0	0	3.3	0	0
イトマキヒトデ	0	0	0	6.7	0	3.3	0	13.3	0	0	3.3	0
スナヒトデ	0	0	0	6.7	0	0	0	0	0	10.0	0	0
クモヒトデ綱	0	6943.1	11185.5	0	0	0	0	0	11508.5	5854.1	0	0
ヒダベリイソギンチャク	0	26.6	109.9	0	0	3.3	0	0	73.3	46.6	46.6	0
イソギンチャク目	6.7	3.3	0	13.3	0	0	0	10.0	6.7	13.3	163.2	0
ゴカイ綱 (被度%)	0	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	8.5	14.0	<5	<5
海綿動物門 (被度%)	0	0	<5	0	0	0	0	0	<5	0	0	0
キンコ	0	56.6	3.3	0	0	0	0	0	59.9	6.7	0	0
ヤドカリ亜目	40.0	23.3	26.6	66.6	23.3	76.6	6.7	16.7	16.7	6.7	89.9	0
カニ亜目	0	3.3	0	0	6.7	0	0	3.3	3.3	0	3.3	0
ナマコ綱	0	3.3	0	0	0	0	0	0	0	3.3	0	0
ツガルウニ	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	0	0	0
ウミイチゴ	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	0	0	0
ケヤリ科	0	3.3	0	0	0	3.3	0	0	0	0	0	0
ホタテガイ	3.3	0	0	0	0	16.7	0	0	0	0	0	0
バカガイ	0	0	0	0	0	0	0	3.3	0	0	0	0
ウバガイ	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニマイガイ綱	3.3	0	0	0	0	0	0	3.3	0	0	3.3	0
ニマイガイ綱水管	0	0	0	0	10.0	0	0	0	0	0	6.7	0
タマガイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	0
タマガイ科卵塊	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.7	0
アヤボラ	0	0	3.3	0	0	0	0	0	30.0	0	0	0
エゾボラ	0	3.3	0	0	0	0	0	0	6.7	13.3	0	0
マキガイ綱	3.3	3.3	13.3	3.3	0	16.7	0	0	10.0	6.7	3.3	0
ヨウミヤクカシバン科	0	0	0	0	10.0	0	41824.8	3.3	0	0	0	0

注：1. ゴシック表記の種類は、ベースライン調査において主要な出現種としたメガロベントス。

2. 個体数として解析することが困難な種類は被度 (%) で表記し、生物種の欄に「(被度%)」と記載した。

2) 貝けた網による調査

調査結果の概要を、第8表に示す。本調査におけるウバガイの 100m²あたりの分布密度（出現個体数）は、約 40～約 440 個体であった（第8表）。また、ベースライン調査時の夏季調査における分布密度は、それぞれ 0～約 200 個体^[1]であった。本調査におけるウバガイの分布密度は、ベースライン調査時の夏季調査と比較して、著しい差は認められなかった。

測点間の分布密度は、本調査、ベースライン調査の夏季調査のいずれにおいても、St.07>St.08>St.12 の順となっており、経年的な変化は認められなかった。

第8表 貝けた網による調査結果概要

調査測点	調査日	調査時間	水深 (m)	曳網距離 (m)	進行方位 (度)	ウバガイ 総重量 (kg)	1 個体の平均重量 (kg)	分布密度 (個体/100m ²)
St.07	8/27	10:26～12:11	6.7	115.5	259.2	123.9	0.20	440
St.08	8/27	12:30～13:15	10.5	113.5	255.8	90.3	0.24	270
St.12	8/27	9:10～10:04	11.8	111.1	272.1	9.2	0.17	40

3) 考察

本調査では、ベースライン調査時における主要な出現種の生息を確認した。昨年度の冬季調査および本年度の春季調査ではキヒトデが確認できなかったが、本調査では出現を確認した。他方、ヤドカリ類は St.12 以外のすべての調査測点で出現を確認した。

[1] ダイバーによる St.07、St.08 および St.12 における潜水調査結果。

5. まとめ

メイオベントスとマクロベントスにおいて、ベースライン調査時の夏季調査と比べ大きな相違は認められなかった。メガロベントスについても、ベースライン調査時における主要な出現種の生息を確認した。

以上