

添付書類-3

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

目 次

1. 海底下廃棄をしようとする特定二酸化炭素ガスの特性	1
1.1 特定二酸化炭素ガスの物理的及び化学的特性に関する情報	1
1.2 特定二酸化炭素ガスが廃棄される地層内での反応性	2
(1) 滝ノ上層 T1 部層	2
(2) 萌別層砂岩層	6
1.3 政令で定める基準への適合状況	8
2. 海底下廃棄をされた特定二酸化炭素ガスが海洋に漏出したと仮定した場合に予測される当該特定二酸化炭素ガスの海洋への漏出の位置及び範囲並びに漏出量並びにその予測の方法	9
2.1 当該特定二酸化炭素ガスが海洋環境に及ぼす影響の程度を予測するために把握した海域の流況その他の自然的条件の現況及びその把握の方法	9
(1) 自然的条件の現況	9
① 水深	9
② 水温, 塩分, 温度躍層及び密度躍層の存在の有無, 並びにそれらの季節的变化	10
③ 海域の流況およびその季節的变化	15
2.2 漏出事例仮説の設定	21
(1) 断層の性状に関する文献調査	21
(2) 地層中での CO ₂ 移行挙動シミュレーション	23
2.3 特定二酸化炭素ガスの海洋への漏出の位置及び範囲並びに漏出量の予測	26
3. 潜在的海洋環境影響調査項目の現況の把握	28
3.1 水環境及び海底環境	29
(1) 水環境	29
① 項目	29
② 調査方法	29
ア) 調査測点	29
イ) 調査実施日	30
ウ) 調査方法	30
a. 水温	30
b. 塩分	30
c. 溶存酸素 (DO)	31
d. 水素イオン濃度指数 (pH)	31
e. 全炭酸	31
f. アルカリ度	31
g. 硫化水素	31

h. pCO ₂	32
i. 流速・流向	32
③ 結果	33
ア) 水温	33
a. 採水調査結果	33
b. 多項目センサー調査結果	33
イ) 塩分	35
a. 採水調査結果	35
b. 多項目センサー調査結果	35
ウ) 溶存酸素 (DO)	37
a. 採水調査結果	37
b. 多項目センサー調査結果	37
エ) 水素イオン濃度指数 (pH)	39
a. 採水調査結果	39
b. 多項目センサー調査結果	39
オ) 全炭酸	41
a. 採水調査結果	41
カ) アルカリ度	42
a. 採水調査結果	42
キ) 硫化物イオン濃度	43
a. 採水調査結果	43
ク) pCO ₂	43
a. 採水調査結果	43
ケ) 流速・流向	44
(2) 海底環境	46
① 項目	46
② 調査方法	46
ア) 調査測点	46
イ) 調査実施日	46
ウ) 調査方法	47
a. 水素イオン濃度指数 (pH)	47
b. 酸化還元電位 (ORP)	47
c. 全有機炭素	47
d. 無機炭素	47
e. 硫化物	47
f. 粒度組成	47

③ 結果	48
ア) 水素イオン濃度指数 (pH)	48
イ) 酸化還元電位 (ORP)	48
ウ) 全有機炭素	48
エ) 無機炭素	48
オ) 硫化物	48
カ) 粒度組成	48
3.2 海洋生物	50
(1) 項目	50
(2) 調査方法	50
① 調査測点	50
② 調査実施日	50
ア) 植物プランクトン, 動物プランクトン	50
イ) メイオベントス, マクロベントス	50
ウ) メガロベントス	50
③ 調査方法	50
ア) 浮遊生物の生息状況	50
a. 植物プランクトン調査	50
b. 動物プランクトン調査	51
イ) 魚類等遊泳動物の生息状況	51
ウ) 海草及び藻類の生育状況並びにさんご類の生息状況	51
エ) 底生生物の生息状況	51
a. メイオベントス調査	51
b. マクロベントス調査	51
c. メガロベントス調査	51
(3) 結果	52
① 浮遊生物の生息状況	52
ア) 植物プランクトン調査	52
イ) 動物プランクトン調査	53
② 魚類等遊泳動物の生息状況	54
ア) 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等	54
イ) 苫小牧市および厚真町地先海域における魚種別の漁獲量	70
③ 海草及び藻類の生育状況並びにさんご類の生息状況	79
ア) 海草及び藻類の生育状況	79
イ) さんご類の生息状況	81
④ 底生生物の生息状況	81

ア) メイオベントス調査	81
イ) マクロベントス調査	84
ウ) メガロベントス調査	85
3.3 生態系	87
(1) 項目	87
(2) 調査方法	87
① 藻場, 干潟, さんご群集その他の脆弱な生態系	87
② 産卵場又は生息場その他の海洋生物の生息状況	87
③ 熱水生態系その他の特殊な生態系	87
(3) 結果	88
① 藻場, 干潟, さんご群集その他の脆弱な生態系	88
ア) 藻場	88
イ) 干潟	88
ウ) さんご群集	88
② 産卵場又は生息場その他の海洋生物の生息状況	88
ア) 苫小牧市および厚真町地先海域を産卵場として利用している魚類など	89
イ) 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する底生性の魚類など	90
ウ) 苫小牧市および厚真町周辺の河川と地先海域を回遊する遡河回遊魚など	91
エ) 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する貴重な魚類など	92
③ 熱水生態系その他の特殊な生態系	94
3.4 海洋の利用	95
(1) 項目	95
(2) 調査方法	95
① 海洋レクリエーションの場としての利用状況	95
② 海中公園その他の自然環境の保全を目的として設定された区域としての利用 状況	95
③ 漁場としての利用状況	96
④ 主要な航路としての利用状況	96
⑤ 港湾区域および港域に関する情報	96
⑥ 海底ケーブルの敷設, 海底資源の探査または掘削その他の海底の利用状況	96
(3) 結果	97
① 海洋レクリエーションの場としての利用状況	97
② 海中公園その他の自然環境の保全を目的として設定された区域としての利用 状況	99
③ 漁場としての利用状況	102
ア) 漁業の実態	102

a.	漁業活動の社会基盤	102
b.	漁業種類別漁獲量	108
c.	漁期・漁場	109
イ)	北海道海面漁業調整規則等による規制状況	116
④	主要な航路としての利用状況	118
⑤	港湾区域および港域に関する情報	119
⑥	海底ケーブルの敷設，海底資源の探査または掘削その他の海底の利用状況	124
ア)	海底ケーブル等	124
イ)	海底資源	125
4.	当該特定二酸化炭素ガスが海洋に漏出したと仮定した場合に予測される潜在的海洋環境影響項目に係る変化の程度及び当該変化の及ぶ範囲並びにその予測の方法	128
4.1	海洋環境の化学的な変化の予測の方法	128
(1)	シミュレーションモデル	128
①	MEC モデル	128
②	CO ₂ 二相流モデル	129
(2)	苫小牧沖海中拡散シミュレーションモデル	130
①	モデル領域	130
②	境界条件データ	131
③	シミュレーションに用いたコンピュータ	131
(3)	静水圧モデル単体での計算	131
(4)	モデル計算結果と観測データの比較	133
4.2	海洋環境の化学的な変化の予測－CO ₂ 漏出シミュレーション	138
(1)	シミュレーション条件	138
①	CO ₂ 漏出量	138
ア)	シナリオ 2 萌別層ケース（シナリオ 2 ケース）	138
イ)	貯留量の 1%が漏出するケース（1%漏出ケース）	139
②	漏出域	142
③	季節	143
④	シミュレーションケース	143
4.3	シミュレーション結果	145
(1)	潜在的環境影響評価項目	145
(2)	溶存 CO ₂	145
4.4	海洋生物への影響の予測方法	154
(1)	生物影響閾値の設定	154
(2)	CO ₂ 漏出シミュレーションによる pCO ₂ の増分（ Δ pCO ₂ ）	158

① ΔpCO_2	158
② ΔpCO_2 の最大値	163
③ ΔpCO_2 の24時間移動平均値	171
(3) 生物影響の予測結果	178
5. 当該特定二酸化炭素ガスが海洋に漏出したと仮定した場合に予測される海洋環境に及ぼす影響の程度の分析及びこれに基づく事前評価の結果	180
6. その他当該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して参考となる事項	181

1. 海底下廃棄をしようとする特定二酸化炭素ガスの特性

1.1 特定二酸化炭素ガスの物理的及び化学的特性に関する情報

本計画において海底下廃棄をしようとする特定二酸化炭素ガスの圧入井坑口での特性を、第 1.1-1 表に示す。

第 1.1-1 表 廃棄する特定二酸化炭素ガスの圧入井坑口での特性（設計値）

廃棄する井戸の名称		滝ノ上層圧入井	萌別層圧入井
圧入する特定二酸化炭素ガスの状態	温度(運転範囲) : °C	31~40	31~40
	圧力(運転範囲) : MPa	14.4~22.8	4.0~9.3
	粘度(最大温度・圧力時) : cP	0.082	0.043
	密度(最大温度・圧力時) : kg/m ³	858.324	584.773
廃棄する特定二酸化炭素ガスに含まれる CO ₂ の濃度 (乾きガス, 体積 %)		99.70	99.70
主要な不純物と濃度 (乾きガス, 体積 %)		H ₂ : 0.22 CH ₄ : 0.06 CO : 0.02	H ₂ : 0.22 CH ₄ : 0.06 CO : 0.02

CO₂分離・回収・圧入設備は新規に建設するもので、現時点で当該特定二酸化炭素ガスは入手不可能であり、第 1.1-1 表の数値は設計値である。そのため、圧入開始前に行う CO₂分離・回収・圧入設備の試運転において当該特定二酸化炭素ガスのサンプリングおよび組成分析を行い、CO₂および主要な不純物の濃度を確認する。また、温度と圧力については、圧入開始後、坑口および圧入井の遮蔽層最下部付近に設置した圧力・温度センサーにより計測する。粘度・密度については、実測する温度・圧力値を参照し、流送シミュレーションにより推定する。

廃棄された特定二酸化炭素ガスの海底下地層内での圧力状態予測については、添付書類-4「海域選定書」の 2.2 節(3)の④で詳述する。

なお、特定二酸化炭素ガスに含まれる二酸化炭素および含有される物質ごとの濃度の把握は、ガスクロマトグラフ分析法にて行う。

ガスクロマトグラフ分析法では、サンプリングしたガス中の不純物（水素、窒素、酸素、炭化水素及び一酸化炭素）の濃度を測定し、当該ガス中の二酸化炭素の濃度は次の式により算定する。

$$C = 100 - (A_h + A_n + A_o + A_c + A_m)$$

C : 二酸化炭素の濃度 (単位 体積百分率)

A_h : 測定された水素の濃度 (単位 体積百分率)

A_n : 測定された窒素の濃度 (単位 体積百分率)

A_o : 測定された酸素の濃度 (単位 体積百分率)

A_c : 測定された炭化水素の濃度 (単位 体積百分率)

A_m : 測定された一酸化炭素の濃度 (単位 体積百分率)

1.2 特定二酸化炭素ガスが廃棄される地層内での反応性

滝ノ上層 T1 部層および萌別層砂岩層に CO₂を圧入し、それぞれの地層と CO₂との地化学反応状況を推察するために、一次元地化学シミュレーションを実施し、貯留層の鉱物および圧入した CO₂と地層水との反応にかかる析出・溶解する鉱物について考察した。ここで示す一次元とは空間的な一次元を意味するものである。

一次元での反応量(鉱物化量)の予測は、以下のように検討した。

- ・調査井で採取した地層水を元に地層水の組成を推定
- ・調査井で採取した岩石サンプルの分析等に基づき、貯留層中の鉱物組成を推定。熱力学パラメータは公開データベースから引用した。
- ・溶液化学種を推定
- ・反応速度パラメータを文献等から推定
- ・1D シミュレータによりシミュレーションを実施

一次元地化学シミュレーションにより、貯留層の鉱物および圧入した CO₂と地層水との反応にかかり析出・溶解する鉱物について考察することで、CCS に係る地層との化学的特性の把握は可能であると考えている。なお、この数値シミュレーションでは、入力値に最も妥当と考えられる値を使用したが、推定困難な値もあり、以下に記載した結果は、一部は仮定に基づく解析である。以下に示す検討結果は1つのシナリオであり、その確度を保証するものではない。実証試験では、圧入期間中および圧入終了後の監視期間中に複数回の弾性波探査を実施し、地質モデルの修正を行う。その機会ごとに、地化学反応にかかる部分についても可能な修正を行う。また、必要に応じ地化学シミュレーションの多次元化も検討する予定である。

(1) 滝ノ上層 T1 部層

滝ノ上層 T1 部層の地層水は、苫小牧 CCS-1 (滝ノ上層調査井) で採取した地層水を基に、第 1.2-1 表に示す地層水組成を使用した。滝ノ上層 T1 部層の鉱物組成は、苫小牧 CCS-1 の試料を参照し、第 1.2-2 表に示す組成を採用した。

また、鉱物の熱力学データは、公開データベースである Thermoddem^[1]を参照した。

[1] Thermoddem (BRGM, the French Geological Survey : <http://thermoddem.brgm.fr/>, 2015年2月5日アクセス)

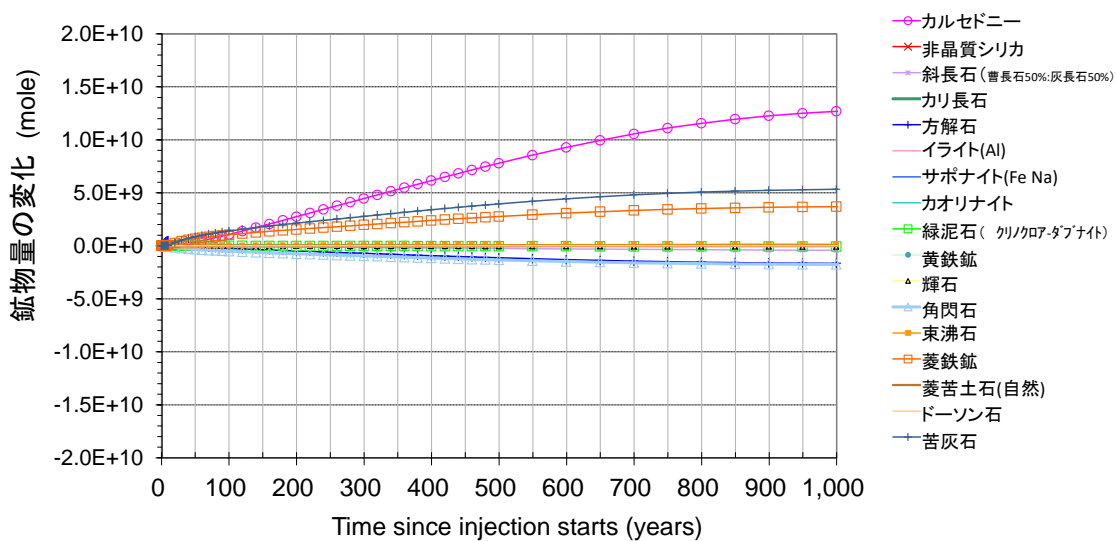
第 1.2-1 表 地化学反応シミュレーションで使用した滝ノ上層 T1 部層の地層水組成

滝ノ上層 T1 部層 地層水組成	
貯留層温度 (°C)	90
pH	6.75
組成 濃度 (mg/kg)	
Cl ⁻	20,732.00
SO ₄ ²⁻	63.33
HCO ₃ ⁻	10.23
HS ⁻	4.89E-04
SiO ₂ (aq)	83.93
Al ³⁺	8.78E-03
Ca ²⁺	8,321.83
Mg ²⁺	2.06
Fe ²⁺	9.24
K ⁺	11.69
Na ⁺	3,893.70
NH ₄ ⁺	16.61
備考	黄鉄鉱, カルセドニー, 束沸石, カオリナイト, 方解石, サポーナイト (Fe, Ca), イライト (Al) と化学平衡になるように地層水組成を熱力学的に再構成 (Thermodem を使用)。

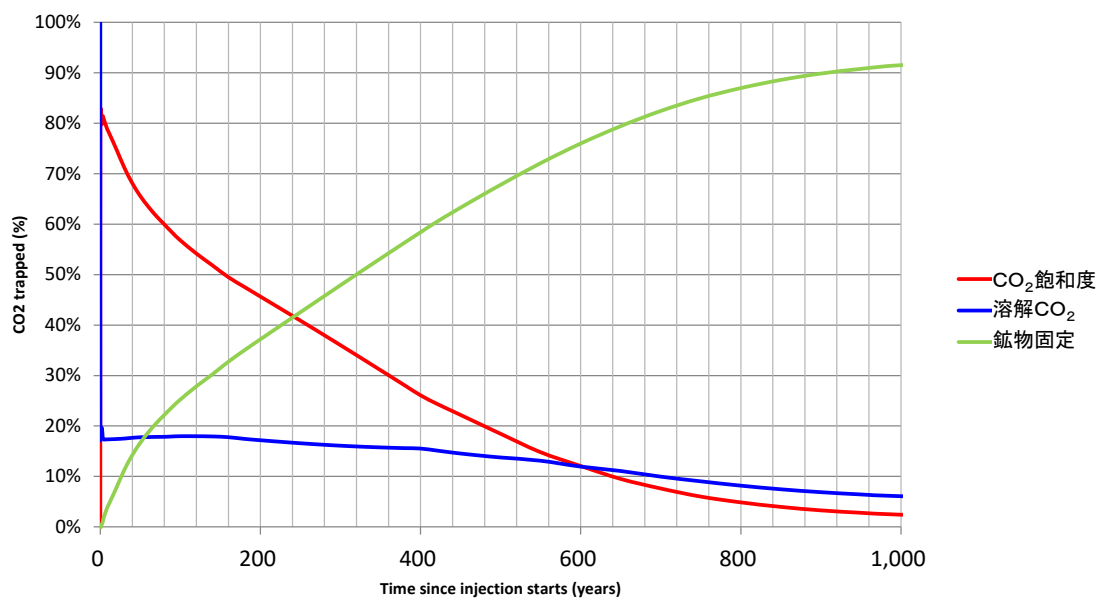
第 1.2-2 表 地化学反応シミュレーションで使用した滝ノ上層 T1 部層の鉱物組成

Class	和名	Name	Abbreviation	鉱物組成 (vol%)
シリカ鉱物	玉髄	chalcedony	chalcedony	8.61
長石	斜長石	albite/anorthite	ab0.5an0.5	16.04
長石	カリ長石	K-feldspar	microcline	10.85
炭酸塩鉱物	方解石	calcite	calcite	4.05
粘土鉱物	イライト	illite	illite(Al)	14.01
粘土鉱物	サポーナイト	saponite	saponite(FeCa)	3.07
粘土鉱物	カオリン石	kaolinite	kaolinite	0.00
粘土鉱物	緑泥石	clinochlore/daphnite	clcl2.5dap2.5	5.07
粘土鉱物	黄鉄鉱	pyrite	pyrite	3.10
輝石	輝石	diopside/hedenbergite	diop0.8hed0.2	5.81
角閃石	角閃石	tremolite/actinolite	trem3act2	5.63
沸石	束沸石	stilbite	stilbite	8.24
炭酸塩鉱物	菱鉄鉱	siderite	siderite	0.00
炭酸塩鉱物	菱苦土鉱	magnesite	magnesite(Natur)	0.00
炭酸塩鉱物	ドーソン石	dawsonite	dawsonite	0.00
炭酸塩鉱物	苦灰石	dolomite	dolomite	0.00

シミュレーションの結果を, 第 1.2-1 図および第 1.2-2 図に示す。



第 1.2-1 図 滝ノ上層 T1 部層に CO₂を圧入した際の鉱物変化量の推定



第 1.2-2 図 滝ノ上層 T1 部層に CO₂を圧入した際の鉱物固定化量の推定

CO₂圧入開始直後から、カルセドニー、苦灰石、菱鉄鉱が徐々に析出し、角閃石、方解石、緑泥石が溶解するものと推定される。溶解した鉱物も含め化学反応が進行し、1,000 年後には圧入した CO₂の 90%以上が鉱物として固定される。

第 1.2-3 表に、苫小牧 CCS-1 で採取したカッティング試料の X 線回折分析結果を示す。

第 1.2-3 表 苫小牧 CCS-1 で採取したカッティング試料の X 線回折分析結果

深度 (m)	地層名		岩相 (肉眼記載)	同定された鉱物														
	累層	部層		スファイト	イソト	緑泥石	斜方沸石	モルデン沸石	スチルバイト	カバール	石英	斜長石	加長石	方解石	トルロイト	黄鉄鉱	赤鉄鉱	角閃石
900	萌別層	泥岩	砂質泥岩	×	△	△					◎	○		×		△		△
950			砂質泥岩	×	○	○					○	○	△	×		△		△
1000			砂質泥岩	×	○	○					◎	○		×		△		△
1050			砂質泥岩	×	○	○					◎	○				△		△
1100			砂質泥岩	×	○	○					◎	○	△			×		△
1150			砂質泥岩	×	△	△	△				○	○	○			×		△
1200	萌別層	砂岩	砂質泥岩	×	○	○	△			◎	○	△			△		△	
1250			砂質泥岩	×	○	○				◎	○				△		△	
1300	荷葉層		砂質泥岩	×	○	○			◎	○				△		△		
1350	荷葉層		砂質泥岩	×	○	○			◎	○	△			△		△		
1400	荷葉層		砂質泥岩	×	△	△			◎	◎			×	△				
1450	荷葉層		砂質泥岩	×	○	○			○	○	△	×	×	△		○		
1500	荷葉層		砂質泥岩	×	○	○	△		◎	○			×	×		△		
1550	荷葉層		砂質泥岩	×	○	△	△		◎	○			×	△		△		
1580	荷葉層		砂質泥岩	×	○	△	○		○	○	△	×		△		△		
1650	平取+軽舞層		泥岩	×	○	○				○	○			△		△		
1700	平取+軽舞層		泥岩	×	○	○	○			×	○	○		△		△		
1750	平取+軽舞層		泥岩	×	○	○	○			×	○	○	×	△		△		
1800	平取+軽舞層		泥岩	×	○	○	○			△	◎	×		△		△		
1850	平取+軽舞層		泥岩	×	○	○	△			△	○	○	△	△		△		
1900	平取+軽舞層		泥岩	×	○	△	○			△	○	○		△		△		
1950	平取+軽舞層		泥岩	×	○	○	△			△	○	○		△		△		
2000	平取+軽舞層		泥岩		○	○	△			△	◎	○		△				
2050	平取+軽舞層		泥岩	×	○	○	△			△	○	○		△		×		
2100	平取+軽舞層		泥岩	×	○	○	○			△	△	○	×	△		×		
2150	平取+軽舞層		泥岩	×	○	○	△			△	○	○		△		×		
2200	平取+軽舞層		泥岩	×	○	○	△			△	◎	○		△		×		
2250	平取+軽舞層		泥岩	×	○	○	△			×	◎	○		△		×		
2300	振老層		泥岩	×	○	○	△			◎	○			△				
2350			泥岩		○	○	△			◎	○			△				
2400			泥岩	×	○	○				◎	○		×	△				
2450			凝灰質泥岩	×	○	○				◎	○		×	△				
2500			泥岩	×	○	○				◎	○		×	△				
2550			凝灰質泥岩	×	○	○				◎	○		×	△				
2600			泥岩	×	○	○				◎	○		×	△				
2650			凝灰質泥岩	×	○	○				◎	○		×	△				
2700			泥岩	×	○	○				◎	○		×	△				
2750			泥岩	×	○	○				◎	○		×	△				
2800	泥岩	×	△	○	△				◎	○		×	○					
2900	滝ノ上層	T1	火山礫凝灰岩	×	△			◎		△	○			×				
2950	滝ノ上層	T1	火山礫凝灰岩	×	△			◎		△	○							
3000	滝ノ上層	T1	砂質凝灰岩	×	△		○	◎		△	○							
3100	滝ノ上層	T1	砂質凝灰岩	△	△		○			○	◎		×					
3150	滝ノ上層	T1	砂質凝灰岩	△	×				△	○	◎		×		△			
3250	滝ノ上層	T1	砂質凝灰岩	△	△		◎			△	◎		×					
3300	滝ノ上層	T1	砂質凝灰岩	△	△		○		○	△	◎		×	△		×		
3400	滝ノ上層	T1	砂質凝灰岩	△	△				○	○	◎		×		△			
3450	滝ノ上層	T1	凝灰岩	×	×		◎		○	△	○		×					
3500	滝ノ上層	T1	砂質凝灰岩	△					◎	○	◎		×					
3550	滝ノ上層	T1	砂質凝灰岩	△					△	○	◎		×		△			
3600	滝ノ上層	T1	砂質凝灰岩	○						○	◎		×		○			
3650	滝ノ上層	T1	砂質凝灰岩	○						○	◎		×					
3700	滝ノ上層	T1	砂質凝灰岩	△		○		○		○	◎		×					

◎: 多い ○: 中 △: 少ない ×: 極めて少ない

第 1.2-3 表に示すように、砕屑岩である振老層（遮蔽層）で同定された鉱物は、滝ノ上層 T1 部層の火山岩類とは異なり、萌別層泥岩などに近い組成を示す。したがって、遮蔽層と CO₂ の化学的な反応は萌別層に近い反応が生じることになる。流動シミュレーションの結果、遮蔽層には CO₂ がほとんど浸透できないと考えられ、化学的反応は遮蔽層と CO₂ の接触部分でのみ生じることとなる。

なお、流動シミュレーションのモデルは、ブラインによる圧入試験で確認した滝ノ上層の浸透率（再解析）や、滝ノ上層で採取したコアの孔隙率-浸透率の関係を考慮しており、遮蔽層の浸透率とは異なった値を使用している。貯留層の孔隙率の平均は 13.2%、その孔隙率に対応する浸透率は 2.0×10⁻³mD を与え、遮蔽層には孔隙率は 19%、浸透率は 4.3×10⁻⁵mD を与えた。シミュレーションでは、圧入した CO₂ は、溶解 CO₂ を含め遮蔽層への浸透は認められていない。貯留層内でさえ垂直方向への CO₂ の移動は数 m 規模であり、遮蔽層の浸透率を勘案すればシミュレーション結果は妥当であると判断している（添付書類-1 第 4.5-10 図参照）。

(2) 萌別層砂岩層

萌別層砂岩層の地層水は、苫小牧 0B-2（萌別層観測井）で採取した地層水を基に、第 1.2-4 表に示す地層水組成を使用した。萌別層砂岩層の鉱物組成は、苫小牧 0B-2 試料を参照し、第 1.2-5 表に示す組成を採用した。

また、鉱物の熱力学データは、公開データベースである Thermoddem^[1]を参照した。

第 1.2-4 表 地化学反応シミュレーションで使用した萌別層砂岩層の地層水組成

萌別層砂岩層 地層水組成	
貯留層温度 (°C)	40
pH	7.17
組成	濃度 (mg/kg)
Cl ⁻	1,864.10
SO ₄ ²⁻	9.17
HCO ₃ ⁻	541.40
HS ⁻	7.28E-05
SiO ₂ (aq)	156.00
Al ³⁺	1.35E-04
Ca ²⁺	45.91
Mg ²⁺	8.04
Fe ²⁺	0.45
K ⁺	11.02
Na ⁺	1,321.74
NH ₄ ⁺	2.69
備考	黄鉄鉱，非晶質シリカ，クリノプチロライト (Na)，カオリナイト，菱鉄鉱，方解石，サポナイト (Fe, Ca)，菱苦土石，イライト (Al) と化学平衡になるように地層水組成を熱力学的に再構成 (Thermoddem を使用)。

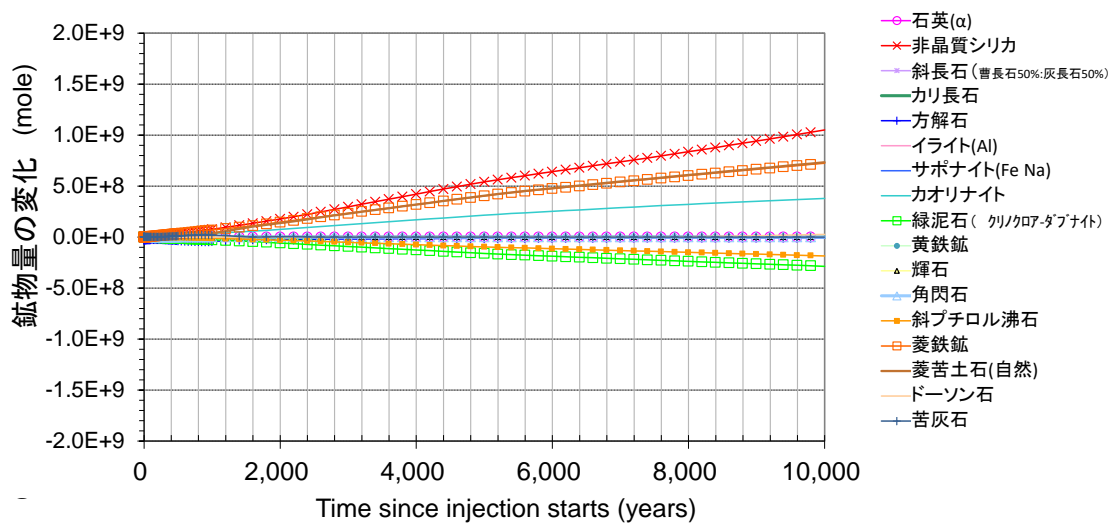
第 1.2-5 表 地化学反応シミュレーションで使用した萌別層砂岩層の鉱物組成

Class	和名	Name	Abbreviation	鉱物組成 (vol%)
シリカ鉱物	石英	quartz	quartz, alpha	22.34
シリカ鉱物	非晶質シリカ	amorphous silica	amorphous silica	0.00
長石	斜長石	albite/anorthite	ab0.5an0.5	11.06
長石	カリ長石	K-feldspar	microcline	9.75
炭酸塩鉱物	方解石	calcite	calcite	0.49
粘土鉱物	イライト	illite	illite(Al)	9.40
粘土鉱物	サポナイト	saponite	saponite(FeCa)	3.50
粘土鉱物	カオリン石	kaolinite	kaolinite	1.71
粘土鉱物	緑泥石	clinoclore/daphnite	clcl2.5dap2.5	8.65
粘土鉱物	黄鉄鉱	pyrite	pyrite	1.13
輝石	輝石	diopside/hedenbergite	diop0.8hed0.2	0.61
角閃石	角閃石	tremolite/actinolite	trem3act2	4.83

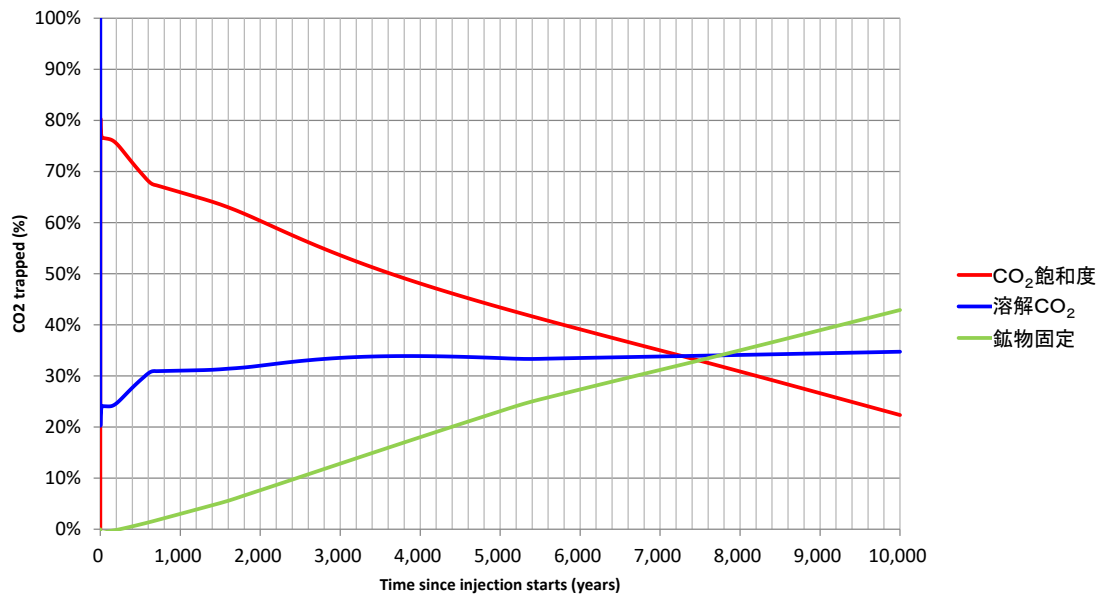
[1] Thermoddem (BRGM, the French Geological Survey : <http://thermoddem.brgm.fr/>, 2015年2月5日アクセス)

沸石	斜プチロル沸石	Na-clinoptilolite	clinoptiloliteNa	19.03
炭酸塩鉱物	菱鉄鉱	siderite	siderite	0.00
炭酸塩鉱物	菱苦土鉱	magnesite	magnesite(Natur)	0.00
炭酸塩鉱物	ドーソン石	dawsonite	dawsonite	0.00
炭酸塩鉱物	苦灰石	dolomite	dolomite	0.00

シミュレーションの結果を、第 1.2-3 図及び第 1.2-4 図に示す。



第 1.2-3 図 萌別層砂岩層に CO₂ を圧入した際の鉱物量変化量の推定



第 1.2-4 図 萌別層砂岩層に CO₂ を圧入した際の鉱物固定化量の推定

CO₂圧入開始直後から、非晶質シリカ、菱鉄鉱、カオリナイトが析出し、緑泥石や斜プチロル沸石が溶解すると推定された。溶解した鉱物も含め化学反応が進行し、1,000年後には圧入したCO₂の数が鉱物として固定化される。その後徐々に鉱物固定化は増加し、10,000年後には圧入したCO₂の40%以上が鉱物として固定化される。

萌別層砂岩および萌別層泥岩の堆積物の主な供給源は共通していると考えられ、鉱物組成も類似している（第 1.2-3 表）。主に溶解する鉱物と考えている緑泥石や斜方輝石の存在量も同程度であることから、遮蔽層と貯留層の CO₂への化学的な反応は類似したものになるが、流動シミュレーションの結果、遮蔽層には CO₂がほとんど浸透できないと考えられるため、化学的反応は遮蔽層と CO₂の接触部分でのみ生じることとなる。

1.3 政令で定める基準への適合状況

「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律施行令」（昭和 46 年政令第 201 号）第 11 条の 5 への適合状況は、以下のとおりである。

- ・本計画において海底下廃棄をしようとする特定二酸化炭素ガスは、アミン類と二酸化炭素との化学反応を利用して二酸化炭素を他の物質から分離する方法により集められたものである。
- ・本計画において海底下廃棄をしようとする特定二酸化炭素ガスに含まれる二酸化炭素の濃度は、第 1.1-1 表に示すとおり体積百分率 99 パーセント以上である。
- ・本計画において海底下廃棄をしようとする特定二酸化炭素ガスには、二酸化炭素以外の油等を加えていない。また、特定二酸化炭素ガスを海底下地層に圧入するために使用する設備はドライガスシールタイプの遠心式圧縮機のため、圧入の際に油分が混入するおそれはない。

なお、本計画において海底下廃棄をしようとする特定二酸化炭素ガスは、石油の精製に使用する水素の製造工程から分離したガスよりアミン類と CO₂との化学反応を利用して CO₂を分離したものであることから、本計画において適用する基準は、体積百分率 98 パーセント以上とする。

よって、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律施行令第十一条の五第一項第二号に規定する基準(当該ガスに含まれる二酸化炭素の濃度が体積百分率九十九パーセント以上(当該ガスが石油の精製に使用する水素の製造のために前号に規定する方法が用いられたことにより集められたものである場合には、体積百分率九十八パーセント以上)であること。)を満たしている。

2. 海底下廃棄をされた特定二酸化炭素ガスが海洋に漏出したと仮定した場合に予測される当該特定二酸化炭素ガスの海洋への漏出の位置及び範囲並びに漏出量並びにその予測の方法

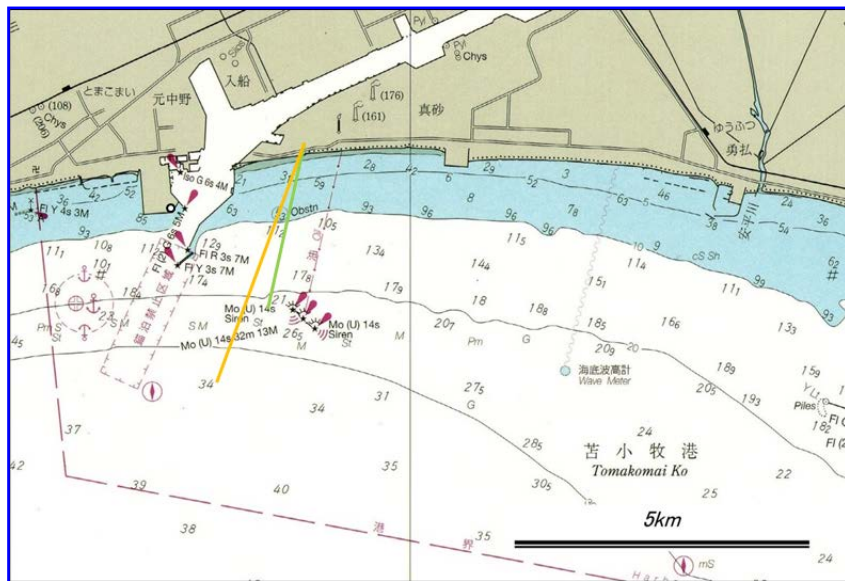
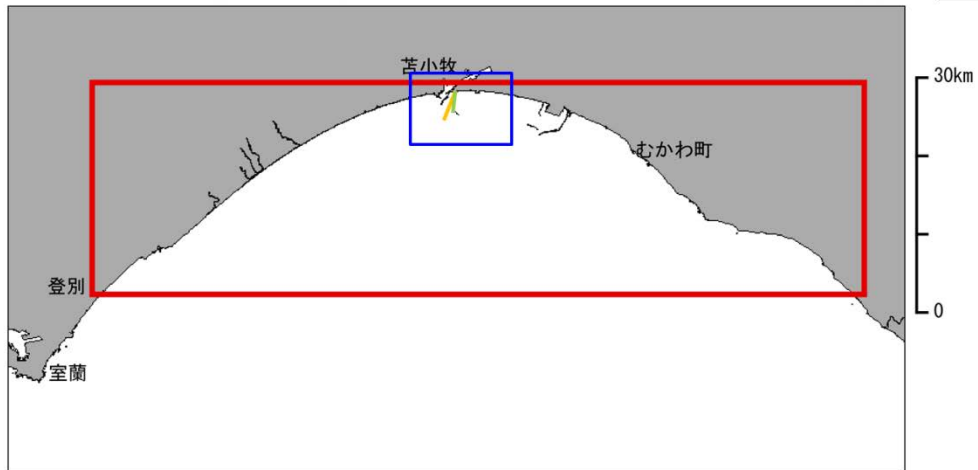
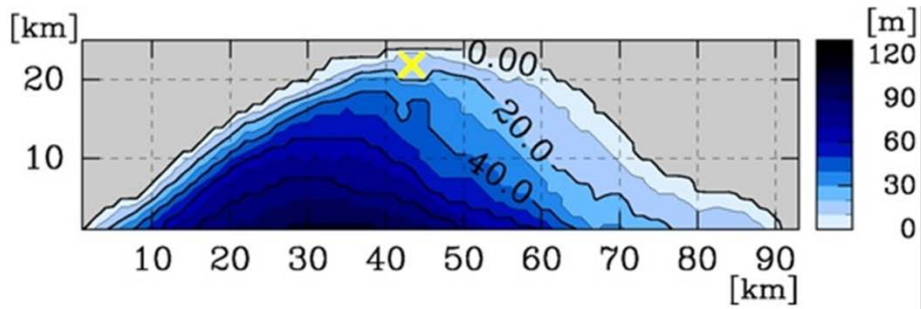
2.1 当該特定二酸化炭素ガスが海洋環境に及ぼす影響の程度を予測するために把握した海域の流況その他の自然的条件の現況及びその把握の方法

(1) 自然的条件の現況

特定二酸化炭素ガスが海洋に漏出した場合に影響の及ぶ範囲を特定するために、日高湾のおよそ北緯 42.4 度以北を対象領域として、次に掲げる自然的条件現況を把握した。

① 水深

水深は、日本海洋データセンター (Japan Oceanographic Data Center; JODC) の 500m メッシュ水深データを用いて把握した。全体として海岸線に平行に水深が深くなり、苫小牧港の東側では西側に比べて水深の増大が緩やかであった (第 2.1-1 図参照)。なお、CO₂ 圧入点直上の水深は、萌別層で約 20m、滝ノ上層で約 30m である。



- 注: 1. 上図はモデル地形。色と等値線は水深。黄色の×がCO₂漏出位置。
 2. 中図は苫小牧沖の地図(日本水路協会 海洋情報研究センター 海底地形デジタルデータ)。赤の矩形が静水圧モデル領域。青の矩形が下図の領域。
 3. 下図は黄の線が滝ノ上層の圧入坑跡。緑の線が萌別層の圧入坑跡。

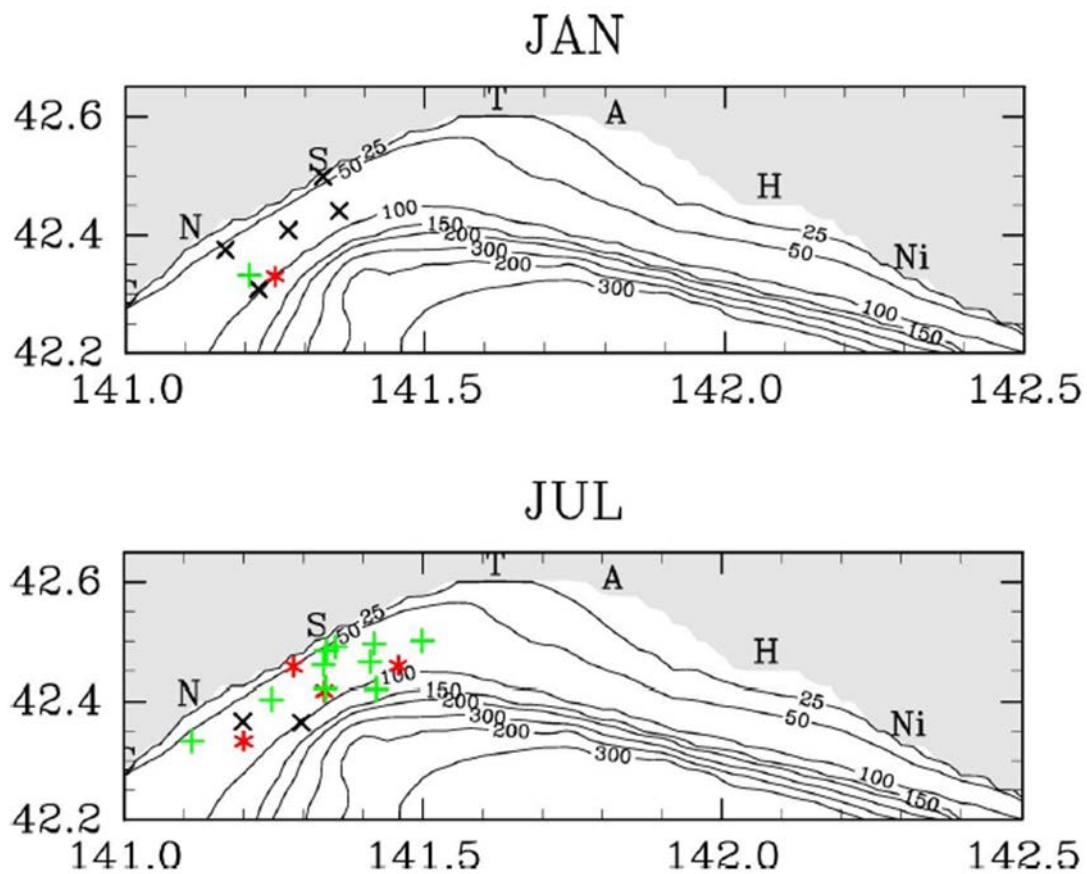
第 2.1-1 図 静水圧モデル領域

② 水温、塩分、温度躍層および密度躍層の存在の有無、並びにそれらの季節的変化

水温、塩分は、北海道大学水産学部附属練習船うしお丸による白老沖での CTD 観測データ(データ取得位置は、第 2.1-2 図および第 2.1-1 表参照)および JODC の水温統計、塩分統計の北緯 42~43 度、東経 141~142 度の値を用いて把握した。

夏季の水温は表層付近が 15°C前後、40m 以深では 5~12°C程度になっている。JODC の統計値は、海面が約 16°C、100m 深で約 7°Cである。冬季の水温は 3~8°C程度であり鉛直にほぼ一様で、底層でわずかに水温が高くなっていることが多い。JODC の統計値は海面から水深 100m 辺りまで約 5°Cである。

夏季の塩分は海面で 32~33 程度、40m 以深で 33~34 程度である。2003 年は、他の年と大きく異なっており、60m 以浅では 32.5~33 程度、60m 以深では 33~33.5 になっている。JODC の統計値は海面で約 32.8、水深 100m で約 33.8 である。冬季の塩分は 33 前後であり鉛直にほぼ一様で、底層でわずかに高くなっていることが多い。2006 年は、他の年に比べて塩分が高く、33.9 程度で鉛直に一様となっている。JODC の統計値は、海面で約 33.3、水深 100m で約 33.5 である。躍層については、2003 年の夏季は 30m 深付近に水温躍層が見られるが、その他には明瞭な水温躍層、塩分躍層が見られない。夏季は海面から水深 30~40m 辺りまで水温は低下、塩分は上昇し、それ以深では鉛直方向への変化が小さい傾向が見られる（第 2.1-3 図参照）。なお、うしお丸の観測値は年により、観測点によりある程度ばらつきがあるが、JODC の統計値はおおよそそのばらつきの中心あたりになっている。そこで、JODC の統計値の水温、塩分から密度を計算した。夏季は水深 30m 以浅では深さとともに水温が下がり、塩分が上がっているため密度も大きくなっている。それ以深では水温、塩分とも変化が小さく、密度の増加も小さくなっている。冬季は、夏季に比べて、水温、塩分とも海面から水深 100m まで変化が小さく、したがって密度の変化も小さい（第 2.1-4 図参照）。



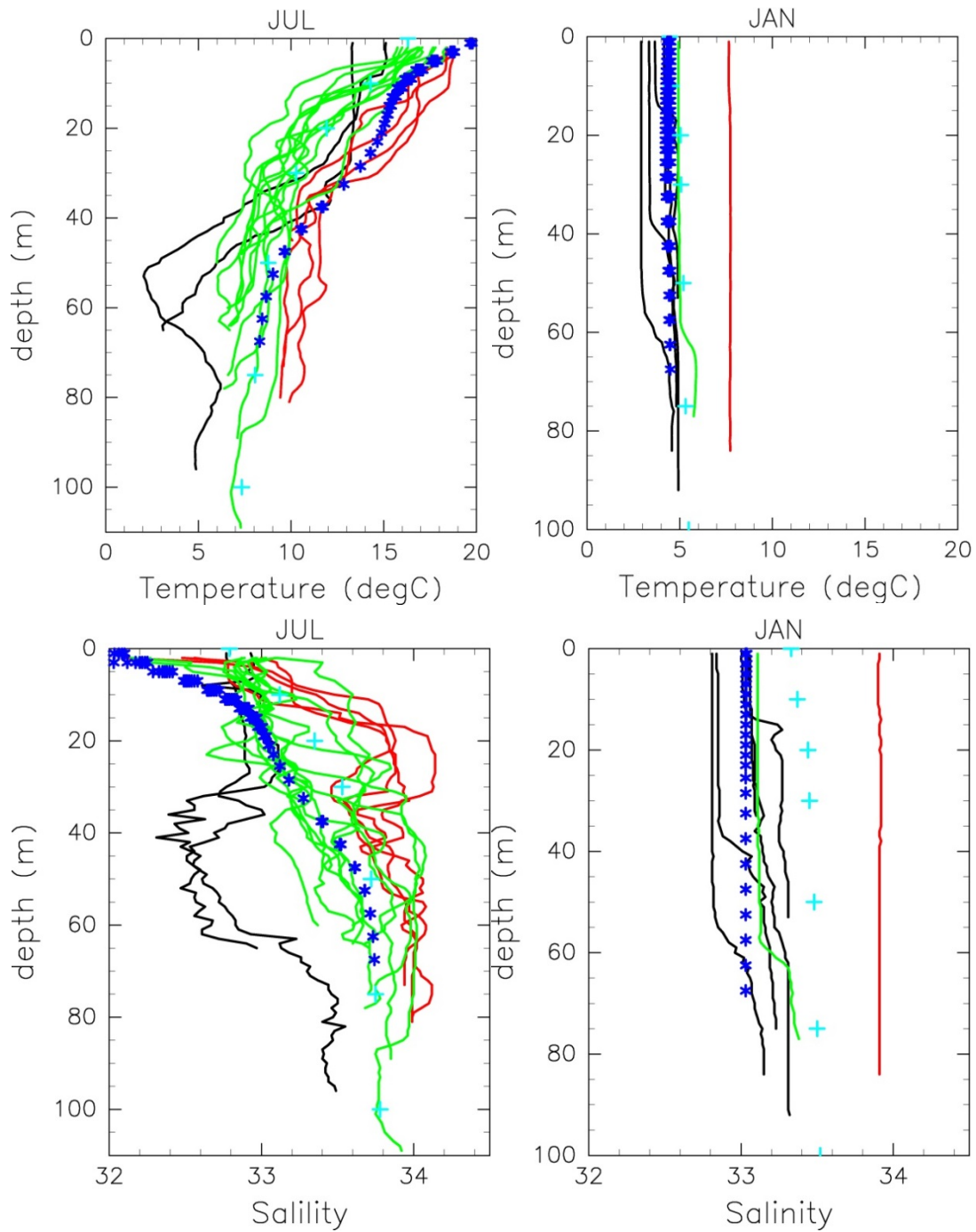
注：観測位置（上：1月，下：7月）

黒×，赤＊，緑＋は，1月がそれぞれ順に2003年，2008年，2012年，7月がそれぞれ順に2003年，2006年，2008年。N，S，T，A，H，Niは，順に登別，白老，苫小牧，厚真，日高，新冠。

第 2.1-2 図 北海道大学水産学部附属練習船うしお丸による白老沖での観測位置と観測日

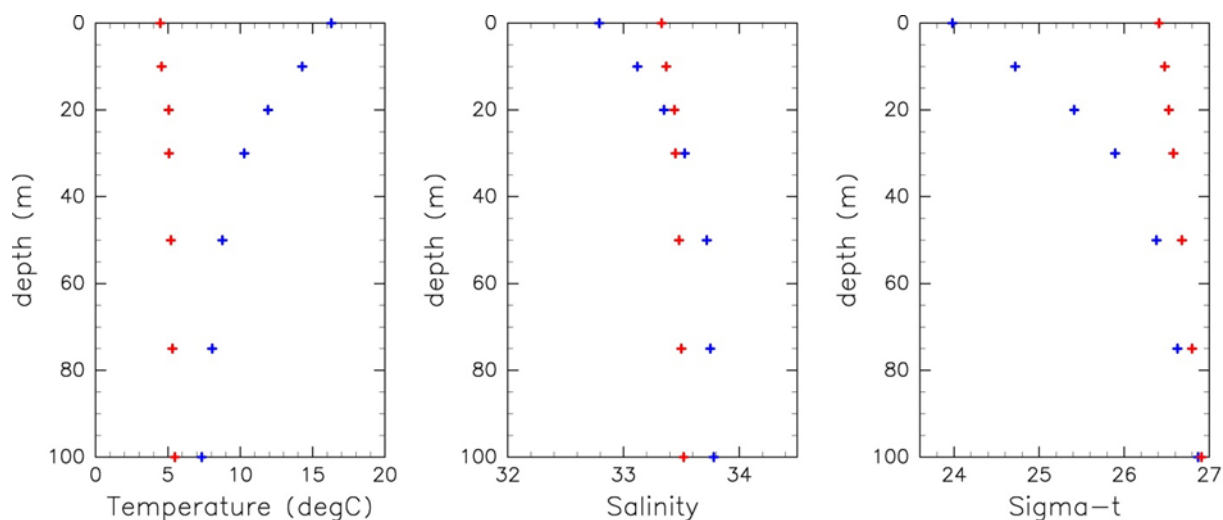
第 2. 1-1 表 北海道大学水産学部附属練習船うしお丸による白老沖での観測の位置, 年月日および水深

月	緯度	経度	観測日	水深
1 月	42. 308	141. 22167	15-Jan-03	97
1 月	42. 375	141. 16667	15-Jan-03	59
1 月	42. 498	141. 33	15-Jan-03	39
1 月	42. 44	141. 35667	15-Jan-03	89
1 月	42. 408	141. 27167	15-Jan-03	80
1 月	42. 33	141. 25	21-Jan-08	97
1 月	42. 332	141. 20667	9-Jan-12	85
7 月	42. 367	141. 19833	13-Jul-03	71
7 月	42. 365	141. 29667	13-Jul-03	98
7 月	42. 333	141. 2	29-Jul-06	83
7 月	42. 417	141. 335	29-Jul-06	91
7 月	42. 457	141. 28333	29-Jul-06	54
7 月	42. 458	141. 45833	29-Jul-06	92
7 月	42. 49	141. 35333	9-Jul-08	63
7 月	42. 5	141. 49833	14-Jul-08	75
7 月	42. 42	141. 42167	14-Jul-08	103
7 月	42. 495	141. 41833	14-Jul-08	77
7 月	42. 465	141. 41167	14-Jul-08	86
7 月	42. 483	141. 33833	14-Jul-08	61
7 月	42. 422	141. 33667	14-Jul-08	91
7 月	42. 46	141. 33333	14-Jul-08	75
7 月	42. 333	141. 11333	15-Jul-08	58
7 月	42. 403	141. 24667	15-Jul-08	74



注：上が水温，下が塩分。左が7月，右が1月。青の*が計算結果で，7月は2008年の条件で，1月は2003年の条件でそれぞれ計算したもの。実線は北海道大学うしお丸による白老沖のCTD観測結果。黒，赤，緑の順に7月は2003年，2006年，2008年の観測値，1月は2003年，2008年，2012年の観測値。水色の+はJODCの統計値。

第2.1-3図 水温・塩分の7月と1月の鉛直プロファイル



注：左が水温，中が塩分，右が計算による密度。各図の赤が冬季，青が夏季の値を示す。

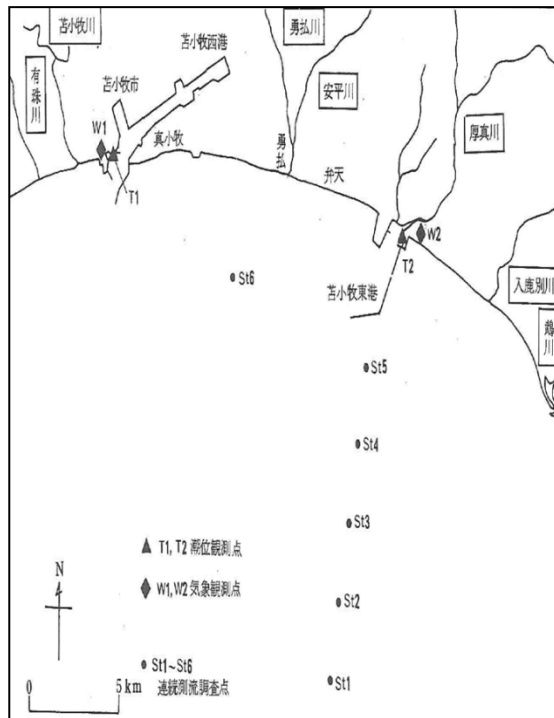
第 2.1-4 図 JODC 統計値の水温，塩分による密度

③ 海域の流況およびその季節的变化

流況は、『昭和 58 年度 - 苫小牧東部地区地先海域産業公害総合事前調査 現地調査報告書』（通商産業省 札幌通商産業局，1983 年）および『苫小牧港潮流観測調査業務報告書』（日本データサービス株式会社，2005 年）により把握した。

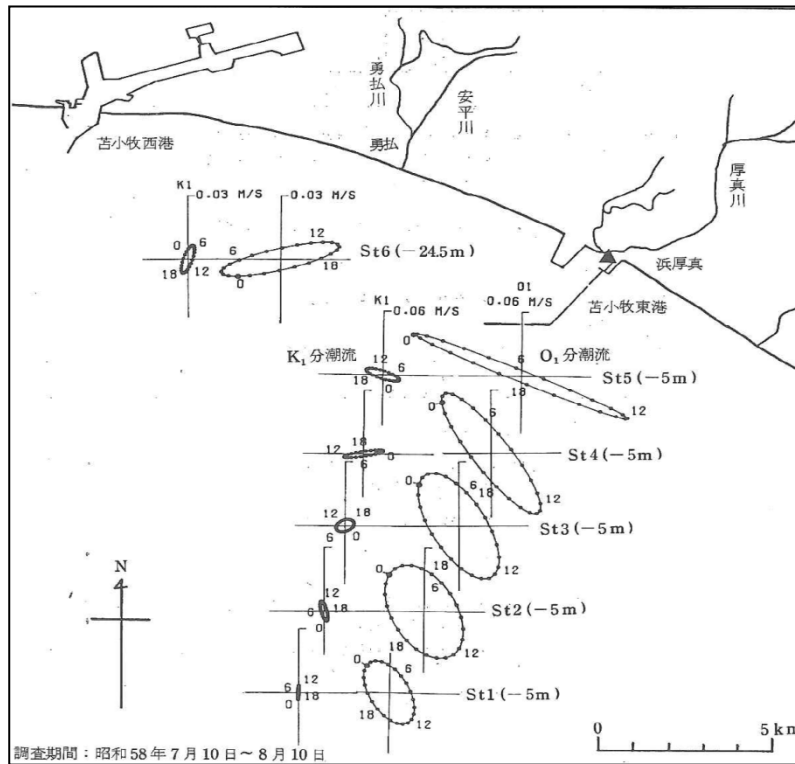
『昭和 58 年度 - 苫小牧東部地区地先海域産業公害総合事前調査 現地調査報告書』には，本調査海域の東へ約 10km 離れた 5 か所の調査点（第 2.1-5 図）で，1983 年 7 月 10 日から 8 月 10 日にかけての 32 日間，流速・流向を測定し解析した結果が記載されている。潮流は，海岸線に平行な流向の日周潮流（O1 分潮）が卓越し（第 2.1-6 図），海岸線に直角な流向の半日周潮流（M2 分潮）は微弱である（第 2.1-7 図）。恒流（32 日間平均流）は，2.1～3.9cm/sec の範囲に見られる。

『苫小牧港潮流観測調査業務報告書』（日本データサービス株式会社，2005 年）には，本調査海域内に 2 か所の調査点（No. 1, 2）が設けられ，約 2～3 週間の潮流観測を行った結果が示されている（第 2.1-8 図～第 2.1-11 図）。流向頻度を見ると，春から夏は海岸線に平行な東西方向の頻度が多く，南北の頻度が少ない。東西方向では，東流よりも西流の頻度が高い傾向がある。秋から冬は，春から夏と同様に，海岸線に平行な東西方向の頻度が多くて南北の頻度が少ないが，西流よりも東流の頻度が高い傾向を示している。潮流については，日周潮と半日周潮の比である F 値（K1 分潮+O1 分潮） / （M2 分潮+S2 分潮）を用いて潮流の型が示されている。圧入点近くの観測点 No. 2 においては，全観測期間において $F \geq 1.5$ の日周潮型となっている。



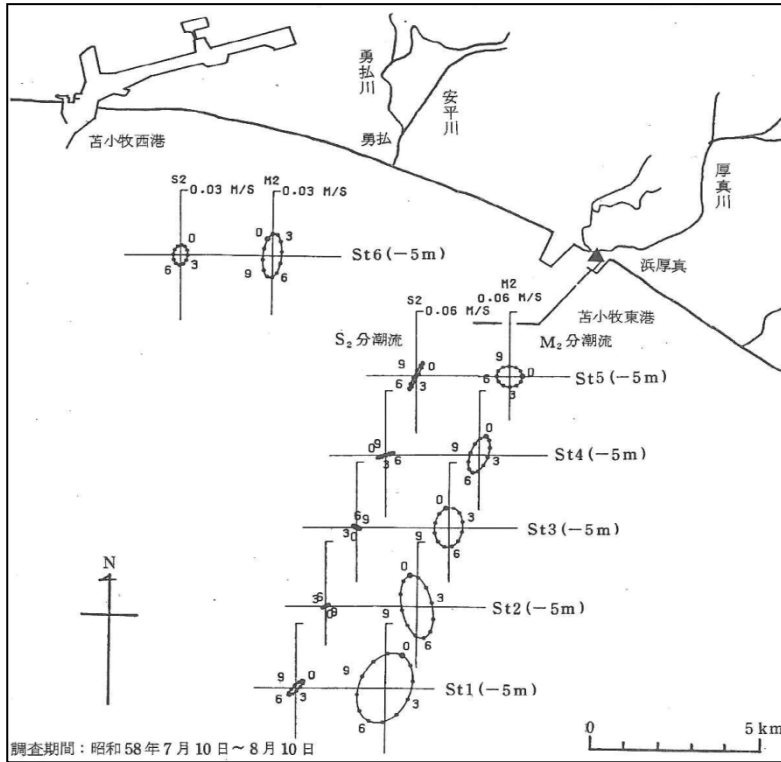
資料：『 - 昭和 58 年度 - 苫小牧東部地区地先海域産業公害総合事前調査 現地調査報告書』
 (通商産業省 札幌通商産業局, 1983 年)

第 2.1-5 図 流速・流向調査測点位置



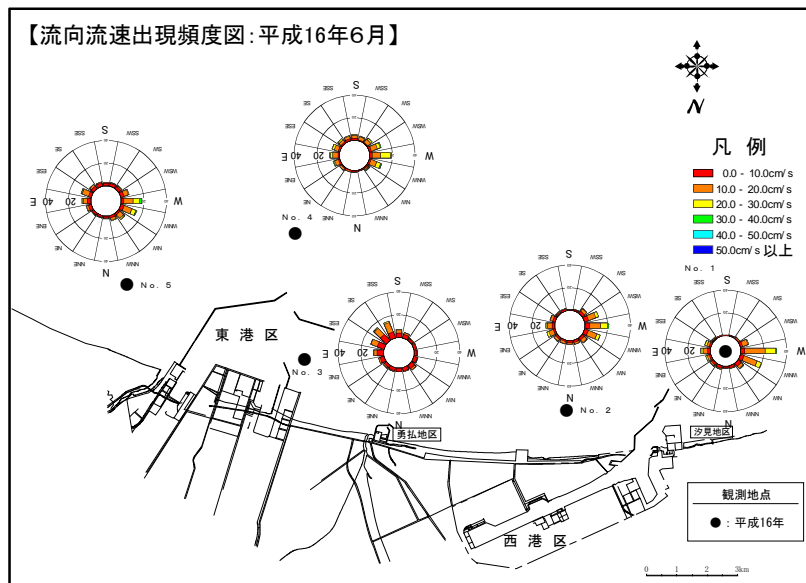
調査期間：昭和 58 年 7 月 10 日～8 月 10 日
 資料：『 - 昭和 58 年度 - 苫小牧東部地区地先海域産業公害総合事前調査 現地調査報告書』
 (通商産業省 札幌通商産業局, 1983 年)

第 2.1-6 図 O1 と K1 分潮流の潮流楕円の水平分布



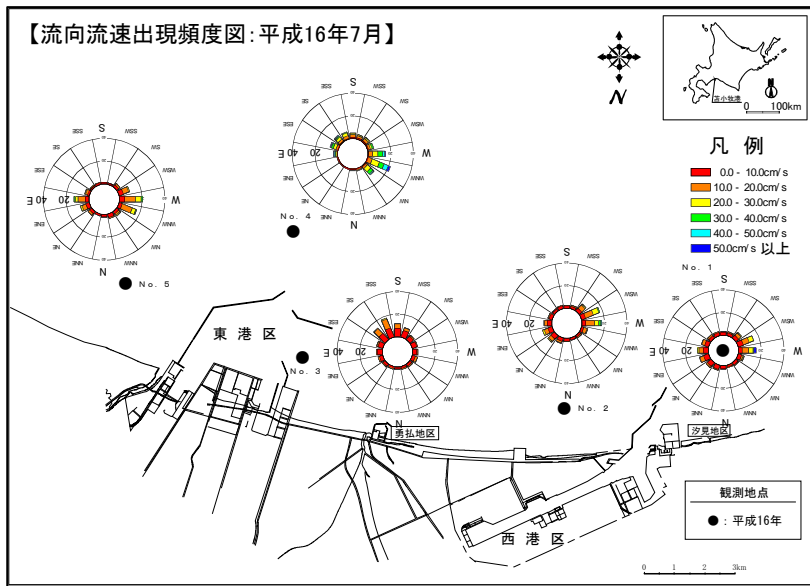
資料：『 - 昭和58年度 - 苫小牧東部地区地先海域産業公害総合事前調査 現地調査報告書』
 (通商産業省 札幌通商産業局, 1983年)

第 2.1-7 図 M2 と S2 分潮流の潮流楕円の水平分布



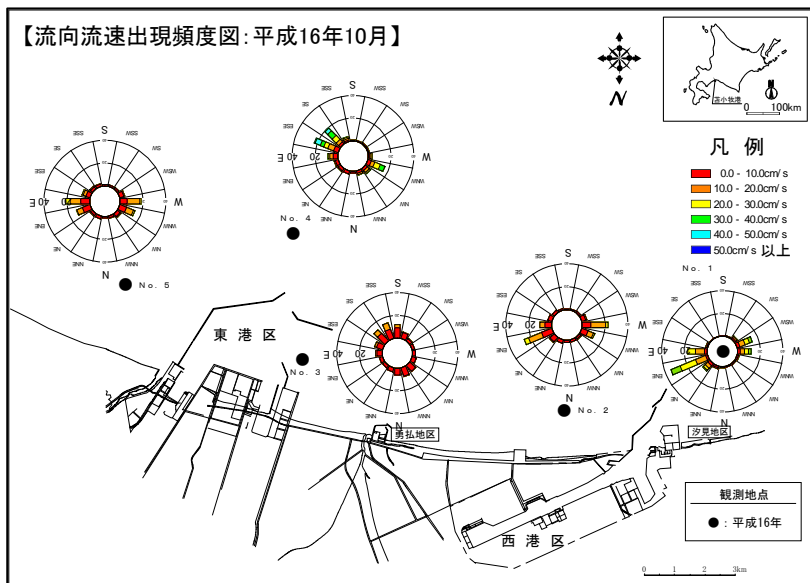
資料：『苫小牧港潮流観測調査業務報告書』
 (日本データサービス株式会社, 2005年)

第 2.1-8 図 流向出現頻度 (平成16年6月)



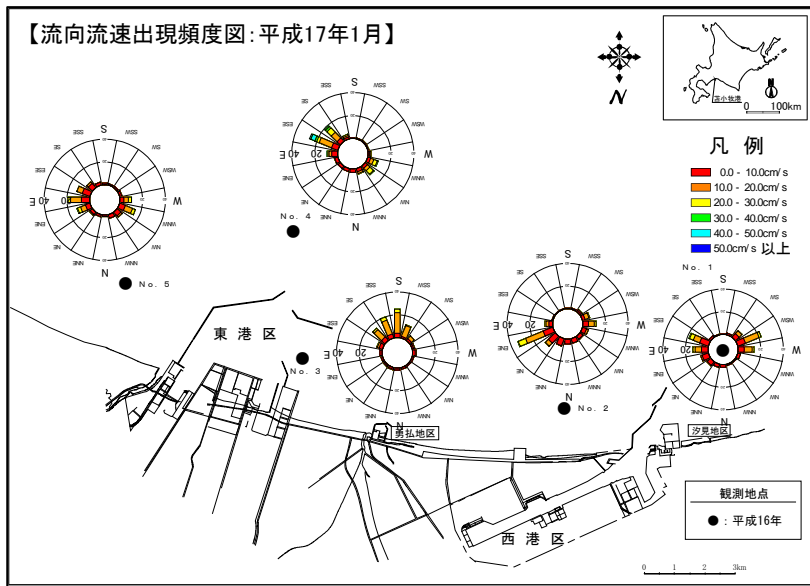
資料：『苫小牧港潮流観測調査業務報告書』
(日本データサービス株式会社, 2005年)

第 2.1-9 図 流向出現頻度 (平成 16 年 7 月)



資料：『苫小牧港潮流観測調査業務報告書』
(日本データサービス株式会社, 2005年)

第 2.1-10 図 流向出現頻度 (平成 16 年 10 月)



資料：『苫小牧港潮流観測調査業務報告書』
 (日本データサービス株式会社, 2005年)

第 2.1-11 図 流向出現頻度 (平成 17 年 1 月)

流況の季節変化は, Rosa et al. (2009)^[1]の示した日高湾における季節ごとの流況 (第 2.1-12 図参照) および苫小牧港湾事務所による苫小牧港潮流観測調査データ (第 2.1-2 表) を用いて把握した。苫小牧港沖合の恒流は, 夏季および冬季ともに流速数 cm 程度であり, 夏季には西向き, 冬季には東～北東向きの流向であった (第 2.1-8 図～第 2.1-11 図参照)。

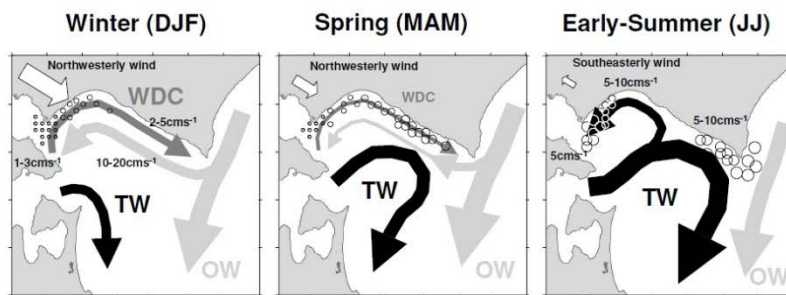


Fig. 10. Schematic diagrams of transient flow patterns from winter to early-summer, based on our previous study (Rosa et al., 2007) combined with the present analysis of the coastal current measurements. Black arrows represent the Tsugaru Warm Current (TW), light gray arrows represent the shelf slope current (OW), and dark gray arrows show the wind-driven current (WDC). The white arrow in the upper left corner of each figure represents the typical wind. The locations of egg/larvae/juvenile Pollock for each season are expressed approximately as the group of circle-symbols, based on the juvenile's migration calendar proposed by Honda et al. (2004). DJF, MAM and JJ represent December–January–February, March–April–May and June–July, respectively.

第 2.1-12 図 Rosa et al. (2009)^[1]の示した日高湾における季節ごとの流況

[1] Rosa A.L., Isoda, Y., Kobayashi, N. 2009. Seasonal variations of shelf circulation in Hidaka Bay, Hokkaido, Japan, with an interpretation of the migration route of juvenile walleye Pollock. Journal of Oceanography, 65, pp.615-626.

第 2.1-2 表 苫小牧港湾事務所による苫小牧港潮流観測調査の位置，期間および水深

調査季	緯度	経度	観測期間	水深 (m)
夏季	42° 36' 59.022	141° 39' 26.722	22-Jul-04～7-Aug-04	5
冬季	42° 36' 59.022	141° 39' 26.722	19-Jan-05～7-Feb-05	5

2.2 漏出事例仮説の設定

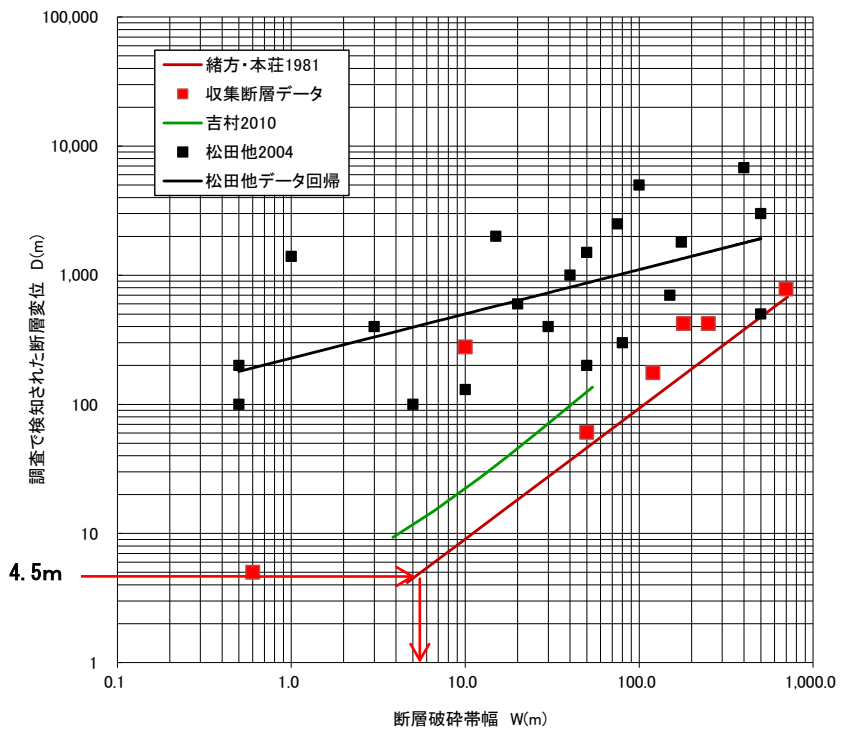
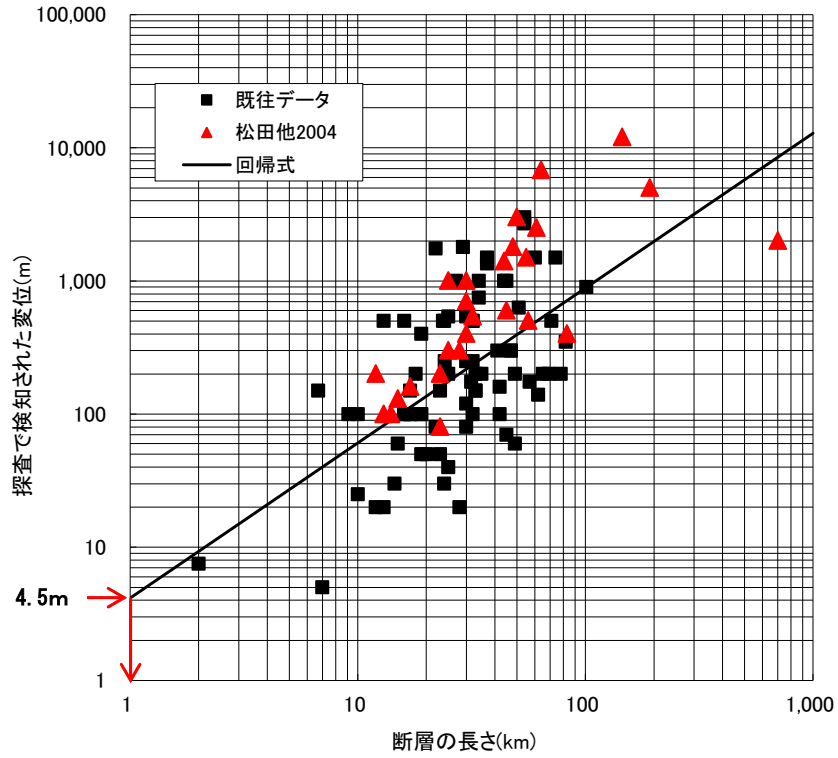
漏出経路として CO₂貯留層近傍の断層/フラクチャを想定することが現実的であるため (Benson et al., 2005) ^[1], 次に掲げる調査検討を行った。

(1) 断層の性状に関する文献調査

CO₂の漏出経路となりうる断層/フラクチャの性状や浸透性について、既往知見を基にまとめた。

断層/フラクチャの性状調査では、弾性波探査によって検知限界となる断層の長さや幅を求めるために、まず断層変位と長さの関係を求めた。次に、断層の長さや幅の関係についてまとめ、さらに断層の幅と断層変位の関係を求めた。以上の関係を用いて、苫小牧沖での三次元弾性波探査の波長 (36m) と三次元弾性波探査で期待される垂直分解能 (波長の 1/8) との関係から苫小牧地点での垂直分解能を推定し、検知限界変位 (4.5m) とし、その検知限界変位に対応する断層の長さや幅を求めた。ただし、幅は安全側をみて下限の関係により求めた。以上の検討結果から、検知限界の断層変位は 4.5m であり、この場合の断層の長さは 1km、幅は 5m 程度と推定された (第 2.2-1 図)。

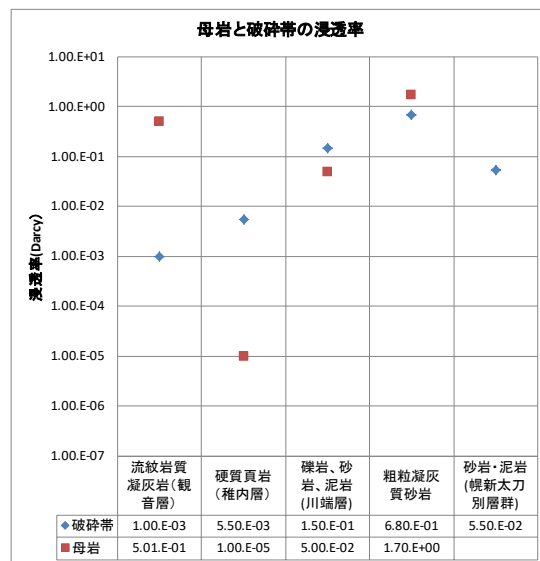
^[1] Benson, S., Cook, P., Anderson, J., Bachu, S., Nimir, H.B., Basu, B., Bradshaw, J., Deguchi, G., Gale, J., von Goerne, G., Heidug, W., Holloway, S., Kamal, R., Keith, D., Lloyd, P., Rocha, P., Senior, B., Thomson, J., Torp, T., Wildenborg, T., Wilson, M., Zarlenga, F., Zhou, D., 2005. Underground geological storage. In: IPCC Special Report on carbon dioxide capture and storage. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp.195-276.



第 2.2-1 図 変位検知限界から断層の長さや破砕帯幅の限界値を決める方法

浸透性の調査ではいくつかの文献データベースからキーワード検索を行い、断層破碎帯の浸透率が得られている文献を取集した。得られた国内 54 地点、海外 18 地点の結果から、岩種、地層年代などごとにヒストグラムを作成し、また、母岩と破碎帯の浸透率の関係、破碎帯の幅と浸透率の関係などの解析を行った。最終的には、苫小牧沖における貯留層岩種と類似の岩種として新第三紀以降の堆積岩、火山砕屑岩の断層破碎帯に関して詳細分析を行った。その結果、浸透率は 1mDarcy から 1Darcy の間に分布していることがわかった(第 2.2-2 図)。

この結果に基づき、後述(2)の漏出シナリオ 1 では周囲の岩相に合わせて 1mDarcy から 1Darcy の浸透率を与え、シナリオ 2 では全体に 1Darcy という最大の浸透率を与えた。



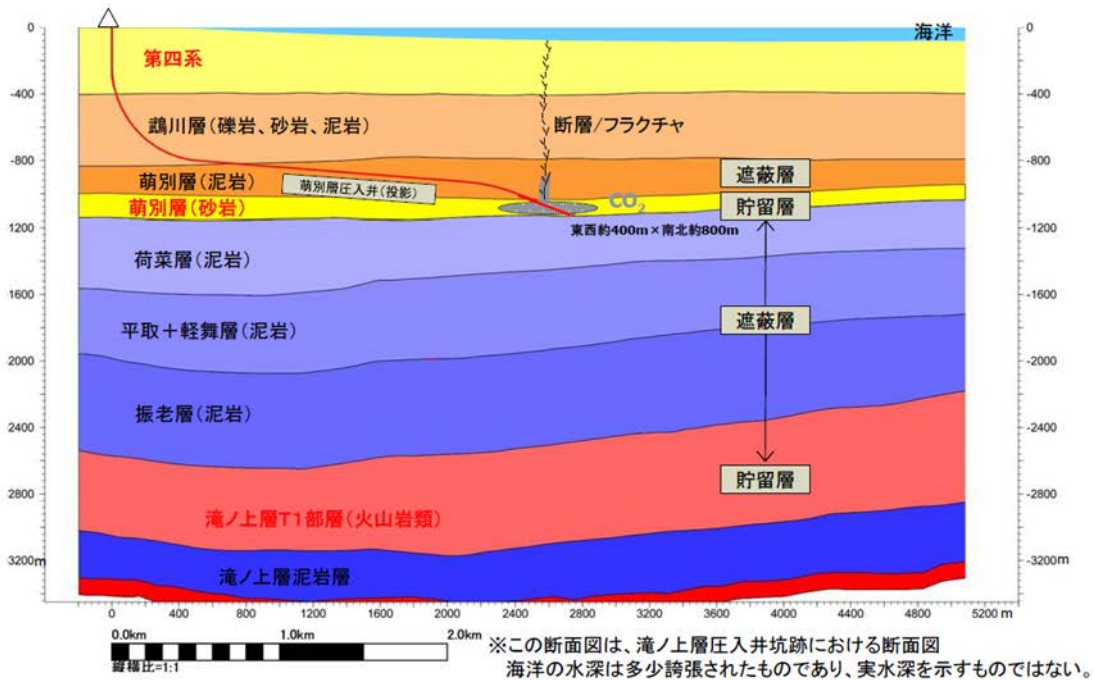
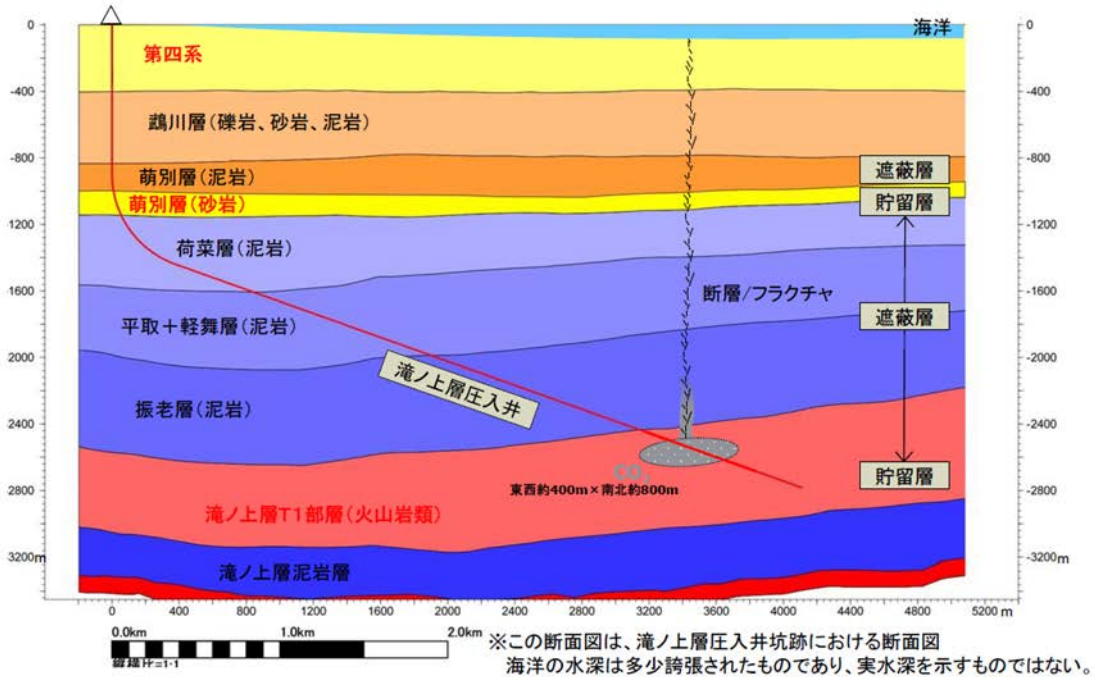
注：砂岩・泥岩（幌新太刀別層群）は母岩の浸透率がないため、破碎帯の浸透率のみ記載した。

第 2.2-2 図 母岩と破碎帯の浸透率の関係比較グラフ

(2) 地層中での CO₂ 移行挙動シミュレーション

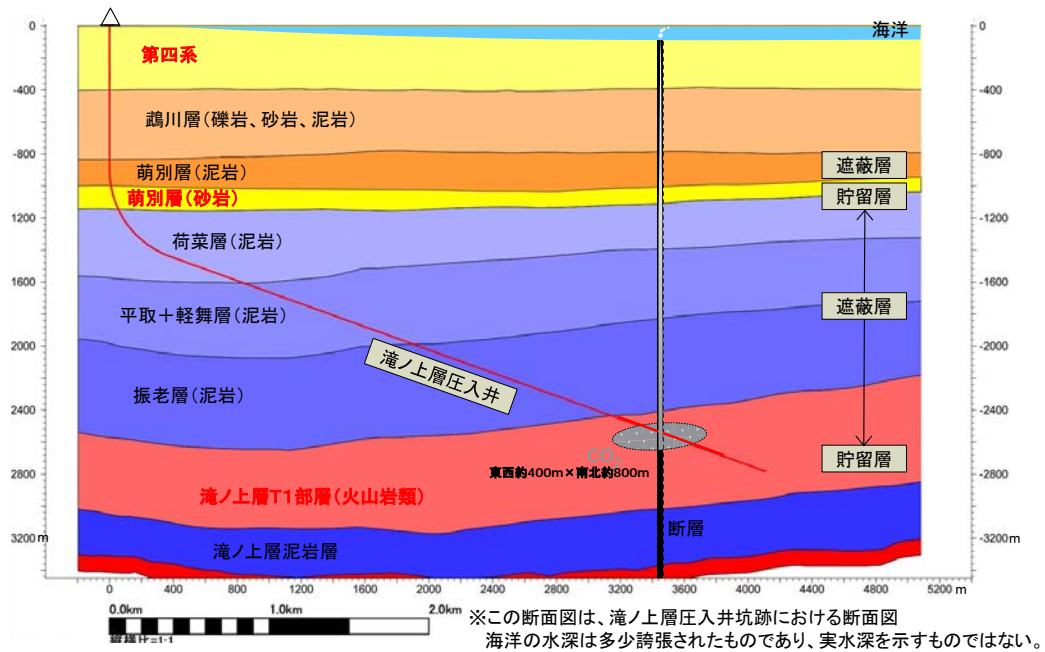
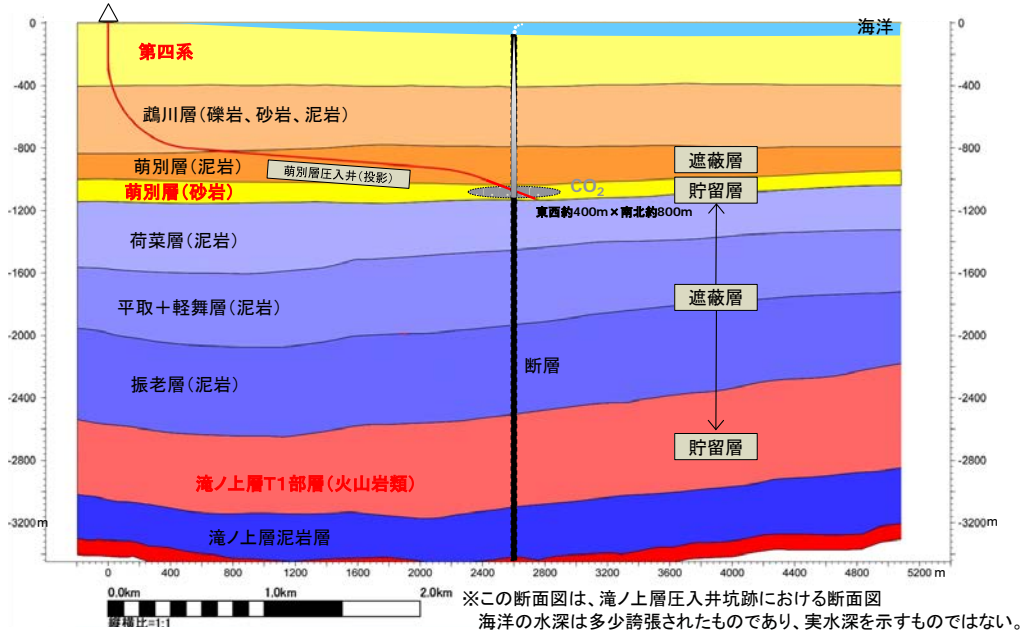
漏出シナリオは、以下の 2 つのシナリオを設定した。なお、CO₂ 漏出経路は、両シナリオともに前述(1)の文献調査結果から幅 5m、長さ 1km（当該サイトの地殻応力場を考慮して南北方向）の断層を設定した。

シナリオ 1…弾性波探査の検出限界以下の小規模な断層/フラクチャ（幅 5m、長さ 1km）が存在している場合を仮定し、CO₂ 圧入による貯留層圧力の上昇と、CO₂ プルームの浮力により、CO₂ が徐々に浸透（小規模な断層/フラクチャ周囲の浸透率は、周囲の岩相に合わせて 1mDarcy から 1Darcy）するシナリオ（第 2.2-3 図）。



第 2.2-3 図 漏出シナリオ 1 のイメージ (上：滝ノ上層，下：萌別層)

シナリオ 2…想定外の事象で、CO₂ 圧入期間中に貯留層から海底面付近まで達する断層（幅 5m，長さ 1km）が新たに発生し，この断層（断層全体の浸透率が 1Darcy という極端値）を通じて CO₂ が漏出する極端なシナリオ（第 2.2-4 図）。



第 2.2-4 図 漏出シナリオ 2 のイメージ (上：滝ノ上層, 下：萌別層)

2.3 特定二酸化炭素ガスの海洋への漏出の位置及び範囲並びに漏出量の予測

シミュレータは、CO₂の相転移に対応可能な、TOUGH2 (V2.1) と ECO2M 状態方程式モジュール (Pruess, 2011) ^[1]を用いた。

移行挙動シミュレーションの初期状態は、苫小牧地点での CO₂圧入計画に合わせるために、石油資源開発 (2013) ^[2]の長期挙動予測シミュレーション結果から、滝ノ上層 (T1 部層) への圧入に関する Base 深度/P10 ケースと、萌別層 (砂岩層) への圧入に関するベースケースの、圧入終了直後の CO₂・圧力分布を用いた。各地層の物性パラメータ等は、石油資源開発 (2013) ^[3]の報告書を基本としたが、断層内の相対浸透率曲線に関しては、萌別層の超臨界 CO₂-水系の相対浸透率に合う Stone (1974) ^[4]のモデルを用いて設定した。また、毛管圧力曲線に関しては 0 のままにした。どちらもヒステリシスは考慮していない。これらの設定は、より漏出が起こるといふ危険側で評価を行うためである。

なお、滝ノ上層の圧入井の掘削結果を勘案すると、CO₂プルームがより小さく、その浮力もより小さくなるので、CO₂漏出の危険性はより小さくなる。また、萌別層についても、圧力が最大となる初期状態を設定したが、圧入井掘削の結果、浸透性が当初の想定よりも高いことが期待されるデータが得られたことから圧力は設定より低くなると考えられ、CO₂漏出の危険性はより小さくなる。

シミュレーション結果は、次のとおりであった。シナリオ 1 では、滝ノ上層および萌別層からの漏出ケースの両方とも、海底までの漏出は起きないという結果が得られた。シナリオ 2 では、滝ノ上層および萌別層の CO₂貯留層の真上にある海底面からの漏出量として、40 年間で 7,000 トンから 12,000 トンの漏出が起きる結果が得られ、海底への CO₂フラックスは、600 ~ 700 トン/年であることが見積もられた (第 2.3-1 図)。海底までの漏出が起きる場合には、CO₂が海底に達した後、地中を移行してくる時間よりも短期間で、CO₂フラックスは極大値をとり、その後漏出量は収束していく傾向が見られた。これらの結果は、Class et al. (2009) ^[5]と同等で、CO₂の漏出はある時期にピークを迎えた後収束に向かい、長期間一定量の漏出は起きないことを示唆している。また、断層内を上昇していく CO₂はあまり水平方向へは移動せずに、ほぼ鉛直に上昇していく傾向が見られた。

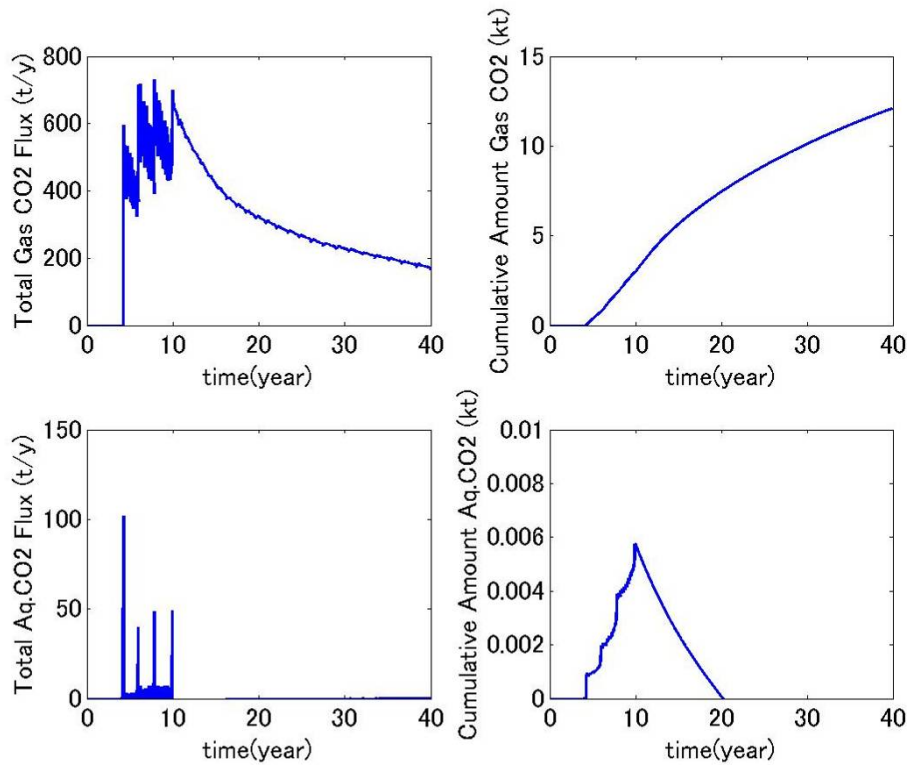
[1] Pruess, K., 2011. ECO2M: A TOUGH2 Fluid property module for mixtures of water, NaCl, and CO₂, including super- and sub-critical conditions, and phase change between liquid and gaseous CO₂. LBNL Report, LBNL-4590E, pp.1-83.

[2] 石油資源開発 (株), 2013. “圧入井最適圧入区間の選定, 圧入区間の仕上げ方法および坑壁安定性の検討 作業実施報告書”. 日本 CCS 調査 (株) 社内資料, p. 8, 41, 43, 46, 253, 255, 258.

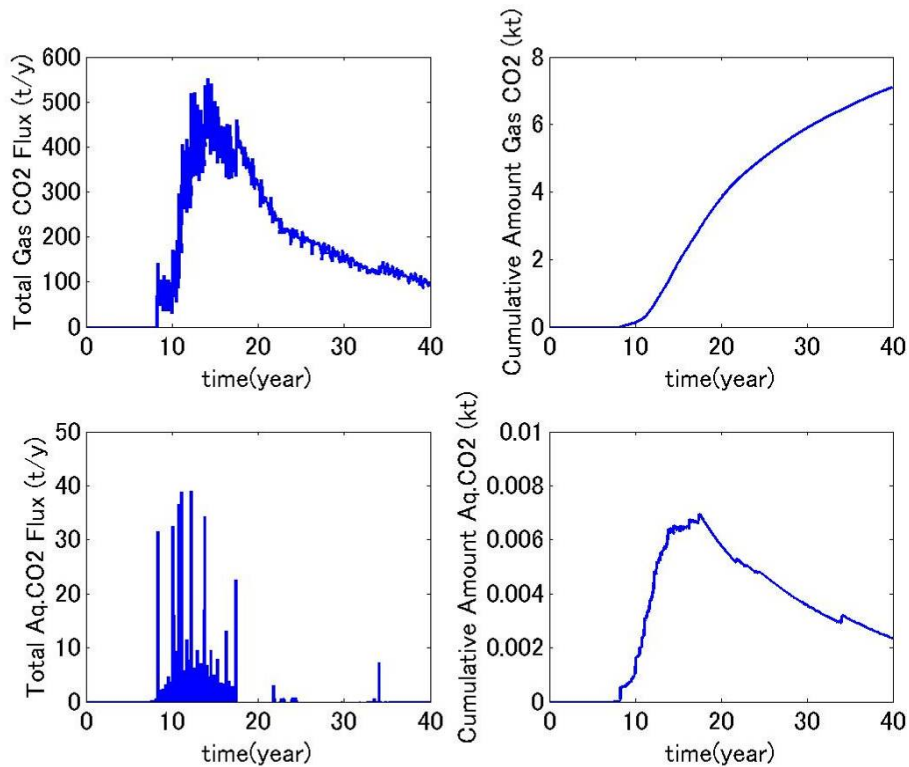
[3] 石油資源開発 (株), 2013. “圧入井最適圧入区間の選定, 圧入区間の仕上げ方法および坑壁安定性の検討 作業実施報告書”. 日本 CCS 調査 (株) 社内資料, p. 8, 175, pp. 403-409.

[4] Stone, H. L., 1970. Probability model for estimating three-phase relative permeability. Trans. SPE of AIME, 249, pp. 214-218.

[5] Class, H., Ebigbo, A., Helmig, R., Dahle, H. K., Nordbotten, J. M., Celia, M. A., Audigane, P., Darcis, M., Ennis-King, J., Fan, Y., Flemisch, B., Gasda, S. E., Jin, M., Krug, S., Labregere, D., Beni, A. N., Pawar, R. J., Sbai, A., Thomas, S. G., Trenty, L., Wei, L., 2009. A benchmark study on problems related to CO₂ storage in geologic formations. Computers & Geosciences, 13, pp.409-434.



注：左；CO₂フラックス，右；全漏出量，上；気相，下；溶解相。



注：左；CO₂フラックス，右；全漏出量，上；気相，下；溶解相。

第 2.3-1 図 滝ノ上層（上）および萌別層（下）からの漏出（シナリオ 2）における海底面への CO₂漏出量

3. 潜在的海洋環境影響調査項目の現況の把握

第 3-1 表に示す項目を、潜在的環境影響調査項目として選定し、同表に示す方法により現況を把握した。

第 3-1 表 潜在的海洋環境影響調査項目と把握の方法

環境要素等の区分		調査項目	把握の方法
水環境	水質	水温	現地調査により把握した。
		塩分	
		溶存酸素 (DO)	
		水素イオン濃度指数 (pH)	
		全炭酸	
		アルカリ度	
		硫化水素	
	pCO ₂		
	流況	流速・流向	既存資料の整理, 現地調査により把握した。
海底環境	底質	水素イオン濃度指数 (pH)	現地調査により把握した。
		酸化還元電位 (ORP)	
		全有機炭素	
		無機炭素	
		硫化物	
		粒度組成	
海洋生物		浮遊生物の生息状況	現地調査により把握した。
		魚類等遊泳動物の生息状況	既存資料の整理により把握した。
		海草及び藻類の生育状況並びにさんご類の生息状況	既存資料の整理により把握した。
		底生生物の生息状況	現地調査により把握した。
生態系		藻場, 干潟, さんご群集その他の脆弱な生態系の状態	既存資料の整理により把握した。
		重要な生物種の産卵場又は生育場その他の海洋生物の生育又は生息にとって重要な海域の状態	既存資料の整理により把握した。
		熱水生態系その他の特殊な生態系の状態	既存資料の整理により把握した。
海洋の利用等		海洋レクリエーションの場としての利用状況	既存資料の整理により把握した。
		海中公園その他の自然環境の保全を目的として設定された区域としての利用状況	既存資料の整理により把握した。
		漁場としての利用状況	既存資料の整理により把握した。
		主要な航路としての利用状況	既存資料の整理により把握した。
		港湾区域および港域に関する情報	既存資料の整理により把握した。
		海底ケーブルの敷設, 海底資源の探査または掘削その他の海底の利用状況	既存資料の整理により把握した。

3.1 水環境及び海底環境

(1) 水環境

① 項目

水環境として、第 3.1-1 表の項目を把握した。

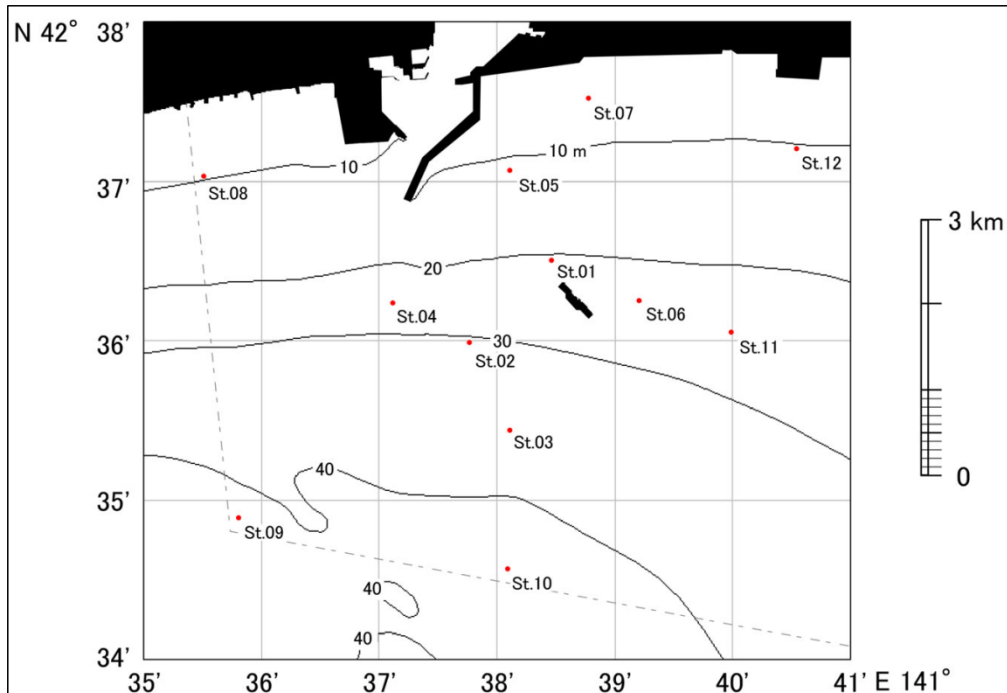
第 3.1-1 表 潜在的海洋環境影響調査項目と把握の方法（水環境）

環境要素等の区分	調査項目	把握の方法	
水環境	水質	水温	現地調査により把握した。
		塩分	
		溶存酸素 (DO)	
		水素イオン濃度指数 (pH)	
		全炭酸	
		アルカリ度	
		硫化水素	
		pCO ₂	
流況	流速・流向	既存資料の整理，現地調査により把握した。	

② 調査方法

7) 調査測点

水環境に係る現地調査は、第 3.1-1 図に示した St.01～St.12 の全 12 測点で実施した。また、各測点の緯度経度を第 3.1-2 表に示す。



第 3.1-1 図 調査海域および測点位置図

第 3.1-2 表 水質調査測点の緯度経度表

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：緯度経度は世界測地系（WGS84）

イ) 調査実施日

夏季調査を平成 25 年 8 月 26 日，秋季調査を平成 25 年 11 月 6 日，冬季調査を平成 26 年 2 月 20 日，春季調査を平成 26 年 5 月 19 日に実施した。

ウ) 調査方法

a. 水温

水温は，採水調査および多項目センサー調査により把握した。

採水調査においては，ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて，温度躍層の上下各 2 層，計 4 層にて採水し，温度計を用いて現地にて測定した。

多項目センサー調査においては，JFE アドバンテック社製の多項目センサー AAQ-RINKO を用いて測定した。毎秒 0.1m の速度で多項目水質センサーを垂下させることにより水温を 0.5m ピッチで同時計測し鉛直分布を把握した。

b. 塩分

塩分は，採水調査および多項目センサー調査により把握した。

採水調査においては，ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて，温度躍層の上下各 2 層，計 4 層にて採水し，塩検瓶に分取し，ゴム栓で密栓して分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り，第 3.1-3 表に示す方法で測定した。

多項目センサー調査においては，JFE アドバンテック社製の多項目センサー AAQ-RINKO を用いて測定した。毎秒 0.1m の速度で多項目水質センサーを垂下させることにより塩分を 0.5m ピッチで同時計測し鉛直分布を把握した。

c. 溶存酸素 (DO)

DO は、採水調査および多項目センサー調査により把握した。

採水調査においては、ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、100mL の DO ガラス瓶に気泡の混入が無いように十分注意して分取した。分取に際しては共洗いを行わず、オーバーフローにより置換を行った。分取した試料に硫酸マンガン (II) 溶液、アルカリ性ヨウ化カリウム-アジ化ナトリウム溶液の順に各 1mL を添加し、気泡が入らないように栓をして、転倒混和し、瓶の口を水封し、分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-3 表に示す方法で測定した。

多項目センサー調査においては、JFE アドバンテック社製の多項目センサー AAQ-RINKO を用いて測定した。毎秒 0.1m の速度で多項目水質センサーを垂下させることにより DO を 0.5m ピッチで同時計測し鉛直分布を把握した。

d. 水素イオン濃度指数 (pH)

pH は、採水調査および多項目センサー調査により把握した。

採水調査においては、ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、250mL 中栓付き広口ポリ瓶に分取して分析試料とした。また、pH 分析は帰港後、第 3.1-3 表に示す方法で測定した。

多項目センサー調査においては、JFE アドバンテック社製の多項目センサー AAQ-RINKO を用いて測定した。毎秒 0.1m の速度で多項目水質センサーを垂下させることにより pH を 0.5m ピッチで同時計測し鉛直分布を把握した。

e. 全炭酸

全炭酸濃度は、採水調査により把握した。

ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、120mL ガラスバイアルに気泡の混入が無いように十分注意して分取した。共洗いはせず、オーバーフローにより置換を行った。分取した試料に飽和塩化第二水銀溶液を 50 μ L 添加し、プチルゴム栓により密栓した。その後、アルミキャップで封じ、冷蔵保存して分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-3 表に示す方法で測定した。

f. アルカリ度

アルカリ度は、採水調査により把握した。

ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、250mL 中栓付き広口ポリ瓶に気泡の混入が無いように十分注意して分取した。共洗いはせず、オーバーフローにより置換を行った。分取した試料に飽和塩化第二水銀溶液を 100 μ L (50 μ L \times 2 回) 添加し、冷蔵保存して分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-3 表に示す方法で測定した。

g. 硫化水素

硫化水素濃度は、採水調査により把握した。

ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、120mL ガラスバイアルに気泡の混入が無いように十分注意して分取した。共洗

いはせず、オーバーフローにより置換を行った。分取した試料に飽和塩化第二水銀溶液を 50 μ L 添加し、ブチルゴム栓により密栓した。その後、アルミキャップで封じ、冷蔵保存して分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-3 表に示す方法で測定した。なお、硫化水素の測定は、St. 01, 02 および St. 03 の 3 測点のみで実施した。

h. pCO₂

pCO₂は、水温、塩分、全炭酸濃度およびアルカリ度の値を用い計算して求めた。

i. 流速・流向

文献により把握した流況が妥当であることを確認するために、現地調査を行った。

現地調査は水質多項目センサー等調査時に、各測点から潮上に 50m 程度離れた位置において流況(流速・流向)観測を実施した。海表面下 2m 層と海底直上 2m 層の 2 層に電磁流向流速計を取り付けた係留系を用いて行った。各測点での係留系設置時間は、多項目センサー観測および採水作業などの調査作業を実施している間の約 1 時間とし、30 秒ごとに記録した値の平均流速を求めた。

第 3.1-3 表 分析方法 (水質)

項目	分析法	参考文献
水温	温度計による計測 (現地測定)	—
塩分	海洋観測指針 5.3.4.2	海洋観測指針(気象庁:1999)
水素イオン濃度 (pH)	ガラス電極センサーによる計測 (現地測定)	海洋観測指針(気象庁:1999)
溶存酸素 (DO)	ウインクラー法 海洋観測指針 5.4	海洋観測指針(気象庁:1999)
全炭酸	リン酸添加, 電量滴定法 ・参照物質(Reference material for oceanic CO ₂ measurements)による分析精度管理	Dickson AG, Sabine CL and Christian JR (eds.) (2007). Guide to best practices for ocean CO ₂ measurements. PICES Special Publication 3, 191 pp.
アルカリ度	改良グランプロット法 ・参照物質(Reference material for oceanic CO ₂ measurements)による分析精度管理	Dickson AG and Goyet C (1994). DOE Handbook of methods for the analysis of the various parameters of the carbon dioxide system in sea water; version 2, ORNL/CDIAC-74, Dep. Of Energy, Washington, D. C.
硫化物イオン濃度	ガスクロマトグラフによる GC-FPD 法	環境省告示第 9 号別表第 2 第 3 (昭和 47 年)
pCO ₂	全炭酸とアルカリ度から CO ₂ SYS による炭酸平衡の関係式により算出	Lewis E, Wallace DWR (1998). Program developed for CO ₂ system calculations, ORNL/CDIAC-105. Oak Ridge: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U. S. Department of Energy.

③ 結果

7) 水温

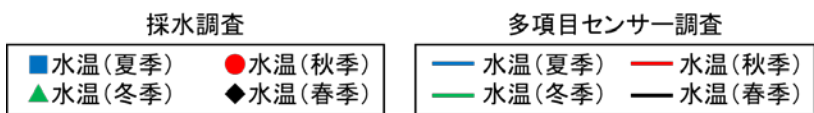
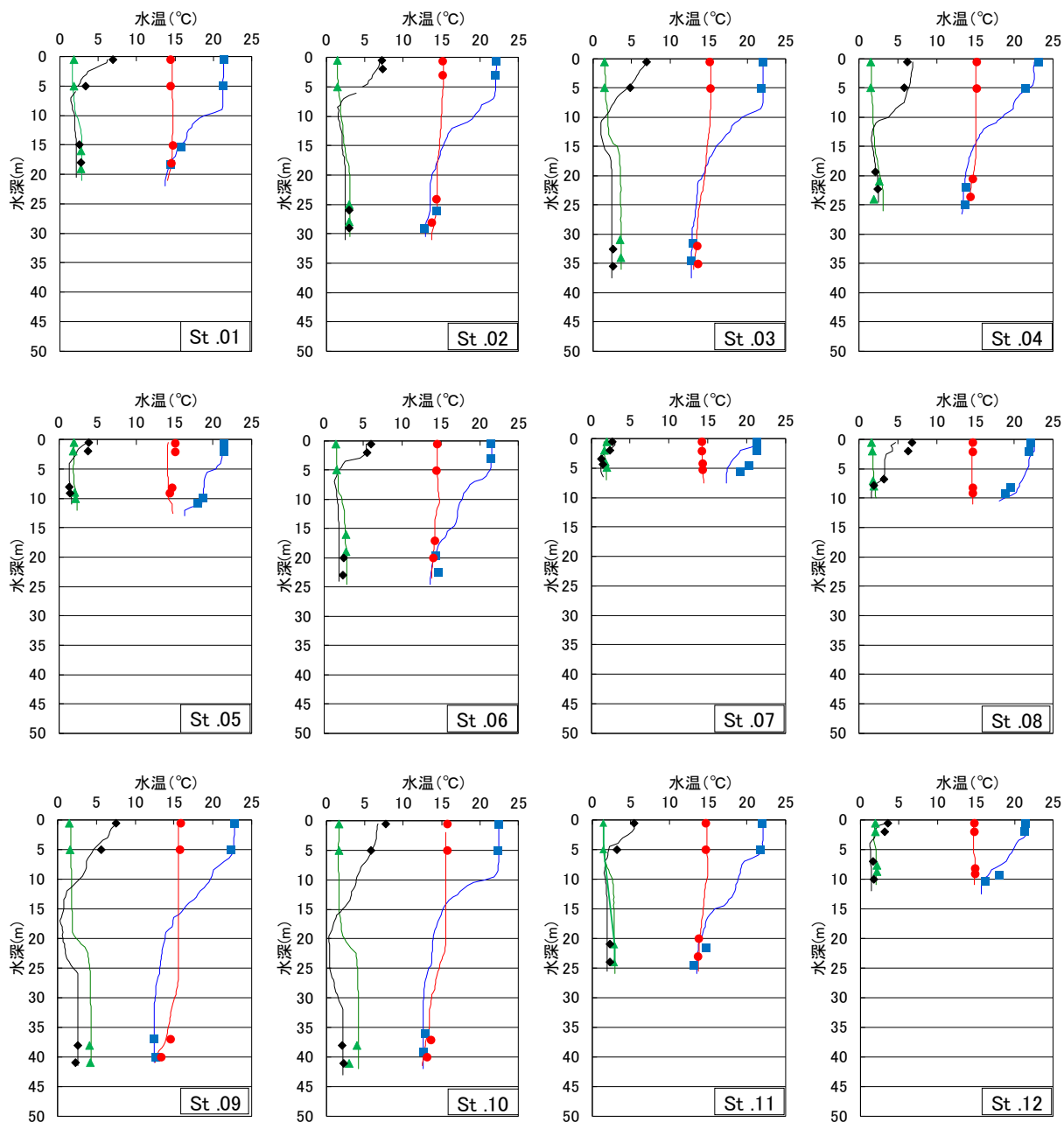
水温の調査結果を、第 3.1-2 図に示す。

a. 採水調査結果

夏季は 12.4～23.0℃，秋季は 13.1～15.8℃，冬季は 1.5～4.2℃，春季は 1.4～7.7℃
の範囲にあった。

b. 多項目センサー調査結果

夏季は 12.4～22.9℃，秋季は 12.5～15.6℃，冬季は 1.4～4.3℃，春季は 0.3～7.7℃
の範囲にあった。



第 3.1-2 図 水質調査結果鉛直分布 (水温)

イ) 塩分

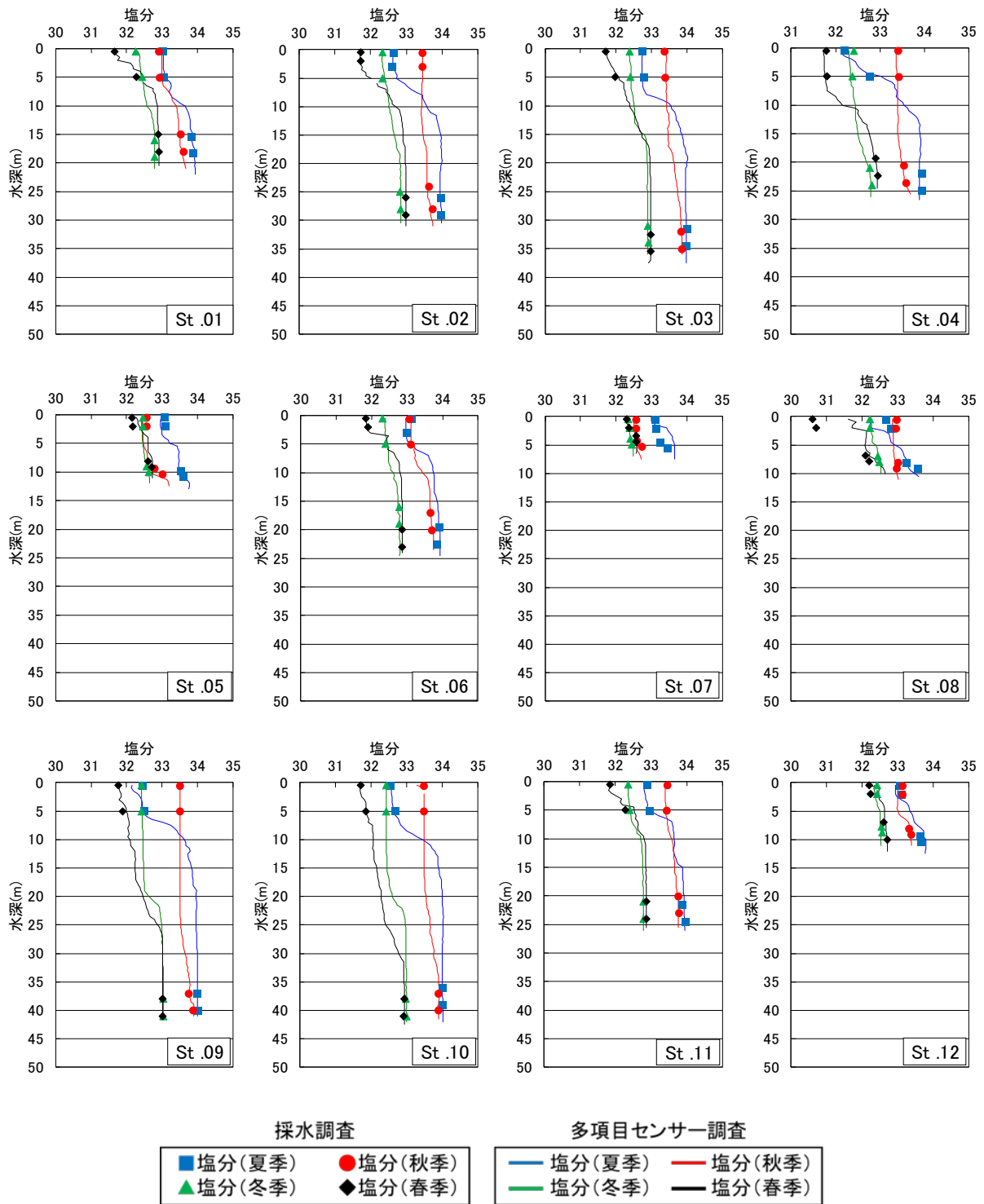
塩分の調査結果を，第 3. 1-3 図に示す。

a. 採水調査結果

夏季は 32. 19～34. 00, 秋季は 32. 55～33. 89, 冬季は 32. 22～33. 03, 春季は 30. 60～33. 02 の範囲にあった。また，いずれの季節においても，表層から底層にかけて僅かに塩分が高くなる傾向がみられた。春季には，全測点で表層の塩分が他の季節に比べて低かった。特に，St. 08 の表層の塩分は 30. 60 と最も低い値を示した。

b. 多項目センサー調査結果

夏季は 32. 13～34. 02, 秋季は 32. 44～33. 90, 冬季は 32. 19～33. 03, 春季は 31. 61～33. 02 の範囲にあった。



第 3.1-3 図 水質調査結果鉛直分布 (塩分)

ウ) 溶存酸素 (D0)

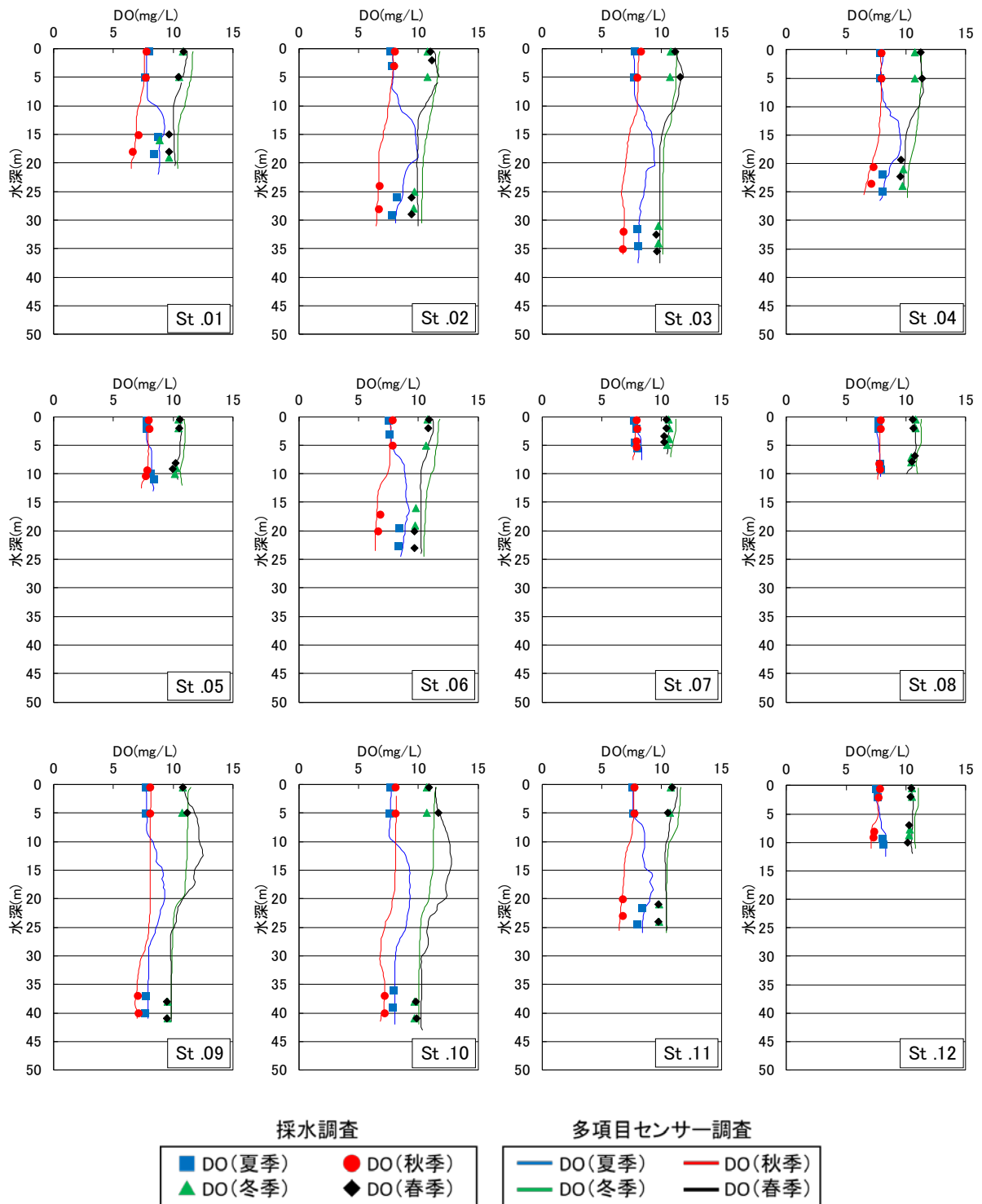
D0 の調査結果を、第 3.1-4 図に示す。

a. 採水調査結果

夏季は 7.48～8.73mg/L, 秋季は 6.59～8.22mg/L, 冬季は 8.89～10.81mg/L, 春季は 9.44～11.71mg/L の範囲にあった。海岸に近い St.05, St.07, St.08, St.12 では、夏季と秋季, 冬季と春季が、それぞれほぼ同様な値を示した。海岸から離れた地点では、夏季に底層の D0 が表層よりも高くなる傾向がみられ、その他の季節では、逆に底層の D0 が表層より低くなる傾向がみられた。また、季節ごとの D0 をみると、夏季や秋季に比べて、冬季や春季のほうが D0 が高かった。

b. 多項目センサー調査結果

夏季は 7.50～9.96mg/L, 秋季は 6.36～8.18mg/L, 冬季は 9.84～11.82mg/L, 春季は 9.76～12.78mg/L の範囲にあった。



第 3.1-4 図 水質調査結果鉛直分布 (DO)

i) 水素イオン濃度指数 (pH)

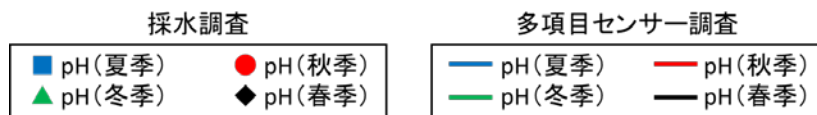
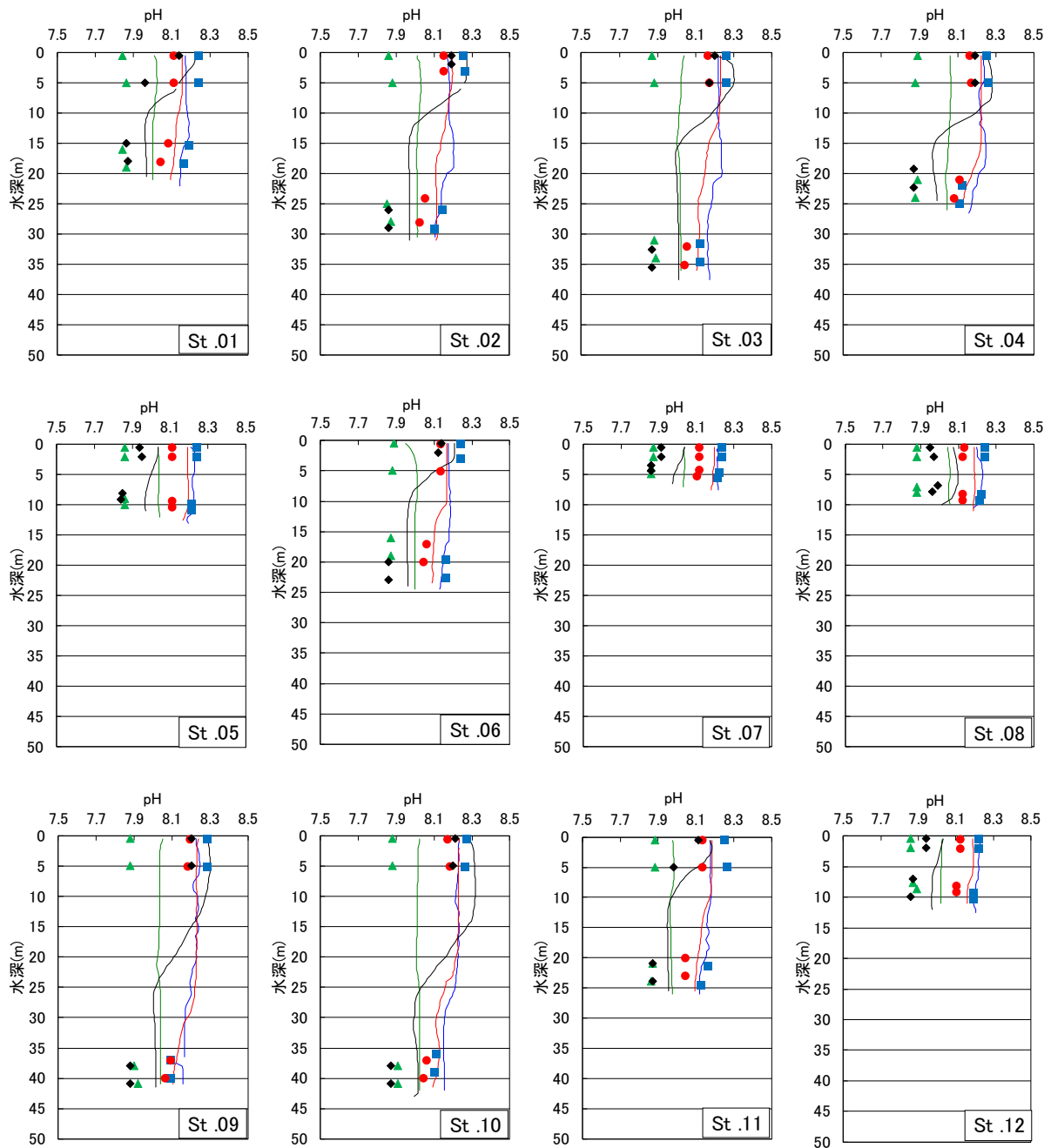
pH の調査結果を、第 3.1-5 図に示す。なお pH (NBS スケール) は、採水調査では室温下で測定した値を、多項目センサー調査では現場水温で測定した値を記載している。

a. 採水調査結果

夏季は 8.09～8.28, 秋季は 8.02～8.19, 冬季は 7.84～7.92, 春季は 7.84～8.21 の範囲にあり、いずれの層でも夏季が最も高い値を示した。また、春季では沖合の調査測点の pH は表層と下層の差が大きく、表層で高い値を示す傾向がみられた。

b. 多項目センサー調査結果

夏季は 8.10～8.25, 秋季は 8.09～8.23, 冬季は 7.95～8.06, 春季は 7.94～8.32 の範囲にあった。



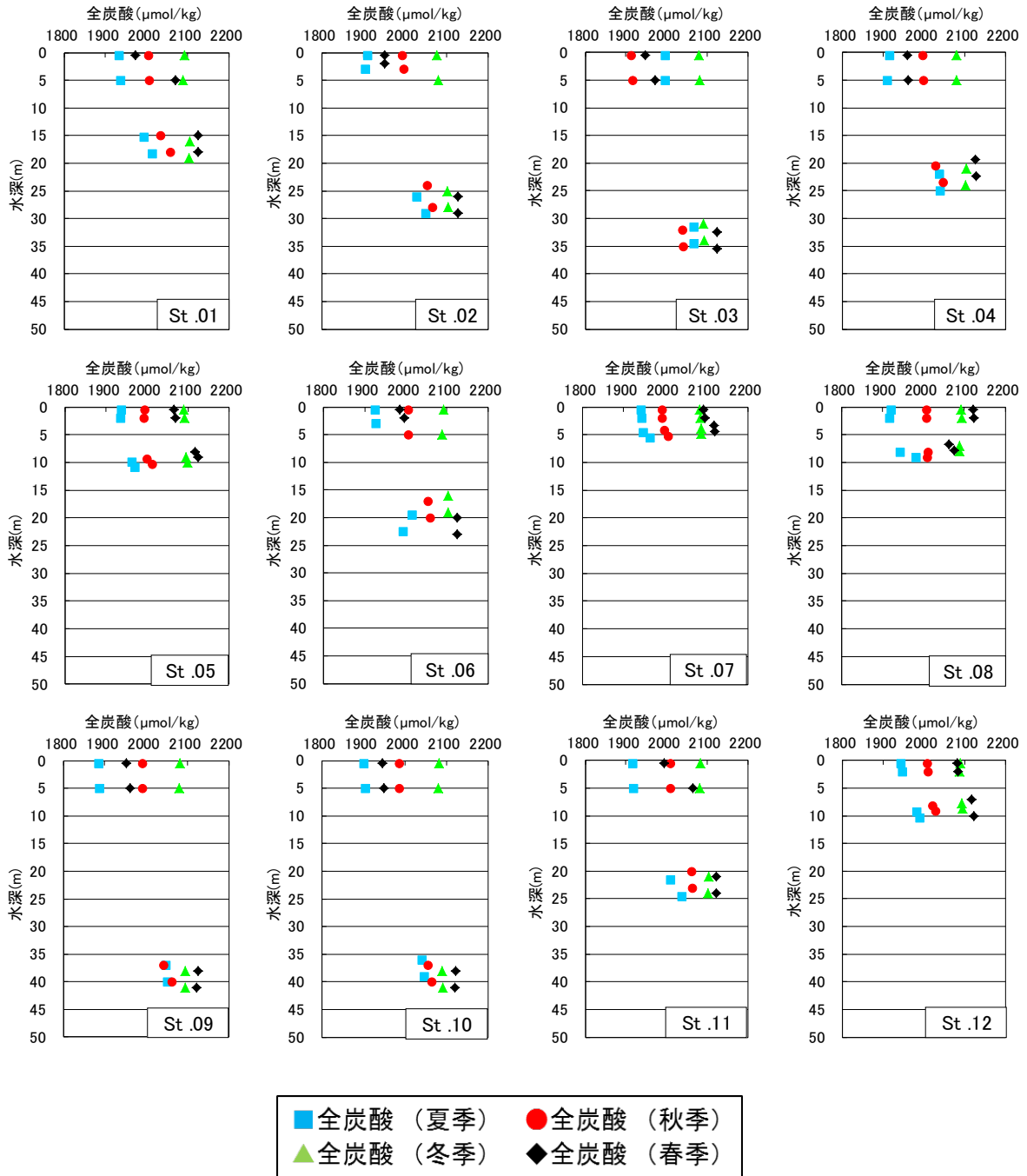
第 3.1-5 図 水質調査結果鉛直分布 (pH)

ナ) 全炭酸

全炭酸の調査結果を、第 3.1-6 図に示す。

ア. 採水調査結果

夏季は 1,883.9~2,050.7 $\mu\text{mol/kg}$ 、秋季は 1,985.2~2,067.3 $\mu\text{mol/kg}$ 、冬季は 2,077.4~2,104.5 $\mu\text{mol/kg}$ 、春季は 1,945.9~2,128.8 $\mu\text{mol/kg}$ の範囲にあった。全炭酸濃度は表層で低く、下層で高い傾向を示した。季節的にみると、表層の全炭酸濃度は冬季に高く、夏季に低い傾向を示した。特に、春季は、表層と下層の鉛直差が大きい傾向がみられた。



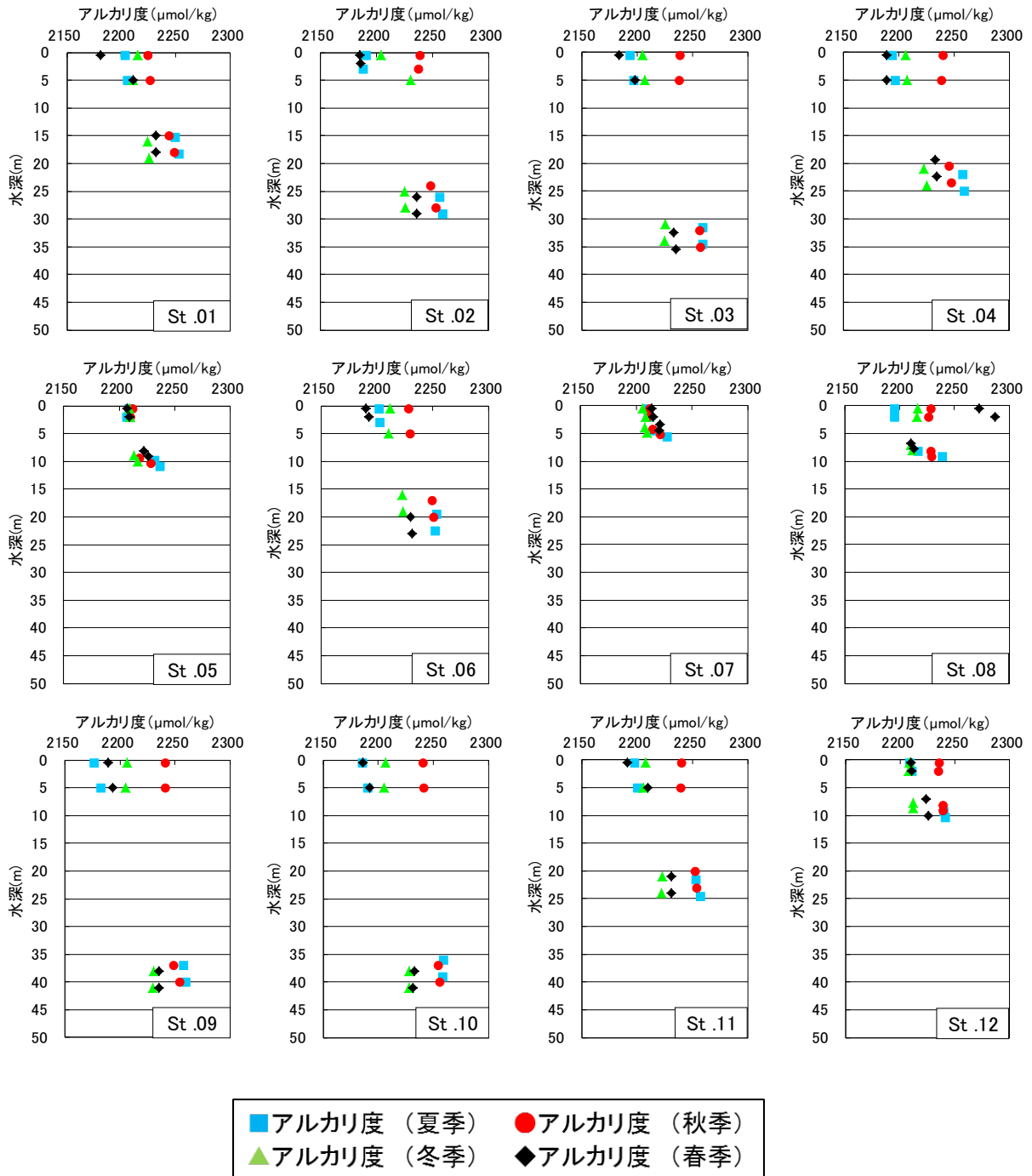
第 3.1-6 図 採水調査結果鉛直分布 (全炭酸)

か) アルカリ度

アルカリ度の調査結果を、第 3.1-7 図に示す。

a. 採水調査結果

夏季は 2,175.9~2,259.4 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ 、秋季は 2,210.0~2,257.1 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ 、冬季は 2,204.5~2,230.7 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ 、春季は 2,180.9~2,286.9 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ の範囲にあった。アルカリ度は、表層で低く下層で高い傾向を示した。季節的には、秋季に表層のアルカリ度が高い傾向がみられた。



第 3.1-7 図 採水調査結果鉛直分布 (アルカリ度)

キ) 硫化物イオン濃度

a. 採水調査結果

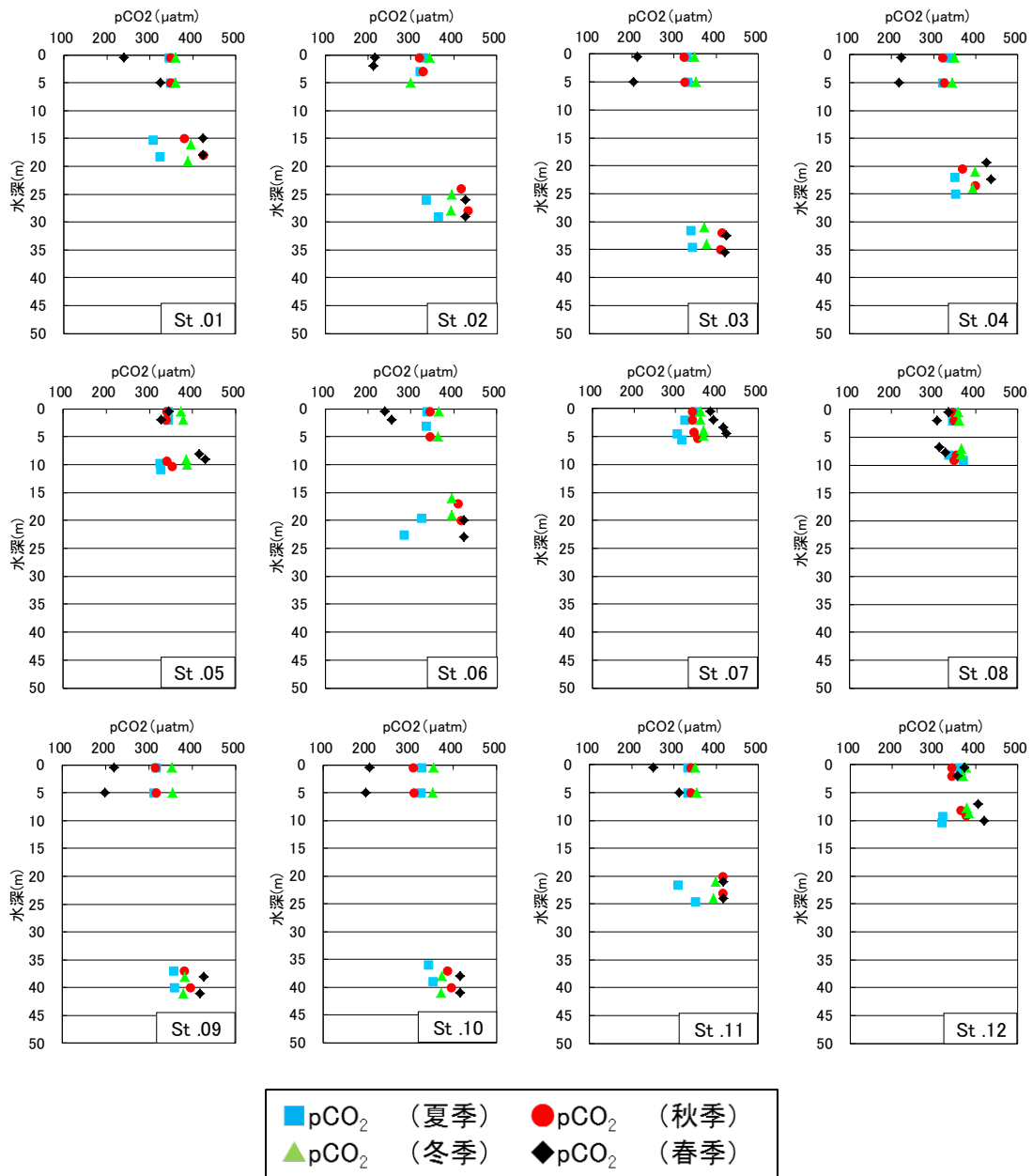
分析対象とした全測点 (St. 01, St. 02, St. 03), 全季節で検出下限値 (0.0005mg/L) 未満であった。

ク) pCO₂

pCO₂の調査結果を, 第 3. 1-8 図に示す。

a. 採水調査結果

夏季は 283.4~370.3 μ atm, 秋季は 307.3~432.2 μ atm, 冬季は 300.2~399.2 μ atm, 春季は 198.1~435.8 μ atm の範囲にあった。沖合の測点では, 春季に表層の pCO₂が低かった。また, 春季で表層と下層の差が大きい傾向を示した。



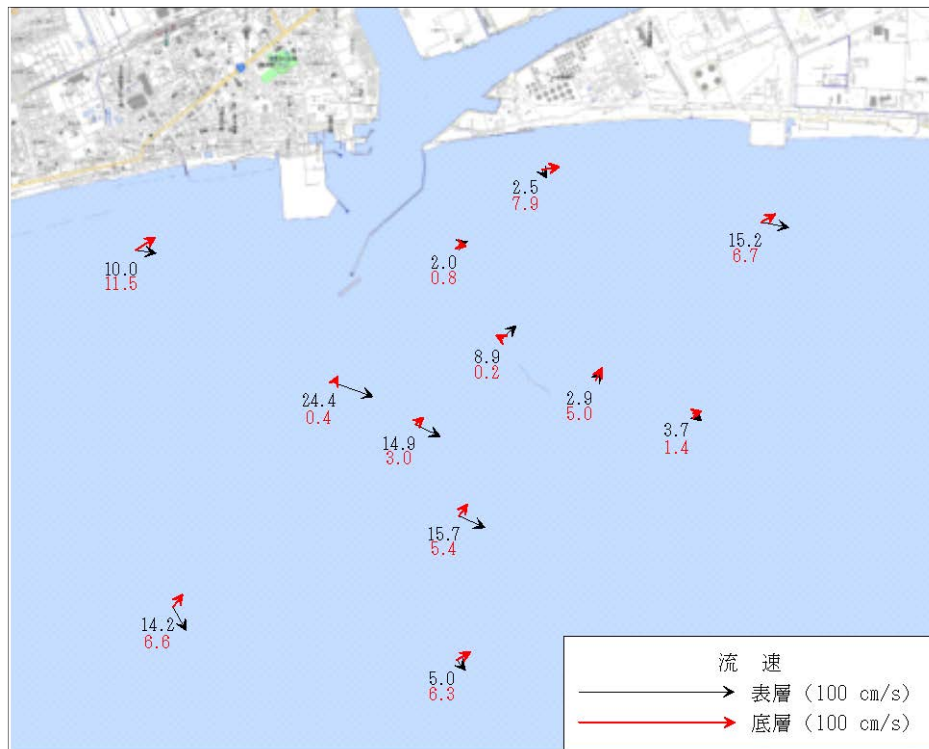
第 3. 1-8 図 採水調査結果鉛直分布 (pCO₂)

ケ) 流速・流向

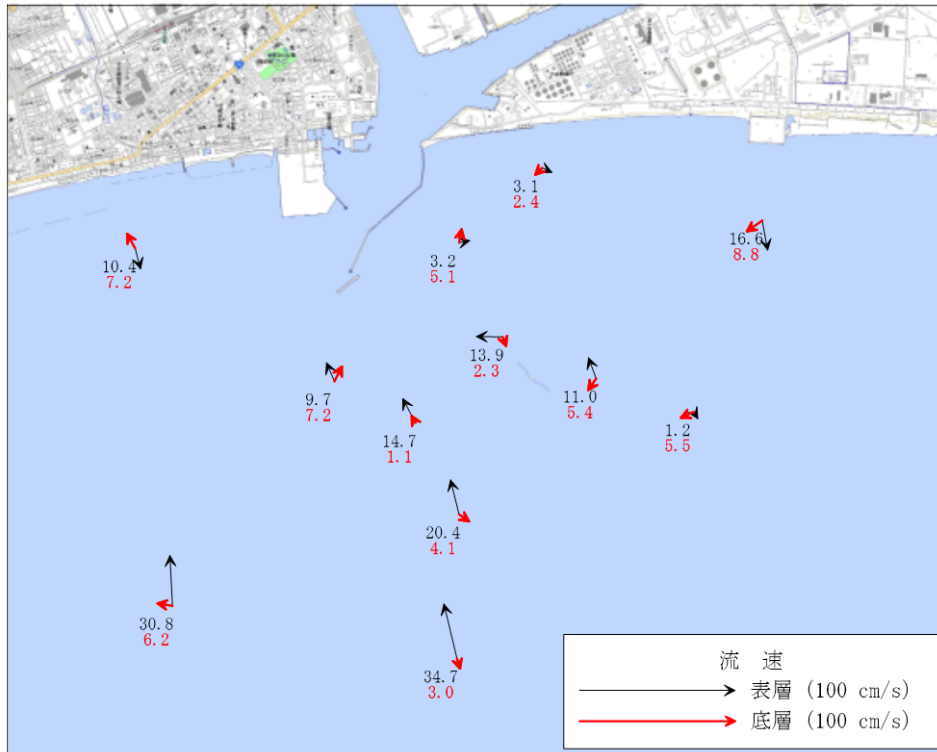
調査海域における流況をみると、流速は、表層（海面下2.0m）で1.2～43.9cm/s、底層（海底上2.0m）で0.2～11.5cm/sが観測され、底層に比べ表層の流速が速い傾向がみられた。また、表層流速は、岸に近い調査測点で遅く、沖合で速い傾向がみられた。

流向は、秋季に沖合の調査測点で岸に向かう北向きの流れを示したほかは、海岸線に平行な東向きの流れを示す傾向が多かった。

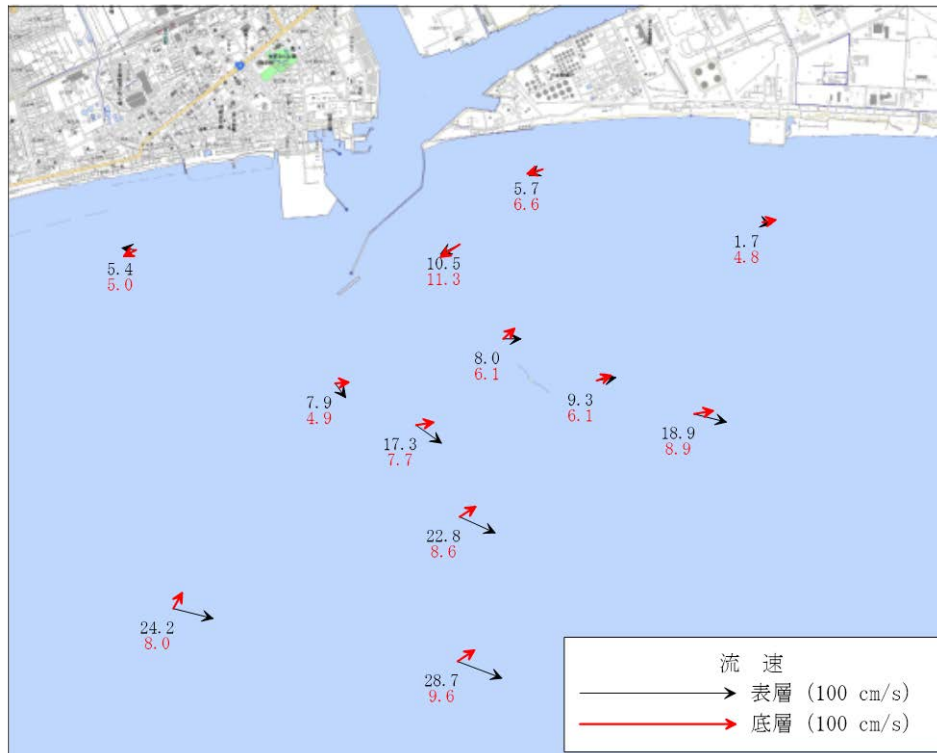
この結果は、既存資料の整理で把握した内容に沿ったものであった。



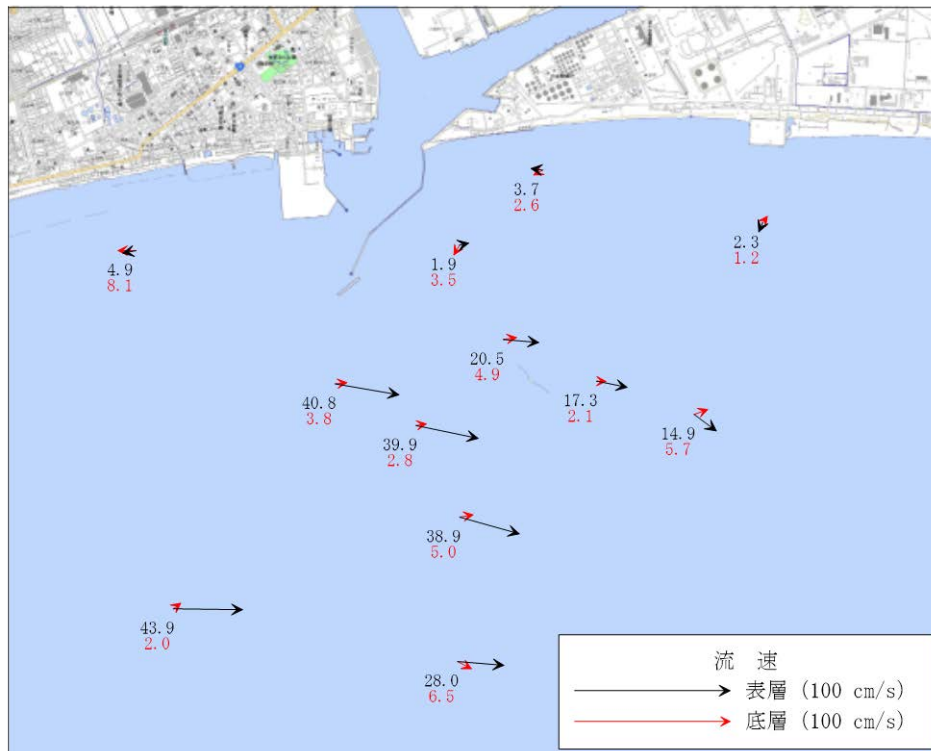
第 3.1-13 図 流況観測結果（夏季）



第 3.1-14 図 流況観測結果（秋季）



第 3.1-15 図 流況観測結果（冬季）



第 3.1-16 図 流況観測結果 (春季)

(2) 海底環境

① 項目

海底環境として、第 3.1-4 表の項目を把握した。

第 3.1-4 表 潜在的海洋環境影響調査項目と把握の方法 (海底環境)

環境要素等の区分		調査項目	把握の方法
海底環境	底質	水素イオン濃度指数 (pH)	現地調査により把握した。
		酸化還元電位 (ORP)	
		全有機炭素	
		無機炭素	
		硫化物	
		粒度組成	

② 調査方法

7) 調査測点

海底環境に係る現地調査は、水環境に係る現地調査と同じ測点で実施した (第 3.1-1 図および第 3.1-2 表)。

1) 調査実施日

夏季調査を平成 25 年 8 月 28 日、秋季調査を平成 25 年 11 月 7 日、冬季調査を平成 26 年 2 月 20 日、21 日、春季調査を平成 26 年 5 月 20 日に実施した。

ウ) 調査方法

a. 水素イオン濃度指数 (pH)

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。

pH は採泥後、直ぐにハンディセンサーを用いて測定した。

b. 酸化還元電位 (ORP)

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。

ORP は採泥後、直ぐにハンディセンサーを用いて測定した。

c. 全有機炭素

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-5 表に示す方法で測定した。

d. 無機炭素

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-5 表に示す方法で測定した。

e. 硫化物

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-5 表に示す方法で測定した。

f. 粒度組成

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-5 表に示す方法で測定した。

第 3.1-5 表 分析方法 (底質)

項目	分析法	参考文献
水素イオン濃度 (pH)	ガラス電極センサーによる計測 (現地測定)	—
酸化還元電位 (ORP)	ガラス電極センサーによる計測 (現地測定)	—
全有機炭素	塩酸による前処理後、 全有機炭素を CHN 元素分析で測定	底質調査方法 (H24.8) II 4.10
無機炭素	全炭素量 (TC) - 全有機炭素量 (TOC)	底質調査方法 (H24.8) II 4.10
硫化物	亜鉛アンミン溶液で現地固定後、よう素滴定法	底質調査方法 (H24.8) II 4.6
粒度組成	ふるい法および沈降法	JIS A 1204

③ 結果

7) 水素イオン濃度指数 (pH)

夏季は6.8～8.0, 秋季は7.4～8.1, 冬季は6.7～7.9, 春季は7.1～7.9の範囲にあった。なお, 冬季のSt.03で5.8と低いpHが測定されたが, 現場計測で3回測定した値(5.3, 5.9, 6.2)に変動が大きく, 現況データとしては不採用として取り扱った。

イ) 酸化還元電位 (ORP)

夏季は-106～220mV, 秋季は-93～216 mV, 冬季は-27～263 mV, 春季は-64～227 mV の範囲にあった。岸側の測点では好氣的環境を示す場合が多かった。一方, 沖合の測点は変動が大きかった。

ロ) 全有機炭素

夏季は1.1～10.3mg/g, 秋季は0.6～10.4mg/g, 冬季は1.1～8.7mg/g, 春季は1.2～8.2mg/g の範囲にあった。岸側の測点で低く, 沖合の測点で高い傾向がみられた。

イ) 無機炭素

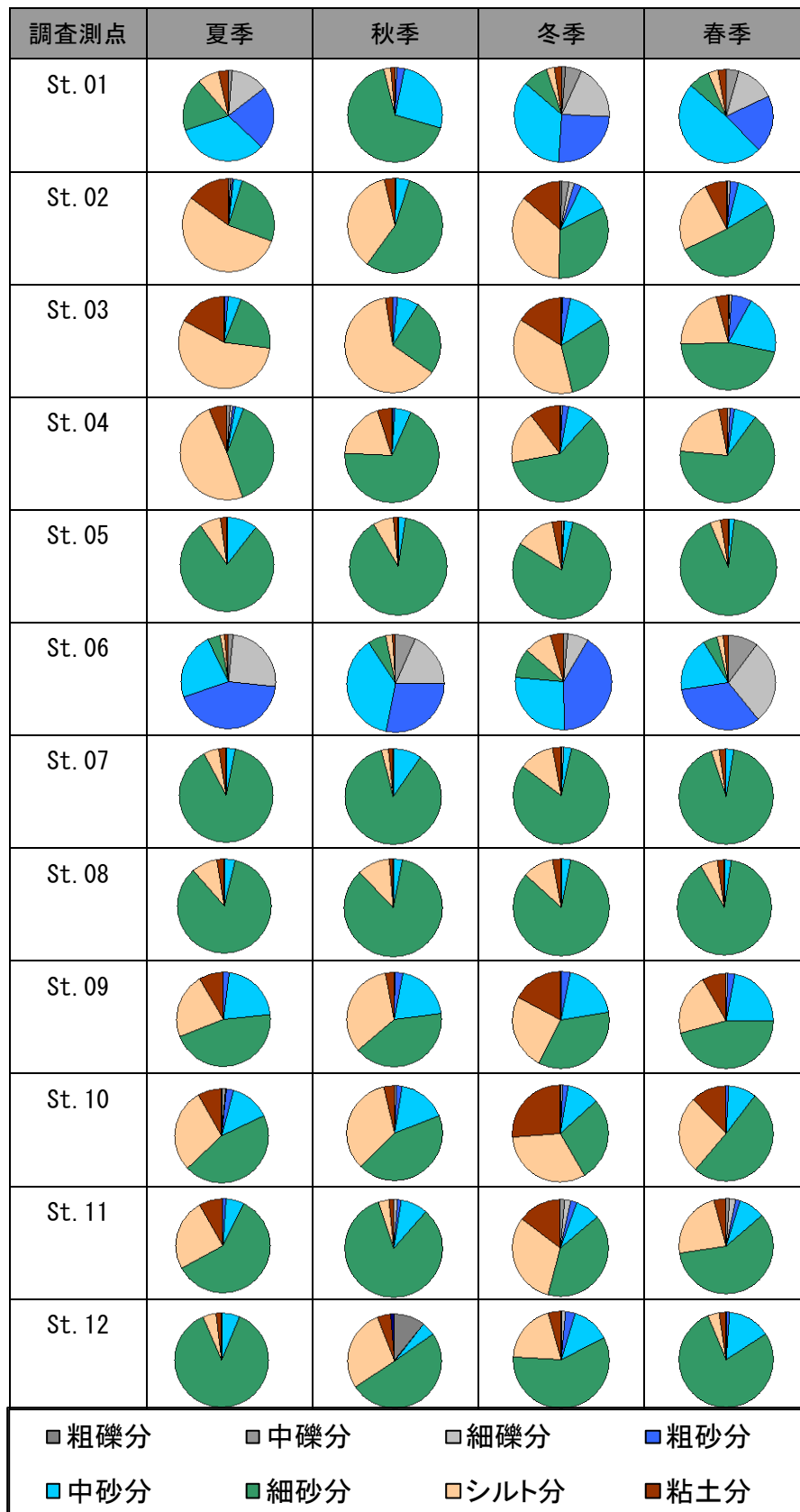
夏季は報告下限値(0.1mg/g)未満～0.6mg/g, 秋季は報告下限値(0.1mg/g)未満～0.4mg/g, 冬季は報告下限値(0.1mg/g)未満～0.4mg/g, 春季は報告下限値(0.1mg/g)未満～0.5mg/g の範囲にあった。調査測点別にみると, 岸側の調査測点で低く, 沖合の調査測点で高い傾向がみられた。

ロ) 硫化物

夏季は報告下限値(0.1mg/g)未満～0.4mg/g, 秋季は報告下限値(0.1mg/g)未満～0.2mg/g, 冬季は報告下限値(0.1mg/g)未満～0.2mg/g, 春季は報告下限値(0.1mg/g)未満～0.4mg/g の範囲にあった。調査測点別にみると, 岸側の調査測点はいずれも報告下限値(0.1mg/g)未満であった。

カ) 粒度組成

粒度組成の結果は, 第3.1-17図に示すとおりである。岸側の調査測点で細砂分を中心とした組成を示した。また, St.02, St.03, St.04を含む沖合の測点では, 岸側の測点に比べてシルト分が多い組成を示した。



第 3.1-17 図 底質調査結果 (粒度組成)

3.2 海洋生物

(1) 項目

海洋生物として、第3.2-1表の項目を把握した。

第3.2-1表 潜在的海洋環境影響調査項目と把握の方法（海洋生物）

環境要素等の区分	調査項目	把握の方法
海洋生物	浮遊生物の生息状況	現地調査により把握した。
	魚類等遊泳動物の生息状況	既存資料の整理により把握した。
	海草及び藻類の生育状況並びにさんご類の生息状況	既存資料の整理により把握した。
	底生生物の生息状況	現地調査により把握した。

(2) 調査方法

① 調査測点

海洋生物に係る現地調査は、水環境に係る現地調査と同じ測点で実施した（第3.1-1図および第3.1-2表）。

② 調査実施日

ア) 植物プランクトン，動物プランクトン

夏季調査を平成25年8月26日，秋季調査を平成25年11月6日，冬季調査を平成26年2月20日，春季調査を平成26年5月19日に実施した。

イ) メイオベントス，マクロベントス

夏季調査を平成25年8月28日，秋季調査を平成25年11月7日，冬季調査を平成26年2月20日，21日，春季調査を平成26年5月20日に実施した。

ウ) メガロベントス

夏季調査を平成25年8月10日～14日，秋季調査を平成25年11月9日，12日，13日，22日，23日，冬季調査を平成26年2月24日～27日，春季調査を平成26年5月11日～14日に実施した。

③ 調査方法

ア) 浮遊生物の生息状況

a. 植物プランクトン調査

水質調査実施時に水質の採水層に合わせて，1地点当たり4層で採取を行った。採取層は，1層（海面下0.5m），2層（海面下5m），3層（海底上5m），4層（海底上2m）を基本とし，温度躍層が認められた場合には，2層と3層の採取水深を調整して躍層の上下で採取した。

採取はバンドーン採水器を使用して，1層当たり2Lを試料とした。採取した試料はホルマリン固定して持ち帰り，沈殿量の計測，種の同定および細胞数の計数を行い，1L当たりの細胞数に換算した。

b. 動物プランクトン調査

北原式定量ネットを使用して、調査地点の海底上 1m から海面までの鉛直引きを行って試料とした。曳網時には、網口部に濾水計を取り付け、濾水量を計測した。採取した試料はホルマリン固定して持ち帰り、沈殿量を計測後、種の同定と個体数の計数を行い、 1m^3 当たりの個体数に換算した。

イ) 魚類等遊泳動物の生息状況

魚類等遊泳動物の生息状況について、『北海道水産現勢』（北海道水産林務部、2010～2014年）、『苫小牧東部地域に係る環境影響評価書』（北海道、1996年）、『苫東厚真発電所第4号機設置計画に係る環境影響評価書』（北海道電力株式会社、1998年）、国立科学博物館ウェブサイト、『漁業生物図鑑新北のさかなたち』（北海道新聞社、2004年）、『川づくりのための魚類ガイド』（一般財団法人北海道建設技術センター、2004年）により把握した。

ウ) 海草及び藻類の生育状況並びにさんご類の生息状況

海草および藻類の生育状況について、『第4回自然環境保全基礎調査』（環境庁、1994年）、『苫小牧東部地域に係る環境影響評価書』（北海道、1996年）^[3]、『平成23年度施行胆振海岸環境調査業務報告書』（公益社団法人北海道栽培漁業振興公社、2012年）、『平成24年度施行胆振海岸生物環境調査業務報告書』（公益社団法人北海道栽培漁業振興公社、2013年）により把握した。また、さんご類の生息状況について、『第4回自然環境保全基礎調査』（環境庁、1994年）、日本サンゴ礁学会ウェブサイトにより把握した。

エ) 底生生物の生息状況

a. メイオベントス調査

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を使用して1測点につき1回採泥を行った。この採泥器内の底泥から、内径50mmのコアサンプラーを用いて深さ5cmまでの柱状採取を行った。採取した試料は、ホルマリン固定して持ち帰り、1mm目合いの篩を通過し、かつ40 μm 目合いの篩上に残った生物について、可能な限り種まで同定し、個体数の計数を行い、 0.01m^2 当たりの個体数に換算した。なお、原生動物門の有孔虫綱（Foraminifera）と袋形動物門の線虫綱（Nematoda）は、分類体系が定まっていないため、種の同定は行っていない。

b. マクロベントス調査

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を使用して1測点につき3回採泥を行い、混合して1試料とした。採取した試料は船上で篩い分けし、1mm目合いの篩上に残ったものをホルマリン固定して持ち帰り、種の同定、個体数の計数および湿重量の計量を行い、 1m^2 当たりの値に換算した。

c. メガロベントス調査

イ) 水中カメラによるメガロベントス観察調査（生息状況）方法

遠隔操作無人探査機（Remotely operated vehicle; ROV）による海底近傍の水中カメラ撮影を実施した。撮影された映像から、海底面の状況やメガロベントスの分布状

況を明らかにした。また、水深 20m 以浅の調査点において、ダイバーによる海底撮影および観察を実施した。

ii) ドレッジによるメガロベントス採取調査（種の同定）方法

簡易ドレッジを用いて、メガロベントスを採取した。採取した試料は、船上でバットに取り出して写真撮影した。種を同定できる個体については、種ごとに計数・計量して、再放流した。船上で種の同定が困難なメガロベントスは、ホルマリン固定して持ち帰り、種の同定、計数等を行い、ROV による画像データの検証に用いた。

(3) 結果

① 浮遊生物の生息状況

ア) 植物プランクトン調査

沈殿量および総出現細胞数は、夏季と春季に多くなる傾向が確認された。植物プランクトン相は、珪藻綱を主体とした 182 種で構成されていた。地点ごとの植物プランクトン相は 106~126 種で構成されていたが、四季の調査で共通して出現した種数は平均で 9.7 種とやや少なく、主要な種組成は季節により変動していることが示唆された。特に、St. 10 は他の地点と比較して同一種の出現率が 3.7% と少なく、季節変動が最も大きい地点であった。

総細胞数に対し 5% 以上出現した優占種は、四季を通じて 13 種であった。これら優占種は第 3.2-2 表に示すとおり、*Skeletonema costatum* が夏季~秋季、*Chaetoceros sociale* が秋季~冬季、*Chaetoceros radicans* が冬季~春季、*Chaetoceros compressum* が春季~夏季に多く出現し、季節により優占種が交代する過程が確認された。また、夏季調査では優占種の出現状況が温度躍層の上下で大きく異なっていたが、冬季調査では鉛直混合が生じているため、優占種は上下層間で近似する結果となった。また、春季調査では春季ブルームで卓越して増殖した 2 種の細胞数が全体の 90% を占めていた。

第 3.2-2 表 植物プランクトン優占種一覧

調査季	種名	出現率 (%)
夏季	<i>Thalassiosira</i> sp.	6.7
	<i>Skeletonema costatum</i>	10.5
	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	5.9
	<i>Chaetoceros compressum</i>	15.9
	<i>Chaetoceros affine</i>	10.7
	<i>Chaetoceros curvisetum</i>	6.4
秋季	<i>Thalassiosira mala</i>	11.2
	<i>Skeletonema costatum</i>	9.0
	<i>Chaetoceros debile</i>	9.5
	<i>Chaetoceros sociale</i>	46.3
冬季	<i>Thalassiosira pacifica</i>	14.1
	<i>Chaetoceros radicans</i>	6.4
	<i>Chaetoceros sociale</i>	12.6
	<i>Asterionella kariana</i>	6.0
	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	34.5
春季	<i>Chaetoceros compressum</i>	66.6
	<i>Chaetoceros radicans</i>	26.2

イ) 動物プランクトン調査

沈殿量および総出現個体数は、夏季と春季に多くなることが確認された。動物プランクトン相は、節足動物門を主体とした 189 種で構成されていた。地点ごとの動物プランクトン相は 80~114 種で構成され、四季調査で共通して出現した種数は平均で 4.3 種と少なく、主要な種組成は季節により変動していることが示唆された。特に、St. 06 と St. 07 は四季共通の出現種数が 2 種以下と少なく、さらに St. 06 では環形動物、St. 07 では節足動物の種数が他の地点と比較して少なかった。

総個体数に対し 5%以上出現した優占種は、四季で 11 種であった。このうち、*Oithona similis* と Copepoda nauplii は四季を通じて優占していた。夏季調査では、二枚貝類の発生初期の幼生である Pelecypoda が優占しており、ウバガイ（ホッキガイ）を代表とした二枚貝類の資源が豊富な苫小牧海域を反映した結果と考えられた。

以上のとおり、動物プランクトンは四季を通じて出現する種数が少なく、出現状況は季節により変動することが確認された。動物プランクトンは浮遊生活を送る生物群であることから、海流の勢力消長により出現状況に年変動が生じる可能性も考えられる。

第 3.2-3 表 動物プランクトン優占種一覧

調査季	種名	出現率 (%)
夏季	Pelecypoda	11.7
	<i>Podon polyphemoides</i>	6.7
	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	33.1
	<i>Oithona similis</i>	12.3
	Copepoda nauplii	7.8
秋季	<i>Paracalanus parvus</i> s. l.	17.7
	<i>Clausocalanus pergens</i>	5.2
	<i>Acartia omorii</i>	5.7
	<i>Oithona similis</i>	19.6
	<i>Oncaea waldemari</i>	5.1
	Copepoda nauplii	34.3
冬季	Copepoda nauplii	42.2
	<i>Pseudocalanus newmani</i>	39.8
	<i>Oithona similis</i>	7.8
春季	Copepoda nauplii	52.9
	<i>Acartia longiremis</i>	19.6
	<i>Triconia borealis</i>	7.0
	<i>Oithona similis</i>	5.8

② 魚類等遊泳動物の生息状況

7) 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等

苫小牧市および厚真町地先海域で漁獲あるいは確認の記録がある魚類等を、第 3.2-4 表に示す。ただし、「漁業生物図鑑 新北のさかなたち」(北海道新聞社, 2003 年)および「川づくりのための魚類ガイド」((財)北海道建設技術センター, 2004 年)については、市町単位での整理がなされていないため、苫小牧市および厚真町地先海域を含む北海道太平洋側あるいは道央太平洋側に生息する魚類を記載した。また、表中の魚類等の区分は『平成 20~24 年北海道水産現勢』(北海道水産林務部, 2010~2014 年)を参考とし、種名の並びは、区分ごとに五十音順で整理した。

苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等として、魚類 553 種、水産動物 9 種、海棲哺乳類 6 種が挙げられる。

第 3.2-4(1)表 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等

番号	区分	資料名および対象地域 種名	① ^[1]	② ^[2]	③ ^[3]	④ ^[4]	⑤ ^[5]	⑥ ^[6]
			北海道水産現勢	苫小牧東部地域に係る環境影響評価書(確定)	苫東厚真発電所4号機設置計画に係る環境影響評価書	海棲哺乳類情報データベース	漁業生物図鑑 新北のさかなたち	川づくりのための魚類ガイド
		苫小牧市, 厚真町				北海道太平洋側	道央太平洋側	
1	魚類	<i>Lestidiops pacificum</i>					○	
2		アイカジカ		○			○	
3		アイナメ	○	○	○		○	
4		アイナメ属			○			
5		アオザメ					○	
6		アオミシマ					○	
7		アオヤガラ					○	
8		アカアジ					○	
9		アカエイ		○			○	
10		アカカマス					○	
11		アカガヤ					○	
12		アカガレイ	○	○	○		○	
13		アカギンザメ					○	
14		アカクジラウオダマシ					○	
15		アカゲング					○	
16		アカシタビラメ					○	
17		アカチョッキクジラウオ					○	
18		アカドンコ					○	
19		アカマンボウ					○	
20		アカムツ					○	
21		アカヤガラ					○	
22		アキギンポ		○			○	
23		アゴハゼ					○	
24		アサバガレイ		○	○		○	
25		アサヒアナハゼ					○	
26		アシシロハゼ		○				○
27		アツモリウオ					○	
28		アバチャン					○	
29		アブオコゼ					○	
30		アブラガレイ					○	
31		アブラツノザメ		○			○	
32		アブラボウズ					○	
33		アマクサウオ					○	
34		アミメハギ					○	
35		アメマス					○	○
36		アヤギンポ					○	
37		アヤトビウオ					○	
38		アユ						○
39		アラ					○	
40		アラスカキチジ					○	

[1] 『北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014年）

[2] 『苫小牧東部地域に係る環境影響評価書』（北海道，1996年）

[3] 『苫東厚真発電所第4号機設置計画に係る環境影響評価書』（北海道電力株式会社，1998年）

[4] 『海棲哺乳類情報データベース』（国立科学博物館ウェブサイト：<http://svrsh1.kahaku.go.jp/marmam/>，2014/10/17アクセス）

[5] 『漁業生物図鑑 新北のさかなたち』（北海道新聞社，2004年）

[6] 『川づくりのための魚類ガイド』（一般財団法人北海道建設技術センター，2004年）

第 3.2-4(2)表 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等

番号	区分	資料名および対象地域 種名	① ^[1]	② ^[2]	③ ^[3]	④ ^[4]	⑤ ^[5]	⑥ ^[6]
			北海道水産現勢	(確定) 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	苫東厚真発電所4号機設置計画に係る環境影響評価書	海棲哺乳類情報データベース	漁業生物図鑑 新北のさかなたち	川づくりのための魚類ガイド
			苫小牧市, 厚真町			北海道太平洋側	道央太平洋側	
41	魚類	アラスカビクニン					○	
42		アラスカメヌケ					○	
43		アラハダカ					○	
44		アラメヌケ					○	
45		アラメヘラザメ					○	
46		アリューションカスベ					○	
47		アンコウ					○	
48		イカナゴ		○	○		○	
49		イサゴビクニン					○	
50		イシガキダイ					○	
51		イシガキフグ					○	
52		イシガレイ		○			○	
53		イシダイ					○	
54		イソギンポ					○	
55		イソギンポ科		○				
56		イソバテング		○			○	
57		イトヒキアジ					○	
58		イトヒキカジカ					○	
59		イトヒキダラ					○	
60		イトマキエイ					○	
61		イトヨ		○	○			
62		イトヨ (降海型)					○	○
63		イヌゴチ					○	
64		イバラヒゲ					○	
65		イボダイ					○	
66		イボダンゴ					○	
67		イラコアナゴ					○	
68		イレズミコンニャクアジ					○	
69		ウキクサウオ					○	
70		ウキゴリ		○	○			○
71		ウグイ		○	○		○	○
72		ウケグチイワシ					○	
73		ウサギアイナメ					○	
74		ウスオニハダカ					○	
75		ウスバハギ					○	
76		ウスメバル					○	
77		ウナギ					○	○
78		ウナギガジ		○	○		○	
79		ウナギギンポ					○	
80		ウバザメ					○	

[1] 『北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014年）

[2] 『苫小牧東部地域に係る環境影響評価書』（北海道，1996年）

[3] 『苫東厚真発電所第4号機設置計画に係る環境影響評価書』（北海道電力株式会社，1998年）

[4] 『海棲哺乳類情報データベース』（国立科学博物館ウェブサイト：<http://svrsh1.kahaku.go.jp/marmam/>，2014/10/17アクセス）

[5] 『漁業生物図鑑 新北のさかなたち』（北海道新聞社，2004年）

[6] 『川づくりのための魚類ガイド』（一般財団法人北海道建設技術センター，2004年）

第 3.2-4(3)表 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等

番号	区分	資料名および対象地域 種名	① ^[1]	② ^[2]	③ ^[3]	④ ^[4]	⑤ ^[5]	⑥ ^[6]
			北海道水産現勢	（環境影響評価書） 苫小牧東部地域に係る	設置計画に係る 環境影響評価書	苫東厚真発電所4号機	海棲哺乳類情報データベース	漁業生物図鑑 新北のさかなたち
			苫小牧市，厚真町			北海道太平洋側	道央太平洋側	
81	魚類	ウマヅラハギ			○		○	
82		ウミタナゴ					○	
83		ウラナイカジカ					○	
84		ウルメイワシ					○	
85		ウロコメガレイ					○	
86		エゾアイナメ		○	○		○	
87		エゾイソアイナメ					○	
88		エゾクサウオ		○	○		○	
89		エゾハナカジカ						○
90		エゾメバル					○	
91		エドアブラザメ					○	
92		オアカムロ					○	
93		オオカミウオ					○	
94		オオクチイシナギ					○	
95		オオクチイワシ					○	
96		オオサガ	○				○	
97		オオメハダカ					○	
98		オオメマトウダイ					○	
99		オキアジ					○	
100		オキエソ					○	
101		オキカズナギ					○	
102		オキカズナギ属		○				
103		オキタナゴ					○	
104		オキヒメカジカ					○	
105		オキフリンデウオ					○	
106		オクカジカ		○	○		○	
107		オグロコンニャクウオ					○	
108		オコゼカジカ					○	
109		オシマオキカジカ					○	
110		オットセイカジカ					○	
111		オナガカスベ					○	
112		オニカジカ		○	○		○	
113		オニキンメ					○	
114		オニシヤチウオ		○			○	
115		オニハダカ					○	
116		オニヒゲ					○	
117		オヒョウ					○	
118		オホーツクカジカ					○	
119		オンデンザメ					○	
120		カイワリ					○	

[1] 『北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014年）

[2] 『苫小牧東部地域に係る環境影響評価書』（北海道，1996年）

[3] 『苫東厚真発電所第4号機設置計画に係る環境影響評価書』（北海道電力株式会社，1998年）

[4] 『海棲哺乳類情報データベース』（国立科学博物館ウェブサイト：<http://svrsh1.kahaku.go.jp/marmam/>，2014/10/17アクセス）

[5] 『漁業生物図鑑新北のさかなたち』（北海道新聞社，2004年）

[6] 『川づくりのための魚類ガイド』（一般財団法人北海道建設技術センター，2004年）

第 3.2-4(4)表 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等

番号	区分	資料名および対象地域 種名	① ^[1]	② ^[2]	③ ^[3]	④ ^[4]	⑤ ^[5]	⑥ ^[6]
			北海道水産現勢	環境影響評価書 (確定)	苫小牧東部地域に係る 設置計画に係る 環境影響評価書	苫東厚真発電所4号機 データベース	海棲哺乳類情報	新漁業生物図鑑 のさかなたち
			苫小牧市, 厚真町			北海道 太平洋側	道央 太平洋側	
121	魚類	カガミダイ					○	
122		カサゴ					○	
123		ガジ		○			○	
124		カジカ科		○	○			
125		カズナギ					○	
126		カスミザメ					○	
127		カタクチイワシ		○	○		○	
128		カツオ					○	
129		カナガシラ					○	
130		カナダダラ					○	
131		カナド					○	
132		カブトウオ					○	
133		カムチャッカゲンゲ					○	
134		カムトサチウオ			○		○	
135		カラス					○	
136		カラスエイ					○	
137		カラスガレイ					○	
138		カラスザメ					○	
139		カラフトカジカ		○			○	
140		カラフトシシャモ					○	
141		カラフトソコダラ					○	
142		カラフトマス					○	○
143		カレイ科		○	○			
144		カワハギ					○	
145		カワヤツメ		○			○	○
146		ガンギエイ					○	
147		ガンコ					○	
148		カンテンウオ					○	
149		カンテングンゲ					○	
150		カンテントカゲギス					○	
151		カンテンビクニン					○	
152		カンパチ					○	
153		カンムリフサカジカ					○	
154		キアンコウ					○	
155		ギス					○	
156		ギスカジカ		○	○		○	
157	ギスカジカ属		○	○				
158	キタイカナゴ					○		
159	キタタウエガジ					○		
160	キタノホッケ					○		

[1] 『北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014年）

[2] 『苫小牧東部地域に係る環境影響評価書』（北海道，1996年）

[3] 『苫東厚真発電所第4号機設置計画に係る環境影響評価書』（北海道電力株式会社，1998年）

[4] 『海棲哺乳類情報データベース』（国立科学博物館ウェブサイト：<http://svrsh1.kahaku.go.jp/marmam/>，2014/10/17アクセス）

[5] 『漁業生物図鑑 新北のさかなたち』（北海道新聞社，2004年）

[6] 『川づくりのための魚類ガイド』（一般財団法人北海道建設技術センター，2004年）

第 3.2-4(5) 表 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等

番号	区分	資料名および対象地域 種名	① ^[1]	② ^[2]	③ ^[3]	④ ^[4]	⑤ ^[5]	⑥ ^[6]
			北海道水産現勢	苫小牧東部地域に係る環境影響評価書(確定)	苫東厚真発電所に係る設置計画に係る環境影響評価書	海棲哺乳類情報データベース	漁業生物図鑑 新北のさかなたち	川づくりのための魚類ガイド
		苫小牧市, 厚真町				北海道太平洋側	道央太平洋側	
161	魚類	キタフサギンボ					○	
162		キタマクラ					○	
163		キタムシャギンボ					○	
164		キチジ	○				○	
165		キツネメバル					○	
166		キヌカジカ					○	
167		キハダ					○	
168		ギマ					○	
169		キマダラヤセカジカ					○	
170		キュウリウオ		○	○		○	○
171		キュウリウオ科		○				
172		ギンアナゴ					○	
173		キンカジカ					○	
174		ギンザケ					○	
175		ギンザメ					○	
176		ギンダラ					○	
177		キントキダイ					○	
178		ギンボ		○			○	
179		キンメダイ					○	
180		クサウオ			○		○	
181	クサウオ属		○					
182	クサウオ科			○				
183	クサビウロコエソ					○		
184	クサフグ					○		
185	クジカスベ					○		
186	クシスミクイウオ					○		
187	クジメ			○		○		
188	クジャクカジカ					○		
189	クズアナゴ					○		
190	クダヤガラ					○		
191	クマガイウオ					○		
192	クマサカフグ					○		
193	クロウシノシタ					○		
194	クロカサゴ					○		
195	クロガシラガレイ	○	○			○		
196	クロガレイ			○		○		
197	クロコバン					○		
198	クロサバフグ					○		
199	クロソイ		○	○		○		
200	クロソコイワシ					○		

[1] 『北海道水産現勢』(北海道水産林務部, 2010~2014年)

[2] 『苫小牧東部地域に係る環境影響評価書』(北海道, 1996年)

[3] 『苫東厚真発電所第4号機設置計画に係る環境影響評価書』(北海道電力株式会社, 1998年)

[4] 『海棲哺乳類情報データベース』(国立科学博物館ウェブサイト: <http://svrsh1.kahaku.go.jp/marmam/>, 2014/10/17アクセス)

[5] 『漁業生物図鑑 新北のさかなたち』(北海道新聞社, 2004年)

[6] 『川づくりのための魚類ガイド』(一般財団法人北海道建設技術センター, 2004年)

第 3.2-4(6) 表 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等

番号	区分	資料名および対象地域 種名	① ^[1]	② ^[2]	③ ^[3]	④ ^[4]	⑤ ^[5]	⑥ ^[6]
			北海道水産現勢	苫小牧東部地域に係る環境影響評価書(確定)	苫東厚真発電所4号機設置計画に係る環境影響評価書	海棲哺乳類情報データベース	漁業生物図鑑 新北のさかなたち	川づくりのための魚類ガイド
		苫小牧市, 厚真町				北海道太平洋側	道央太平洋側	
201	魚類	クロソコギス					○	
202		クロダイ					○	
203		クロテングギンザメ					○	
204		クロホシマユガジ					○	
205		クロマグロ	○				○	
206		クロムツ					○	
207		クロメダイ					○	
208		クロメヌケ					○	
209		クロモンガラ					○	
210		ケムシカジカ		○	○		○	
211		ケムシギンボ					○	
212		ゲンコ					○	
213		コウライガジ					○	
214		コウライマナガツオ					○	
215		コオリカジカ					○	
216		コガネガレイ		○			○	
217		コクチクサウオ					○	
218		ゴコウハダカ					○	
219		ココノホシギンザメ					○	
220		ゴテンアナゴ					○	
221		コトヒキ					○	
222		コノシロ					○	
223		コバンザメ					○	
224		コヒレハダカ					○	
225	コブオキカジカ					○		
226	コブシカジカ					○		
227	コブダイ					○		
228	コマイ	○	○	○		○		
229	ゴマギンボ					○		
230	ゴマサバ					○		
231	ゴマソイ					○		
232	ゴマフグ					○		
233	コモンカスベ			○		○		
234	コモンフグ					○		
235	コンゴウアナゴ					○		
236	コンチャクイワシ					○		
237	コンペイトウ					○		
238	サイトクビレ					○		
239	ザカトビウオ					○		
240	サギフエ					○		

[1] 『北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014年）

[2] 『苫小牧東部地域に係る環境影響評価書』（北海道，1996年）

[3] 『苫東厚真発電所第4号機設置計画に係る環境影響評価書』（北海道電力株式会社，1998年）

[4] 『海棲哺乳類情報データベース』（国立科学博物館ウェブサイト：<http://svrsh1.kahaku.go.jp/marmam/>，2014/10/17アクセス）

[5] 『漁業生物図鑑 新北のさかなたち』（北海道新聞社，2004年）

[6] 『川づくりのための魚類ガイド』（一般財団法人北海道建設技術センター，2004年）

第 3.2-4(7)表 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等

番号	区分	資料名および対象地域 種名	① ^[1]	② ^[2]	③ ^[3]	④ ^[4]	⑤ ^[5]	⑥ ^[6]
			北海道水産現勢	環境影響評価書 (確定)	苫小牧東部地域に係る 環境影響評価書	苫東厚真発電所4号機 設置計画に係る 環境影響評価書	海棲哺乳類情報 データベース	漁業生物図鑑 新北のさかなたち
			苫小牧市, 厚真町			北海道 太平洋側	道央 太平洋側	
241	魚類	サクラマス (ヤマメ)	○	○			○	○
242		サケ (シロザケ)	○	○	○		○	○
243		サケガシラ					○	
244		サケビクニン					○	
245		サッパ					○	
246		マサバ	○					
247		サブロウ					○	
248		サメガレイ		○			○	
249		サメトクビレ					○	
250		サメ類	○					
251		サヨリ					○	
252		ザラカスベ					○	
253		サラサガジ					○	
254		サラサカジカ					○	
255		サワラ					○	
256		サンゴイワシ					○	
257		サンコウメヌケ					○	
258		サンゴタツ					○	
259		サンマ					○	
260		シイラ					○	
261		シギウナギ					○	
262		シシャモ	○	○	○		○	○
263		シダアンコウ					○	
264		シチロウウオ		○	○		○	
265		シノノメサカタザメ					○	
266		シマウキゴリ		○				○
267		シマガツオ					○	
268		シマソイ (シマゾイ)					○	
269		シマフグ					○	
270		シモフリカジカ					○	
271	シモフリガレイ					○		
272	シラウオ		○			○	○	
273	シロウオ					○		
274	シロカジキ					○		
275	シロギス					○		
276	シロゲンゲ					○		
277	シロサバフグ					○		
278	シロザメ					○		
279	シロシュモクザメ					○		
280	シロヒゲコンニャクウオ					○		

[1] 『北海道水産現勢』(北海道水産林務部, 2010~2014年)

[2] 『苫小牧東部地域に係る環境影響評価書』(北海道, 1996年)

[3] 『苫東厚真発電所第4号機設置計画に係る環境影響評価書』(北海道電力株式会社, 1998年)

[4] 『海棲哺乳類情報データベース』(国立科学博物館ウェブサイト: <http://svrsh1.kahaku.go.jp/marmam/>, 2014/10/17アクセス)

[5] 『漁業生物図鑑新北のさかなたち』(北海道新聞社, 2004年)

[6] 『川づくりのための魚類ガイド』(一般財団法人北海道建設技術センター, 2004年)

第 3.2-4(8)表 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等

番号	区分	資料名および対象地域 種名	① ^[1]	② ^[2]	③ ^[3]	④ ^[4]	⑤ ^[5]	⑥ ^[6]
			北海道水産現勢	苫小牧東部地域に係る環境影響評価書(確定)	苫東厚真発電所4号機設置計画に係る環境影響評価書	海棲哺乳類情報データベース	漁業生物図鑑 新北のさかなたち	川づくりのための魚類ガイド
		苫小牧市, 厚真町					北海道太平洋側	道央太平洋側
281	魚類	シロブチヘビゲンゲ					○	
282		シワイカナゴ					○	
283		スイトウハダカ					○	
284		スギ					○	
285		スケトウダラ	○	○	○		○	
286		スジアイナメ		○	○		○	
287		スズキ					○	
288		ススキハダカ					○	
289		スズハモ					○	
290		スナガレイ	○	○			○	
291		スミウキゴリ						○
292		スミクイウオ					○	
293		スミツキメダマウオ					○	
294		セスジボラ					○	
295		セッキハダカ					○	
296		セツパリカジカ					○	
297		セトウシノシタ					○	
298		セトヌメリ					○	
299		セビロカジカ					○	
300		センニンフグ					○	
301		ソイ類	○					
302		ソウシハギ					○	
303		ソウハチ	○	○	○		○	
304		ソコイワシ					○	
305		ソコガンギエイ					○	
306		ソコギス					○	
307		ソコメダマウオ					○	
308		ソデアナゴ					○	
309		ソトオリイワシ					○	
310		ソロイヒゲ					○	
311		ダイナンウミヘビ					○	
312		ダイナンギンボ					○	
313	タウエガジ		○	○		○		
314	タウエガジ科		○	○				
315	ダウリアチョウザメ					○		
316	タカクラタツ					○		
317	タケギンボ		○	○		○		
318	タチウオ					○		
319	ダツ					○		
320	タテトクビレ					○		

[1] 『北海道水産現勢』(北海道水産林務部, 2010~2014年)

[2] 『苫小牧東部地域に係る環境影響評価書』(北海道, 1996年)

[3] 『苫東厚真発電所第4号機設置計画に係る環境影響評価書』(北海道電力株式会社, 1998年)

[4] 『海棲哺乳類情報データベース』(国立科学博物館ウェブサイト: <http://svrsh1.kahaku.go.jp/marmam/>, 2014/10/17アクセス)

[5] 『漁業生物図鑑 新北のさかなたち』(北海道新聞社, 2004年)

[6] 『川づくりのための魚類ガイド』(一般財団法人北海道建設技術センター, 2004年)