

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	- 10 -
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	- 10 -
(1) 自然的条件の現況	- 10 -
① 水深	- 10 -
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变化	- 11 -
③ 海域の流況およびその季節的变化	- 16 -
2.2 漏出事例仮説の設定 (当初申請時 (平成 28 年 2 月 22 日))	- 22 -
(1) 断層の性状に関する文献調査	- 22 -
(2) 地層中での CO ₂ 移行挙動シミュレーション	- 24 -
2.3 漏出事例仮説の設定 (変更申請時 (平成 31 年 2 月 18 日))	- 27 -
(1) 地層中での CO ₂ 移行挙動シミュレーション	- 27 -
2.4 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 (当初申請時) ...	- 28 -
2.5 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 (変更申請時) ...	- 31 -
(1) シナリオ 3 結果	- 31 -
(2) シナリオ 4 結果	- 31 -
3. 潜在的海洋環境影響調査項目の現況の把握	- 32 -
3.1 水環境及び海底環境	- 33 -
(1) 水環境	- 33 -
① 項目	- 33 -
② 調査方法	- 34 -
ア) 調査測点	- 34 -
イ) 調査実施日	- 35 -
ウ) 調査方法	- 35 -
a. 水温	- 35 -
b. 塩分	- 35 -
c. 溶存酸素 (DO)	- 36 -
d. 水素イオン濃度指数 (pH)	- 36 -
e. 全炭酸	- 36 -
f. アルカリ度	- 36 -
g. 硫化水素	- 36 -

h.	pCO ₂	- 37 -
i.	流速・流向	- 37 -
③	結果	- 38 -
ア)	水温	- 38 -
a.	採水調査結果	- 38 -
b.	多項目センサー調査結果.....	- 38 -
イ)	塩分	- 40 -
a.	採水調査結果	- 40 -
b.	多項目センサー調査結果.....	- 40 -
ウ)	溶存酸素 (DO)	- 42 -
a.	採水調査結果	- 42 -
b.	多項目センサー調査結果.....	- 42 -
エ)	水素イオン濃度指数 (pH)	- 44 -
a.	採水調査結果	- 44 -
b.	多項目センサー調査結果.....	- 44 -
オ)	全炭酸.....	- 46 -
a.	採水調査結果	- 46 -
カ)	アルカリ度.....	- 47 -
a.	採水調査結果	- 47 -
キ)	硫化物イオン濃度.....	- 48 -
a.	採水調査結果	- 48 -
ク)	pCO ₂	- 48 -
a.	採水調査結果	- 48 -
ケ)	流速・流向.....	- 49 -
2.		- 51 -
(2)	海底環境.....	- 51 -
①	項目	- 51 -
②	調査方法	- 51 -
ア)	調査測点	- 51 -
イ)	調査実施日	- 51 -
ウ)	調査方法	- 52 -
a.	水素イオン濃度指数 (pH)	- 52 -
b.	酸化還元電位 (ORP)	- 52 -
c.	全有機炭素	- 52 -
d.	無機炭素.....	- 52 -
e.	硫化物	- 52 -
f.	粒度組成.....	- 52 -
③	結果	- 53 -
ア)	水素イオン濃度指数 (pH)	- 53 -

イ) 酸化還元電位 (ORP)	- 53 -
ウ) 全有機炭素.....	- 53 -
エ) 無機炭素	- 53 -
オ) 硫化物.....	- 53 -
カ) 粒度組成	- 53 -
3.2 海洋生物	- 55 -
2.	- 55 -
3.	- 55 -
(1) 項目	- 55 -
(2) 調査方法.....	- 55 -
① 調査測点	- 55 -
② 調査実施日	- 55 -
ア) 植物プランクトン, 動物プランクトン.....	- 55 -
イ) メイオベントス, マクロベントス.....	- 55 -
ウ) メガロベントス	- 55 -
③ 調査方法	- 55 -
ア) 浮遊生物の生息状況	- 55 -
a. 植物プランクトン調査	- 55 -
b. 動物プランクトン調査	- 56 -
イ) 魚類等遊泳動物の生息状況.....	- 56 -
ウ) 海草及び藻類の生育状況並びにさんご類の生息状況	- 56 -
エ) 底生生物の生息状況	- 56 -
a. メイオベントス調査.....	- 56 -
b. マクロベントス調査.....	- 56 -
c. メガロベントス調査.....	- 56 -
(3) 結果.....	- 57 -
① 浮遊生物の生息状況	- 57 -
ア) 植物プランクトン調査.....	- 57 -
イ) 動物プランクトン調査.....	- 58 -
② 魚類等遊泳動物の生息状況.....	- 59 -
ア) 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する魚類等	- 59 -
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	- 75 -
③ 海草及び藻類の生育状況並びにさんご類の生息状況	- 84 -
ア) 海草及び藻類の生育状況	- 84 -
イ) さんご類の生息状況	- 86 -
④ 底生生物の生息状況	- 86 -
ア) メイオベントス調査	- 86 -
イ) マクロベントス調査	- 89 -
ウ) メガロベントス調査	- 90 -

3.3	生態系	- 92 -
(1)	項目	- 92 -
(2)	調査方法	- 92 -
①	藻場、干潟、さんご群集その他の脆弱な生態系	- 92 -
②	産卵場又は生息場その他の海洋生物の生息状況	- 92 -
③	熱水生態系その他の特殊な生態系	- 92 -
(3)	結果	- 93 -
①	藻場、干潟、さんご群集その他の脆弱な生態系	- 93 -
ア)	藻場	- 93 -
イ)	干潟	- 93 -
ウ)	さんご群集	- 93 -
②	産卵場又は生息場その他の海洋生物の生息状況	- 93 -
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	- 94 -
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	- 95 -
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	- 96 -
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	- 97 -
③	熱水生態系その他の特殊な生態系	- 99 -
3.4	海洋の利用	- 100 -
(1)	項目	- 100 -
(2)	調査方法	- 100 -
①	海洋レクリエーションの場としての利用状況	- 100 -
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	- 100 -
③	漁場としての利用状況	- 101 -
④	主要な航路としての利用状況	- 101 -
⑤	港湾区域および港域に関する情報	- 101 -
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	- 101 -
(3)	結果	- 102 -
①	海洋レクリエーションの場としての利用状況	- 102 -
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	- 104 -
③	漁場としての利用状況	- 107 -
ア)	漁業の実態	- 107 -
a.	漁業活動の社会基盤	- 107 -
b.	漁業種類別漁獲量	- 113 -
c.	漁期・漁場	- 114 -
イ)	北海道海面漁業調整規則等による規制状況	- 121 -
④	主要な航路としての利用状況	- 123 -
⑤	港湾区域および港域に関する情報	- 124 -
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	- 129 -
ア)	海底ケーブル等	- 129 -

イ) 海底資源	- 130 -
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	- 133 -
4.1 海洋環境の化学的な変化の予測の方法	- 133 -
(1) シミュレーションモデル	- 133 -
① MEC モデル	- 133 -
② CO ₂ 二相流モデル	- 134 -
(2) 苫小牧沖海中拡散シミュレーションモデル	- 135 -
① モデル領域	- 135 -
② 境界条件データ	- 135 -
③ シミュレーションに用いたコンピュータ	- 136 -
(3) 静水圧モデル単体での計算	- 136 -
(4) モデル計算結果と観測データの比較	- 138 -
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	- 143 -
(1) シミュレーション条件	- 143 -
① CO ₂ 漏出量	- 143 -
ア) シナリオ 2 萌別層ケース（シナリオ 2 ケース）	- 143 -
イ) 貯留量の 1%が漏出するケース（1%漏出ケース）	- 144 -
② 漏出域	- 147 -
③ 季節	- 148 -
④ シミュレーションケース	- 148 -
4.3 シミュレーション結果	- 150 -
(1) 潜在的環境影響評価項目	- 150 -
(2) 溶存 CO ₂	- 150 -
4.4 海洋生物への影響の予測方法	- 159 -
(1) 生物影響閾値の設定	- 159 -
(2) CO ₂ 漏出シミュレーションによる pCO ₂ の増分 (ΔpCO ₂)	- 163 -
① ΔpCO ₂	- 163 -
② ΔpCO ₂ の最大値	- 168 -
③ ΔpCO ₂ の 24 時間移動平均値	- 176 -
(3) 生物影響の予測結果	- 183 -
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	- 185 -
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	- 186 -

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。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)

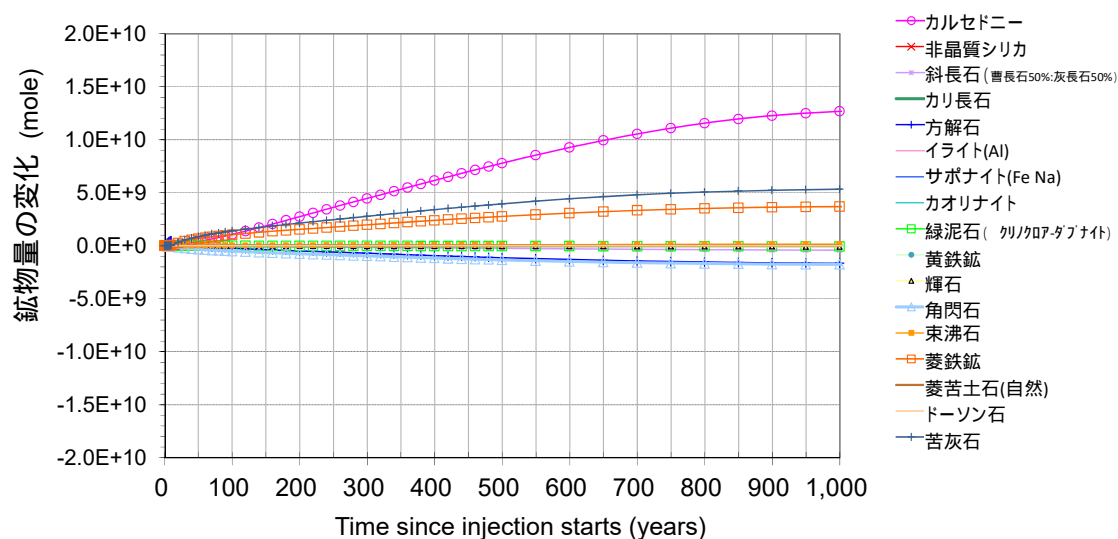
第 1.2-1 表 地化学反応シミュレーションで使した滝ノ上層 T1 部層の地層水組成

	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)。

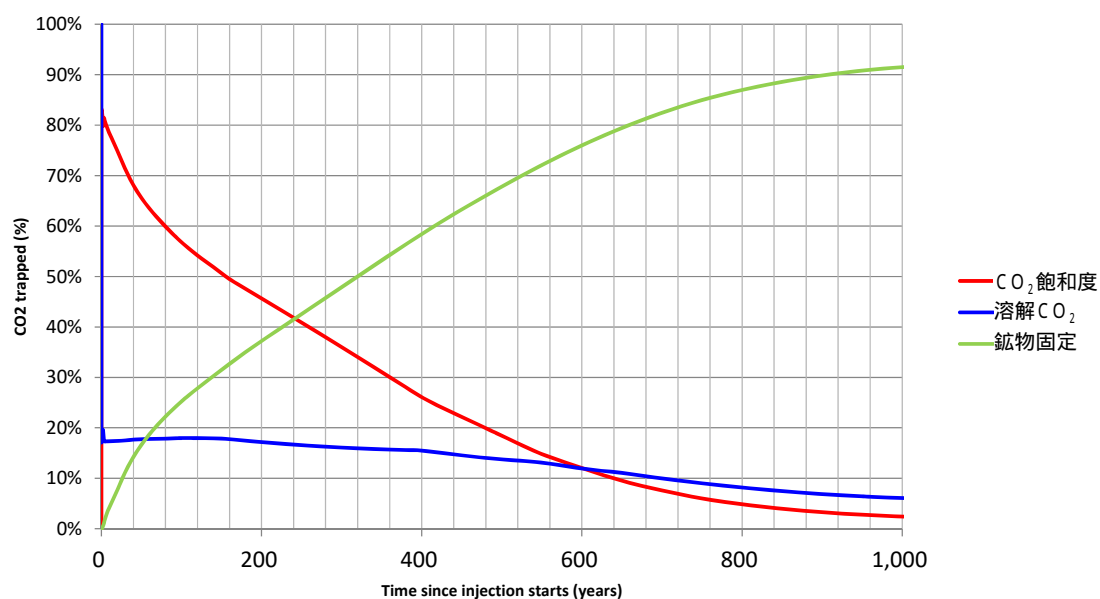
第 1.2-2 表 地化学反応シミュレーションで使した滝ノ上層 T1 部層の鉱物組成

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	clinoclore/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		スカルイト	イイト	緑泥石	斜方沸石	斜方沸石	モルブ沸石	スライムイイト	ホルムスト	石英	斜長石	角長石	方解石	ドロマイト	黄鉄鉱	赤鉄鉱	角閃石
900	萌別層泥岩		砂質シルト岩	×	△	△						◎	○		×		△		△
950			砂質シルト岩	×	○	○						○	○	△	×		△		△
1000			砂質シルト岩	×	○	○						◎	○		×		△		△
1050			砂質シルト岩	×	○	○						◎	○				△		△
1100			砂質シルト岩	×	○	○						◎	○	△			×		△
1150	萌別層砂岩		砂質シルト岩	×	△	△	△					○	○	○			×		△
1200			砂質シルト岩	×	○	○	△					◎	○	△			△		△
1250			砂質シルト岩	×	○	○						◎	○				△		△
1300		荷葉層		砂質シルト岩	×	○	○					◎	○				△		△
1350		荷葉層		砂質シルト岩	×	○	○					◎	○	△			△		△
1400	荷葉層		砂質シルト岩	×	△	△						○	◎		×		△		
1450	荷葉層		砂質シルト岩	×	○	○						○	○	△	×		×		○
1500	荷葉層		砂質シルト岩	×	○	○	△					◎	○		×		×		△
1550	荷葉層		砂質シルト岩	×	○	△	△					◎	○		×		△		△
1580	荷葉層		砂質シルト岩	×	○	△	○					○	○	△	×		△		△
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^{-3} mD を与え、遮蔽層には孔隙率は 19%，浸透率は 4.3×10^{-5} mD 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)。

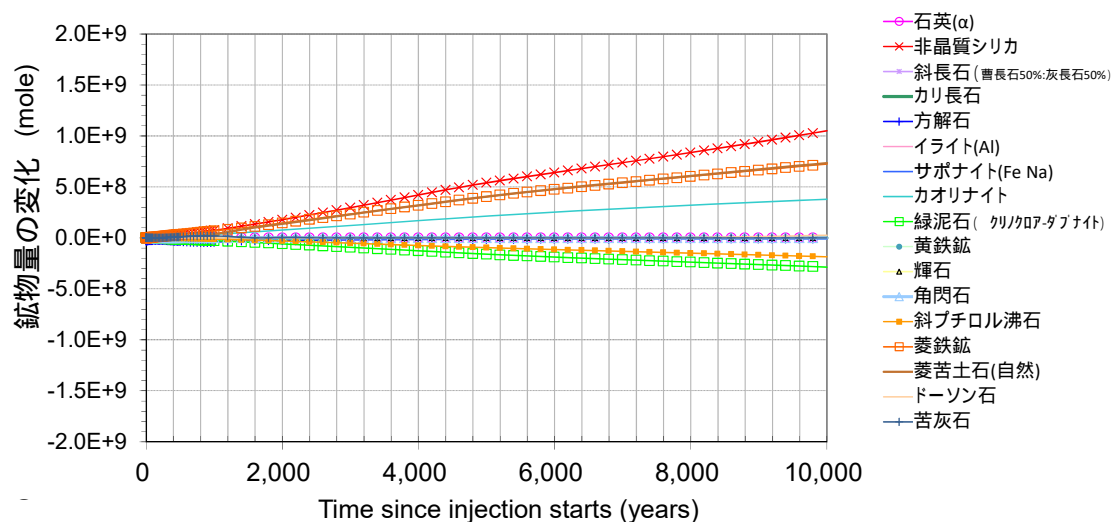
第 1.2-5 表 地化学反応シミュレーションで使用した萌別層砂岩層の鉱物組成

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

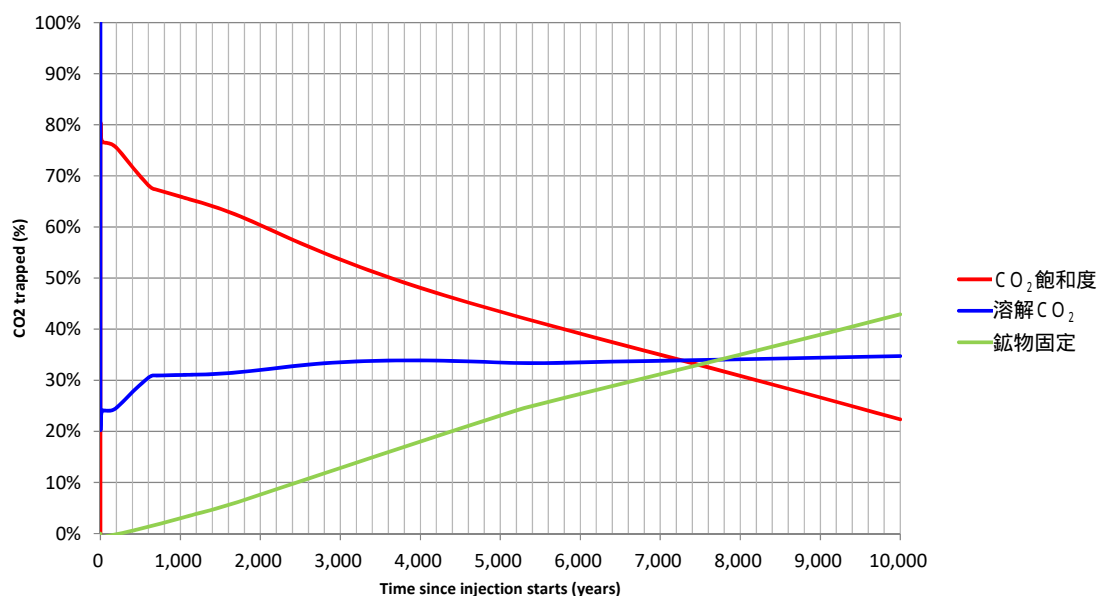
^[1] Thermoddem (BRGM, the French Geological Survey : <http://thermoddem.brgm.fr/>, 2015 年 2 月 5 日アクセス)

粘土鉱物	カオリン石	kaolinite	kaolinite	1.71
粘土鉱物	緑泥石	clinochlore/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
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プチロル沸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

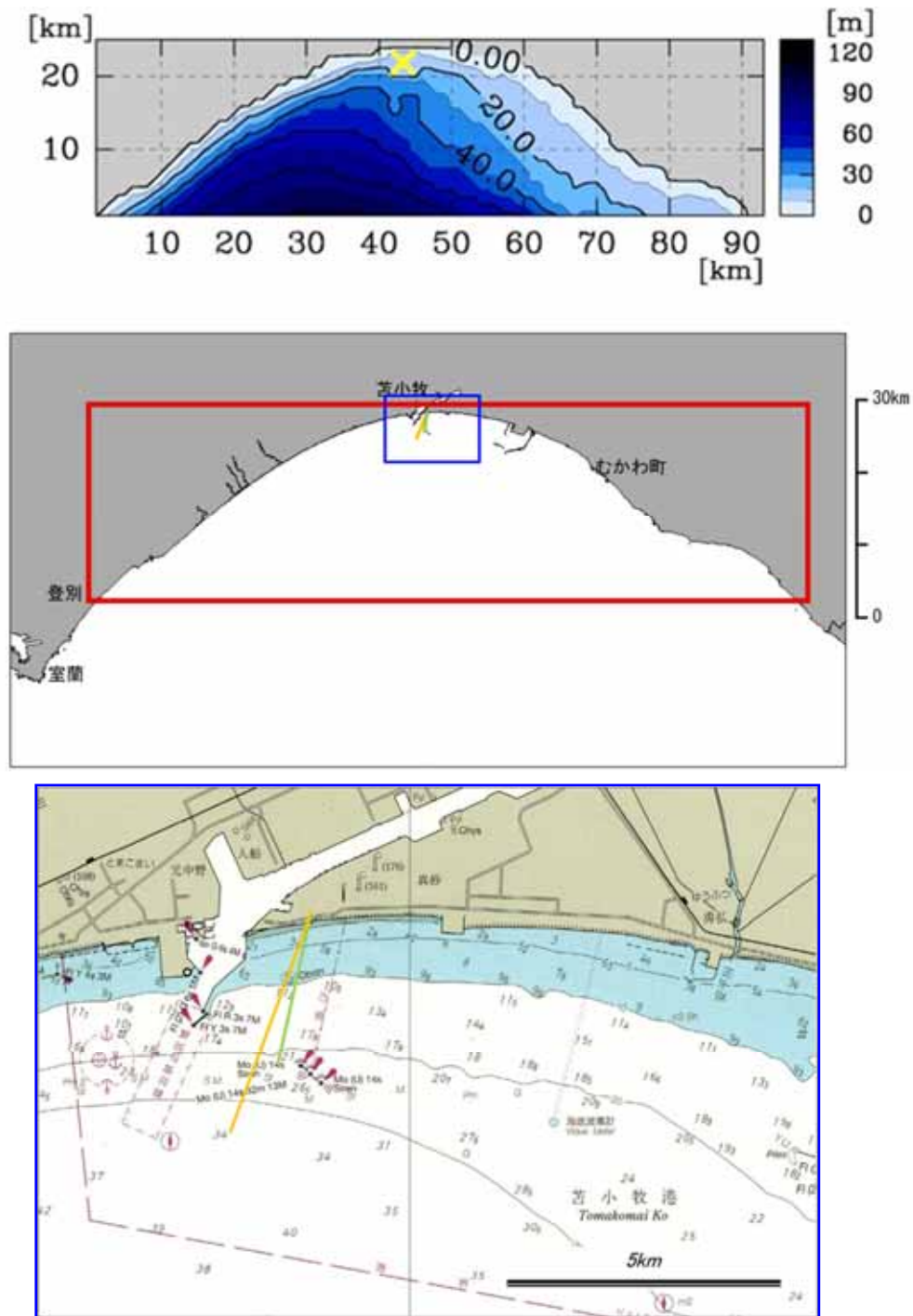
2.1 当該特定二酸化炭素ガスが海洋環境に及ぼす影響の程度を予測するために把握した海域の流況その他の自然的条件の現況及びその把握の方法

(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。

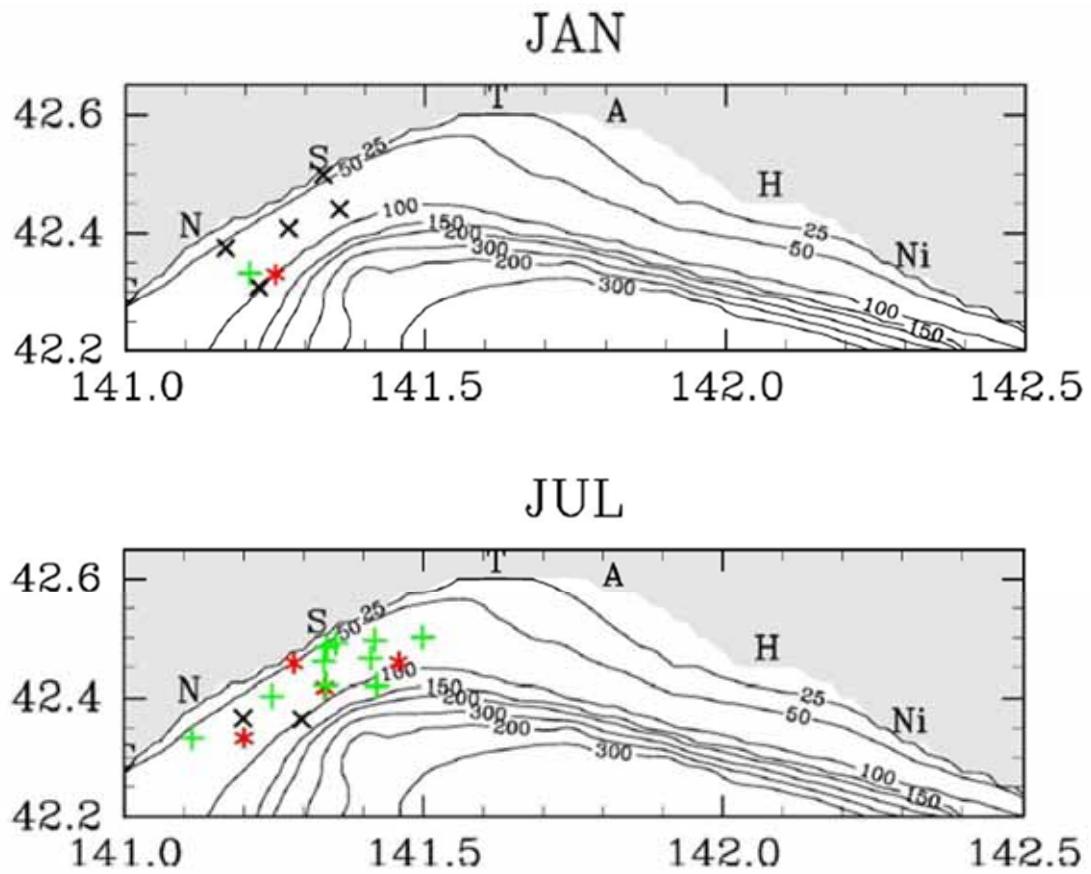
第 2.1-1 図 静水圧モデル領域

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变化

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℃前後、40m 以深では 5～12℃程度になっている。JODC の統計値は、海面が約 16℃、100m 深で約 7℃である。冬季の水温は 3～8℃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℃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）。

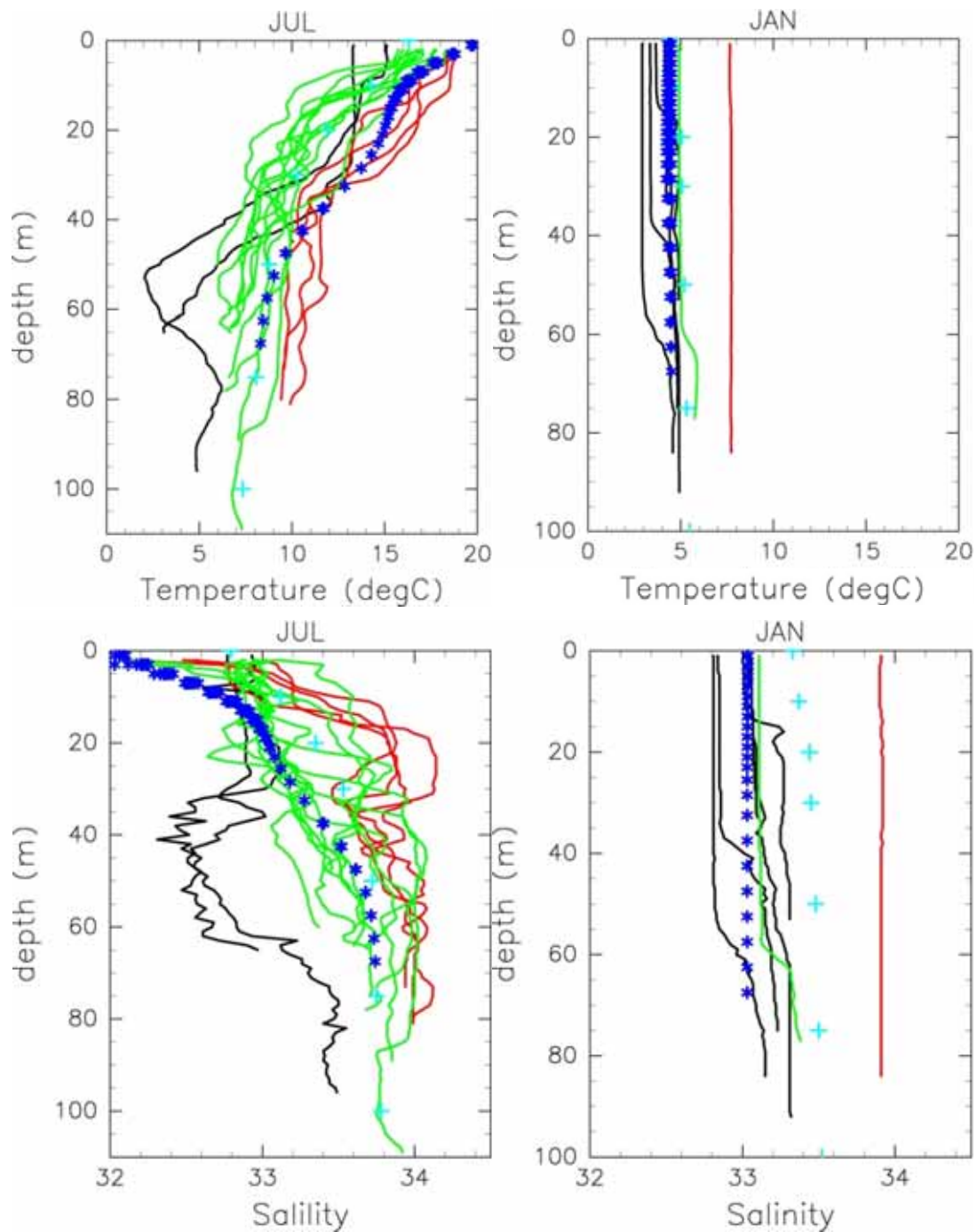


注：観測位置（上：1月，下：7月）
 黒×，赤＊，緑＋は，1月がそれぞれ順に2003年，2008年，2012年，7月がそれぞれ順に2003年，2006年，2008年。N，S，T，A，H，Niは，順に登別，白老，苫小牧，厚真，日高，新冠。

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

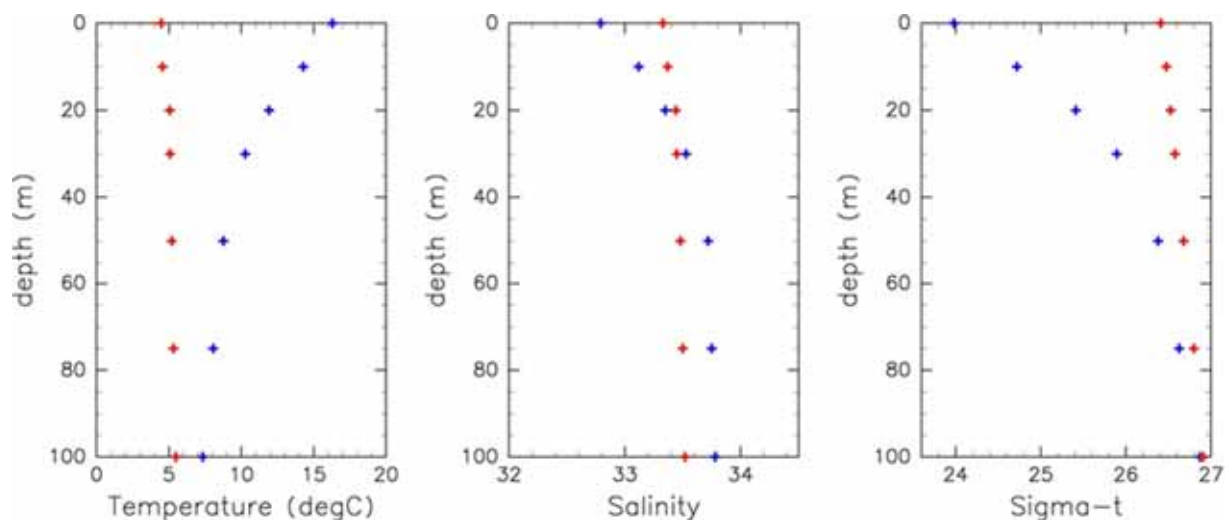
第 2.1-1 表 北海道大学水産学部附属練習船うしお丸による白老沖での観測の位置，年月日および水深

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。

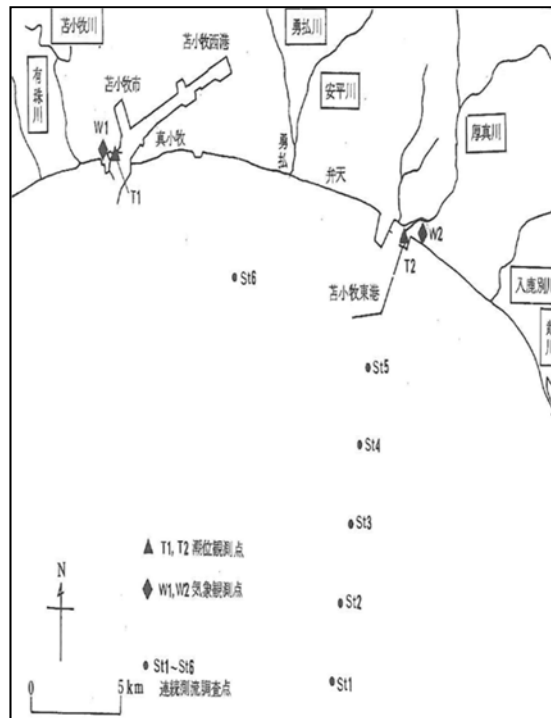
第 2.1-4 図 JODC 統計値の水温，塩分による密度

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』（日本データーサービス株式会社，2005 年）により把握した。

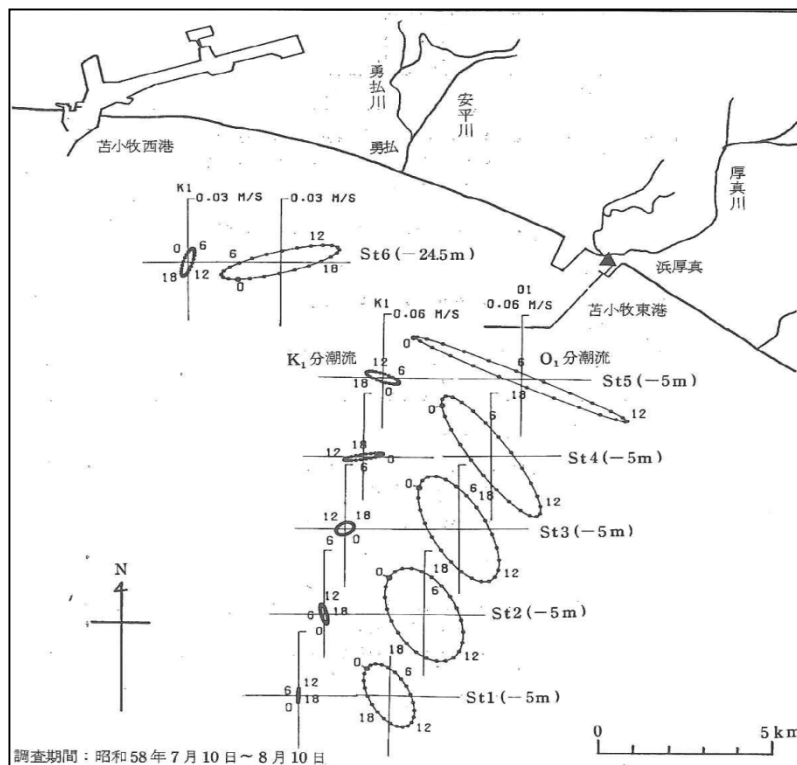
『 - 昭和 58 年度 - 苫小牧東部地区地先海域産業公害総合事前調査 現地調査報告書』には，本調査海域の東へ約 10km 離れた 5 か所の調査点（第 2.1-5 図）で，1983 年 7 月 10 日から 8 月 10 日にかけての 32 日間，流速・流向を測定し解析した結果が記載されている。潮流は，海岸線に平行な流向の日周潮流（O1 分潮）が卓越し（第 2.1-6 図），海岸線に直角な流向の半日周潮流（M2 分潮）は微弱である（第 2.1-7 図）。恒流（32 日間平均流）は，2.1～3.9cm/sec の範囲に見られる。

『苫小牧港潮流観測調査業務報告書』（日本データーサービス株式会社，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。



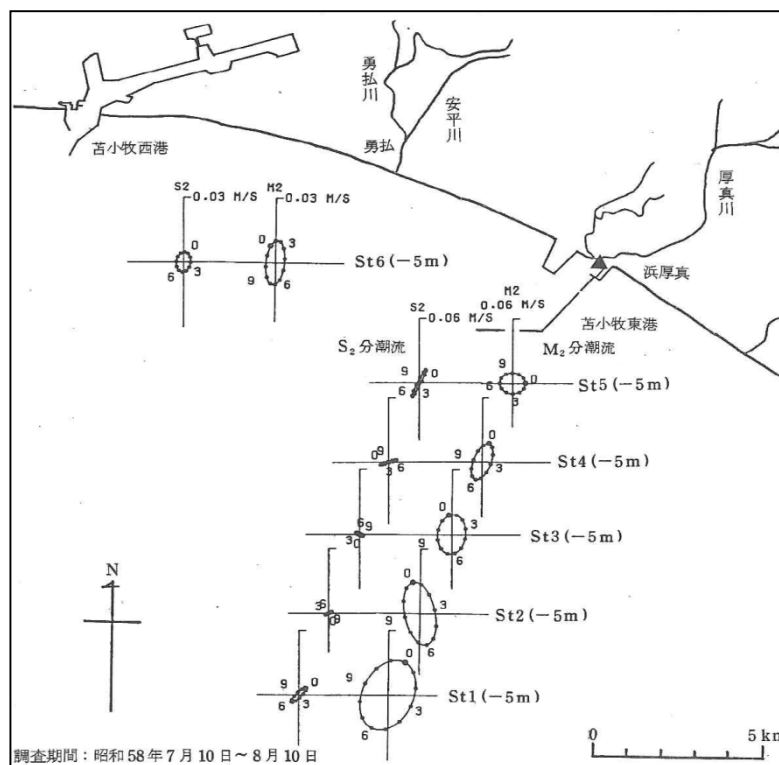
資料：『 - 昭和 58 年度 - 苫小牧東部地区地先海域産業公害総合事前調査 現地調査報告書』
(通商産業省 札幌通商産業局, 1983 年)

第 2.1-5 図 流速・流向調査測点位置



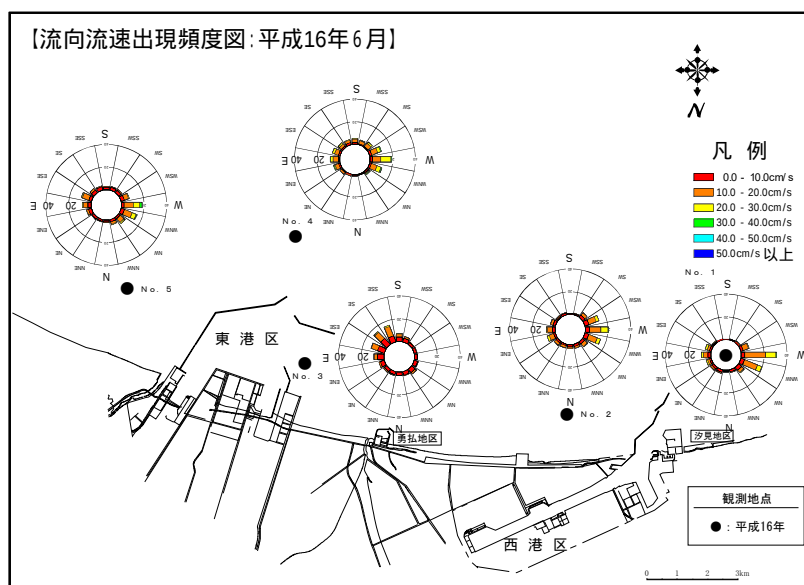
資料：『 - 昭和 58 年度 - 苫小牧東部地区地先海域産業公害総合事前調査 現地調査報告書』
(通商産業省 札幌通商産業局, 1983 年)

第 2.1-6 図 O1 と K1 分潮流の潮流楕円の水平分布



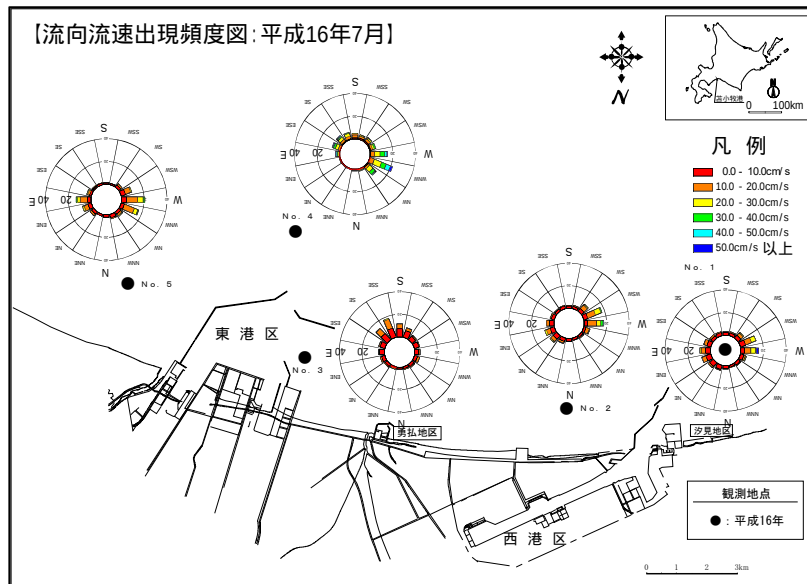
資料：『昭和58年度 - 苫小牧東部地区地先海域産業公害総合事前調査 現地調査報告書』
(通商産業省 札幌通商産業局, 1983年)

第2.1-7図 M2とS2分潮流の潮流楕円の水平分布



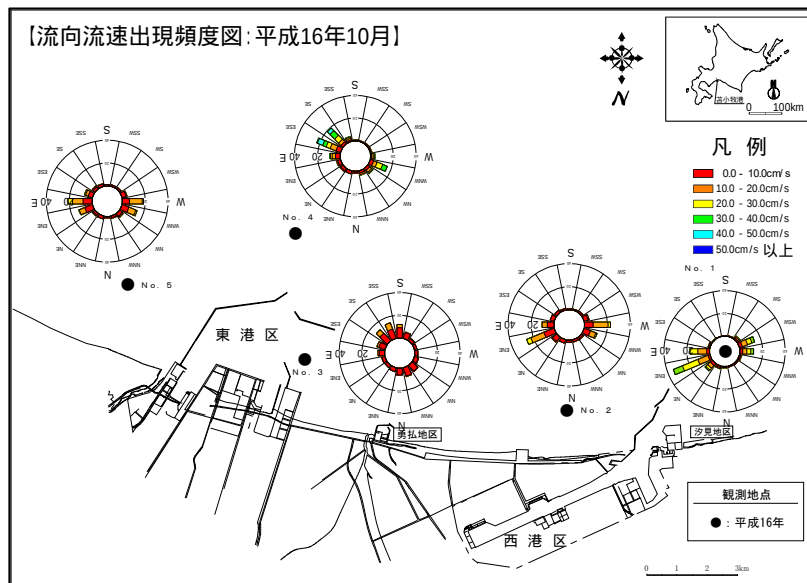
資料：『苫小牧港潮流観測調査業務報告書』
(日本データサービス株式会社, 2005年)

第2.1-8図 流向出現頻度（平成16年6月）



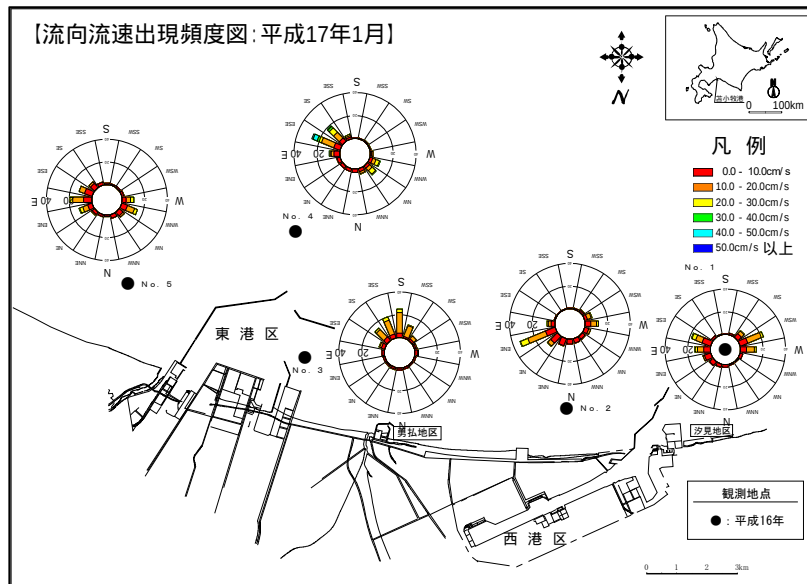
資料：『苫小牧港潮流観測調査業務報告書』
(日本データサービス株式会社, 2005 年)

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)。

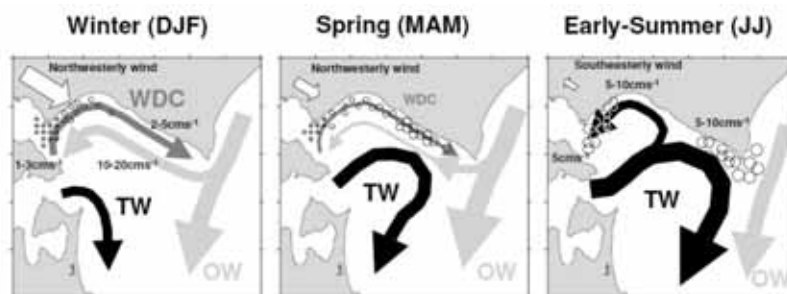


Fig. 10. Schematic diagrams of transient flow patterns from winter to early-summer, based on our previous study (Rosa et al., 2007) combined with the present analysis of the coastal current measurements. Black arrows represent the Tsugaru Warm Current (TW), light gray arrows represent the shelf slope 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（当初申請時（平成 28 年 2 月 22 日））

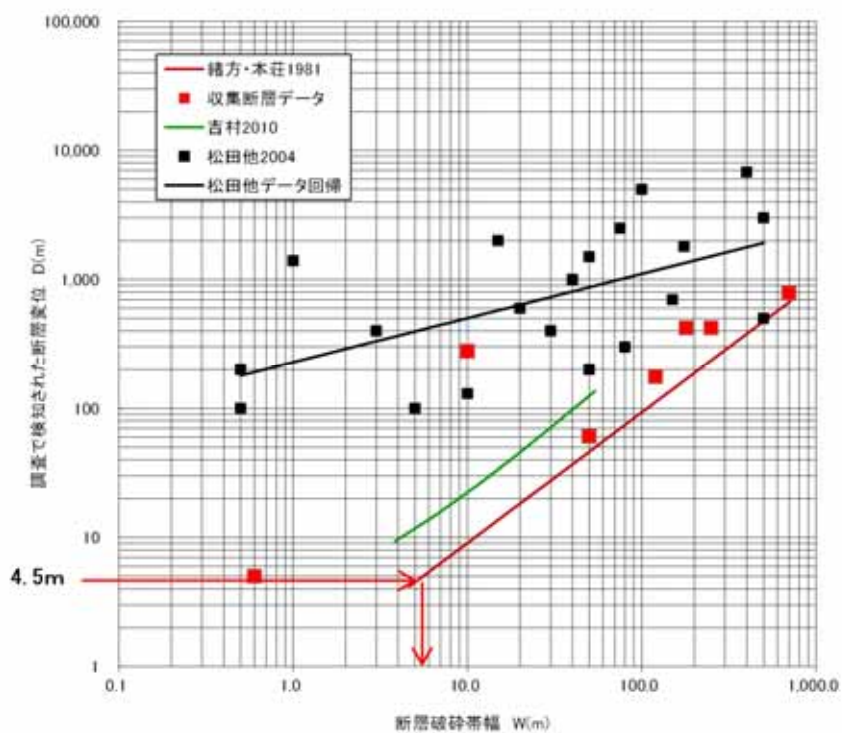
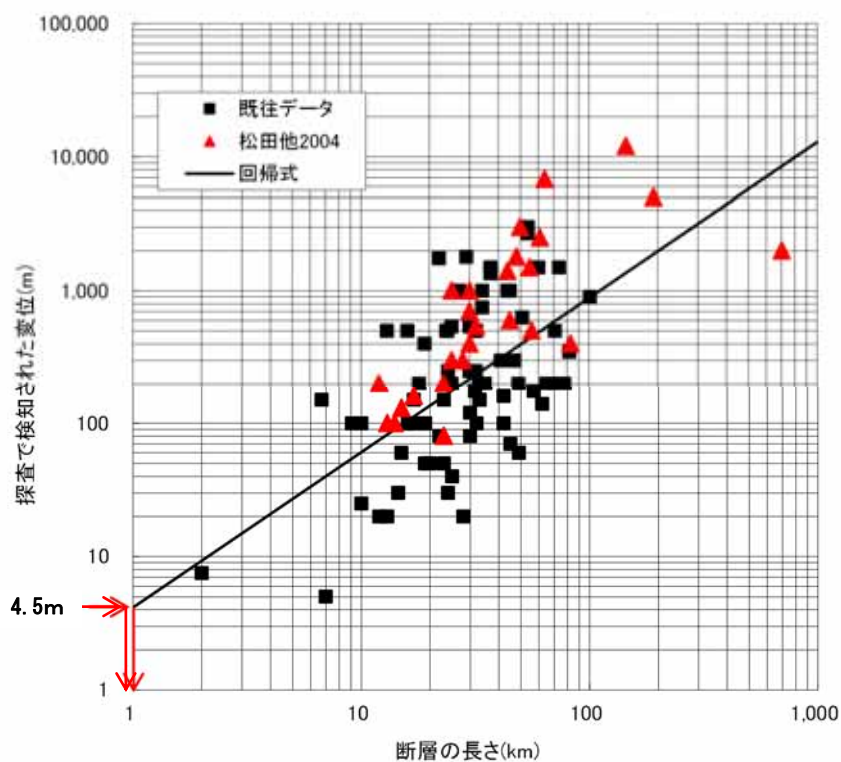
漏出経路として CO₂ 貯留層近傍の断層/フラクチャを想定することが現実的であるため (Benson et al., 2005) ^[1], 次に掲げる調査検討を行った。

(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)。

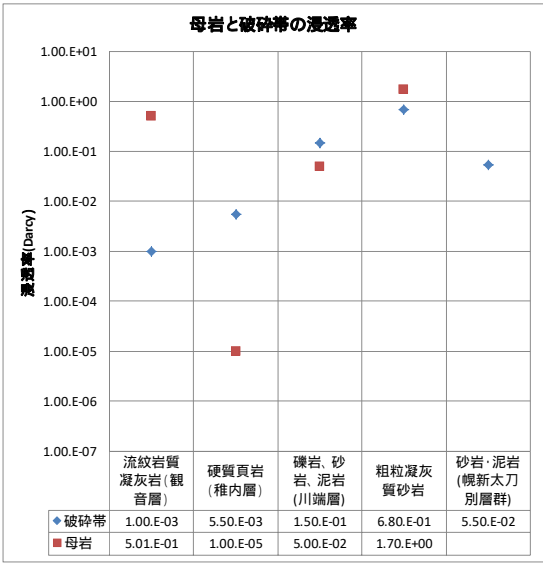
^[1] Benson, S., Cook, P., Anderson, J., Bachu, S., Nimir, H.B., Basu, B., Bradshaw, J., Deguchi, G., Gale, J., von Goerne, G., Heidug, W., Holloway, S., Kamal, R., Keith, D., Lloyd, P., Rocha, P., Senior, B., Thomson, J., Torp, T., Wildenborg, T., Wilson, M., Zarlenga, F., Zhou, D., 2005. Underground 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と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、火山碎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。



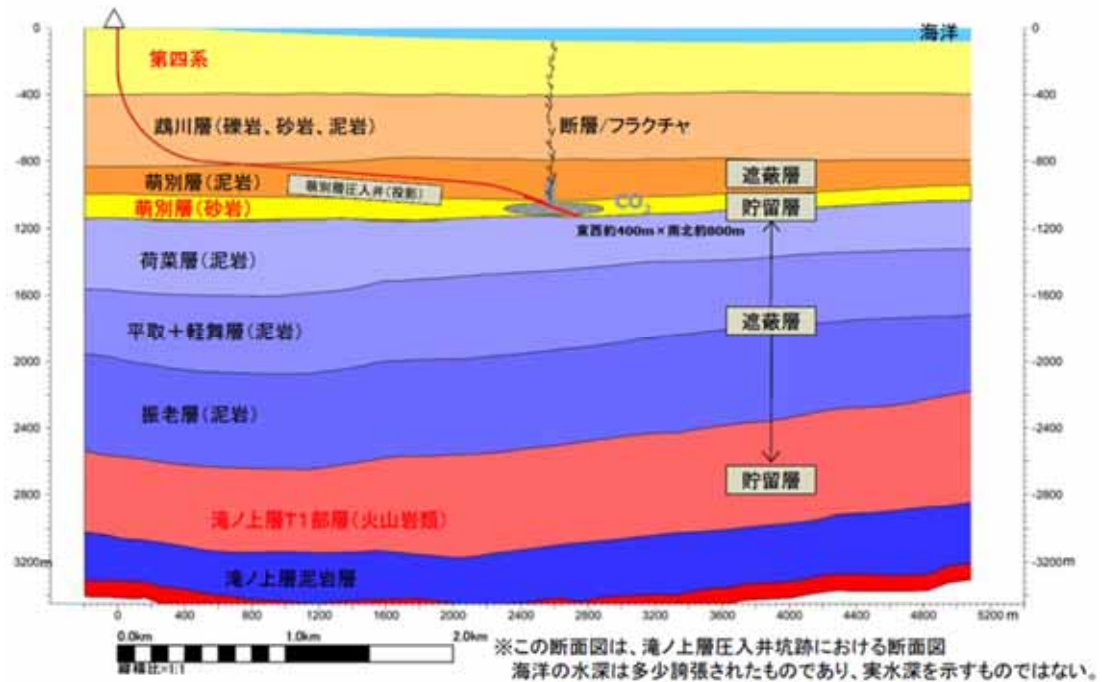
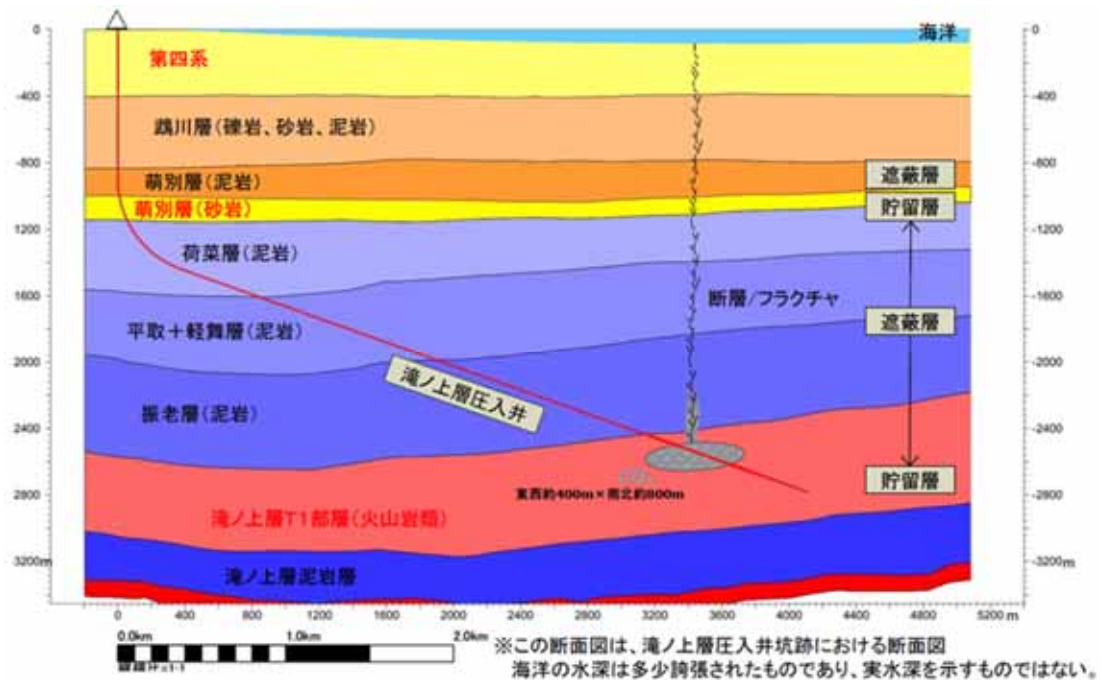
注：砂岩・泥岩（幌新太刀別層群）は母岩の浸透率がないため、破碎帯の浸透率のみ記載した。

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

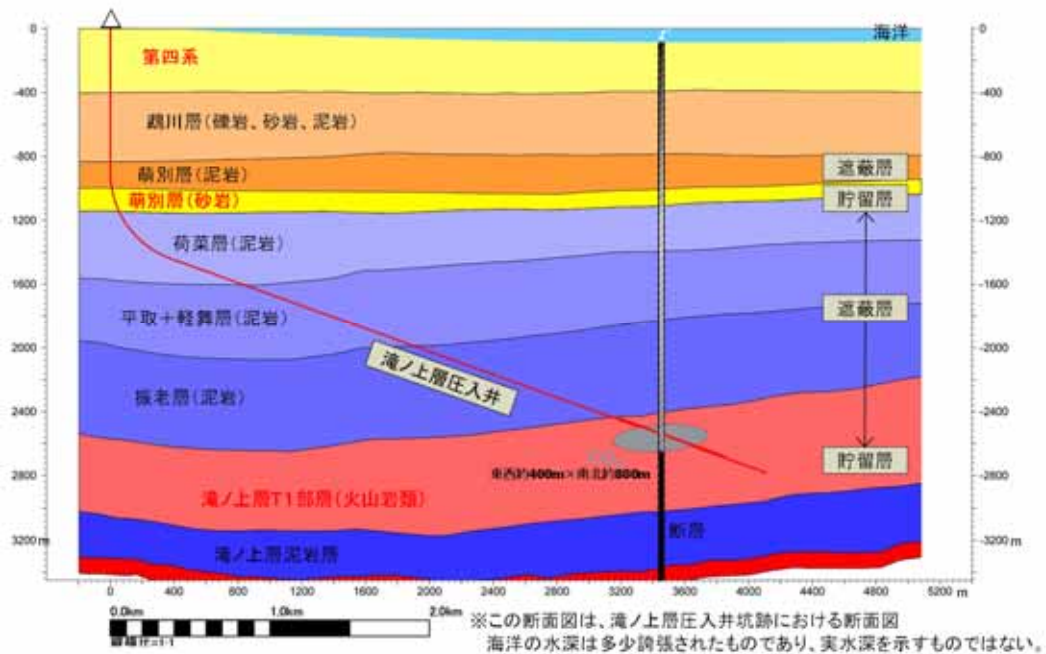
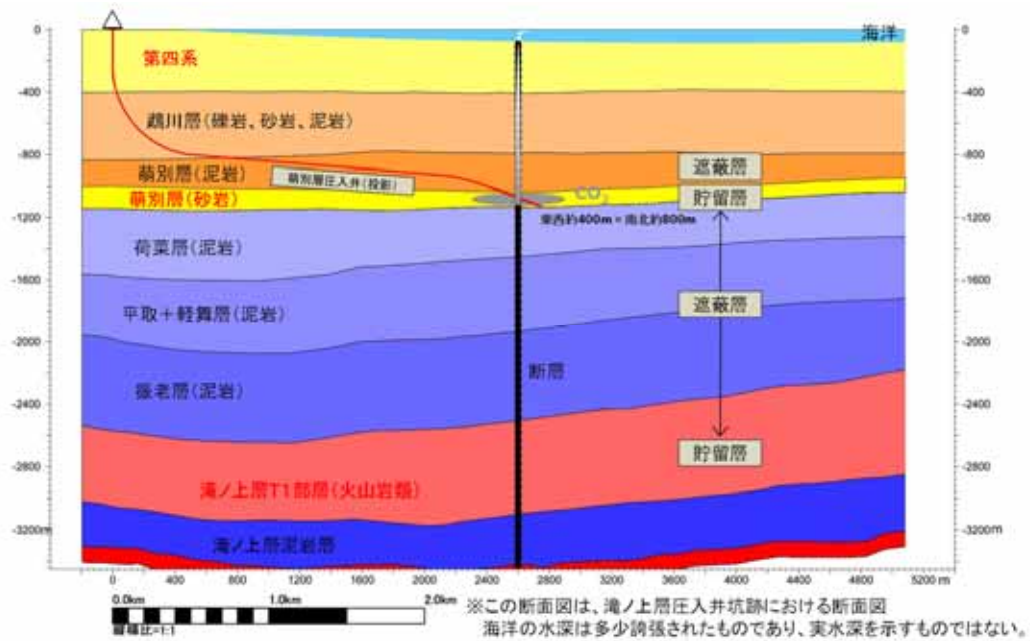
漏出シナリオは、以下の 2 つのシナリオを設定した。なお、CO₂ 漏出経路は、両シナリオともに前述(1)の文献調査結果から幅 5m、長さ 1km（当該サイトの地殻応力場を考慮して南北方向）の断層を設定した。

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）。



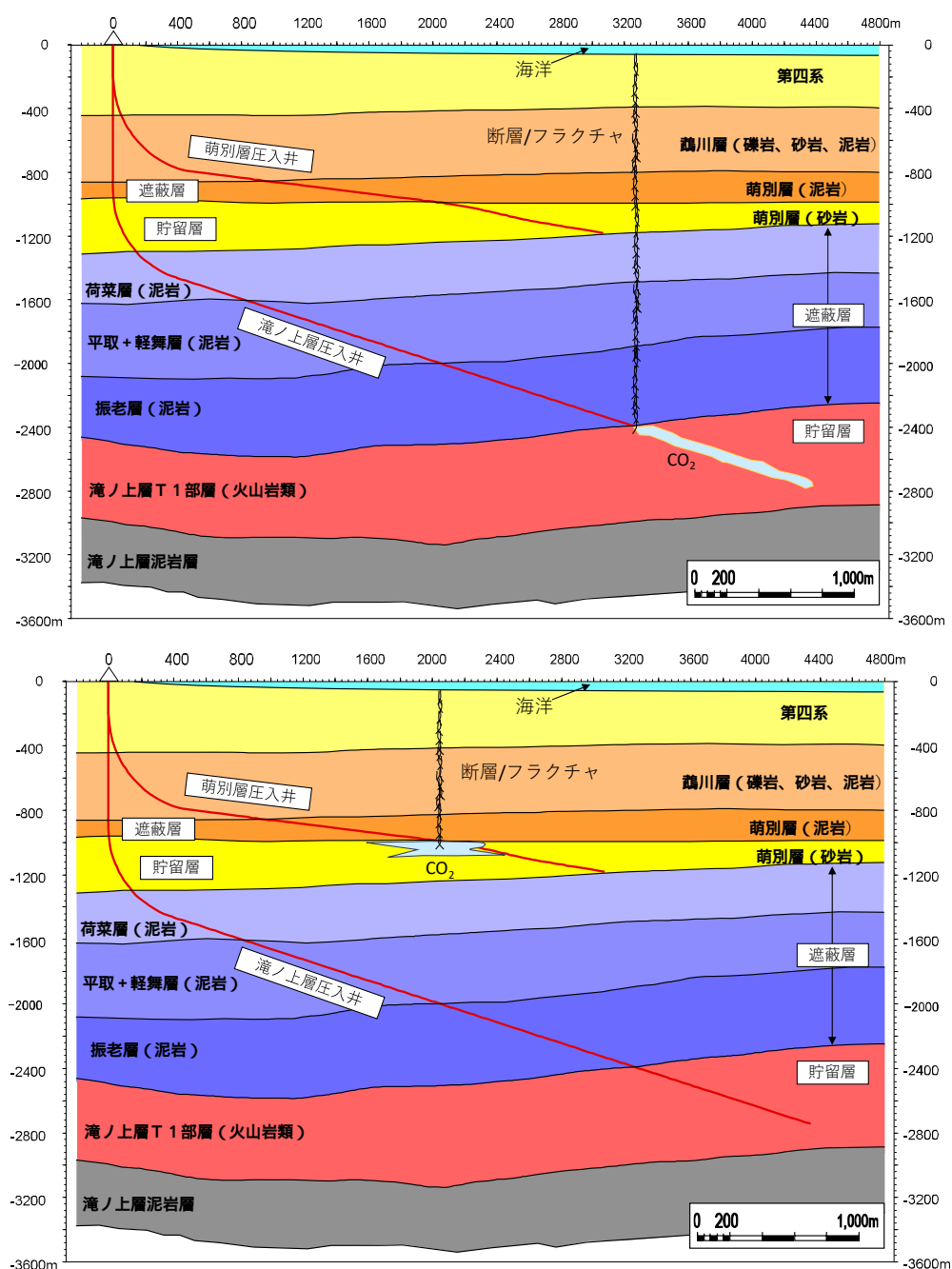
第 2.2-4 図 漏出シナリオ 2 のイメージ（上：滝ノ上層，下：萌別層）

2.3 漏出事例仮説の設定（変更申請時（平成 31 年 2 月 18 日））

(1) 地層中での CO₂ 移行挙動シミュレーション

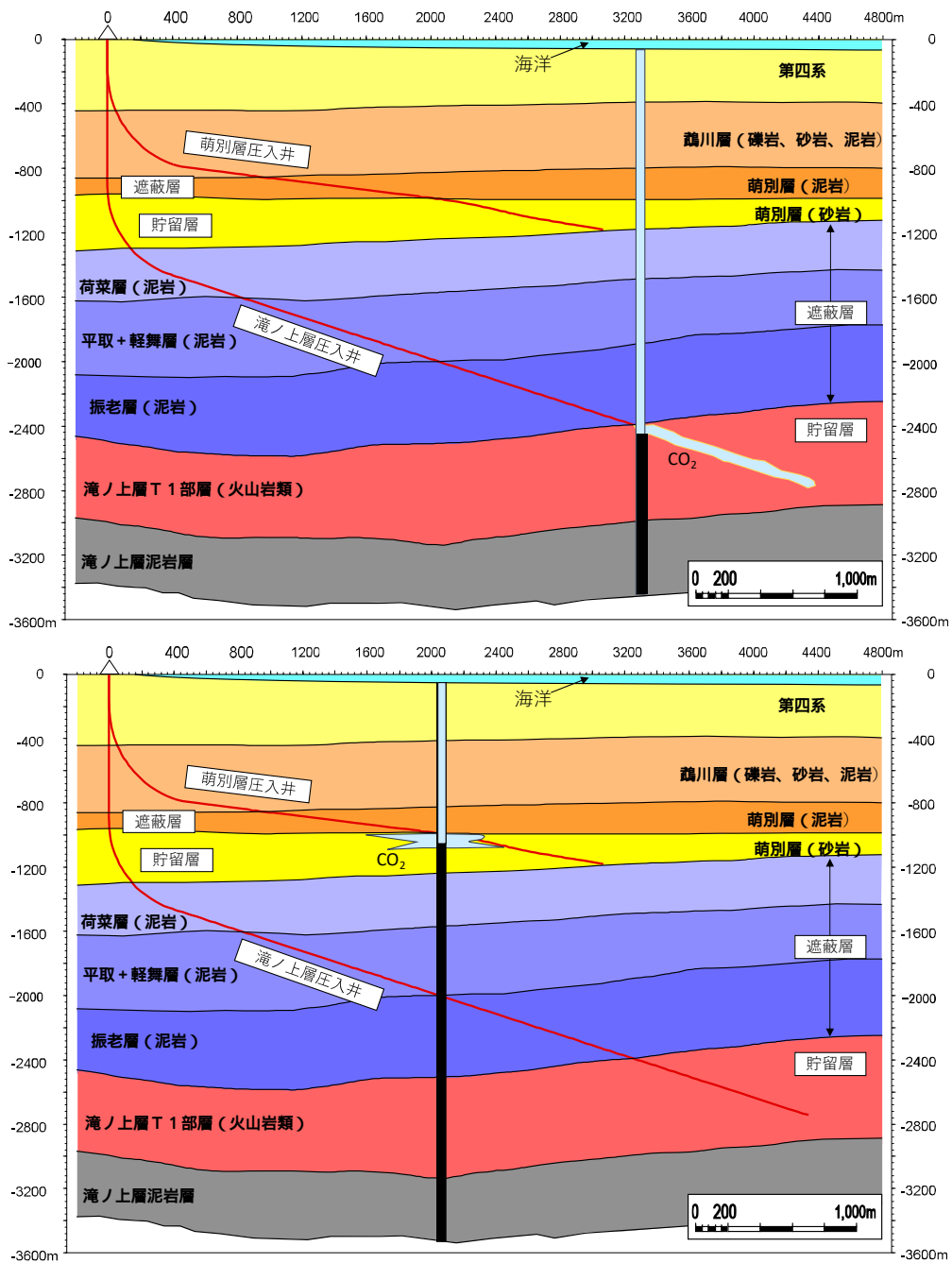
漏出シナリオは、以下の 2 つのシナリオを設定した。なお、CO₂ 漏出経路は、両シナリオともに前述 2.2(1)の文献調査結果から幅 5m、圧入井から海底面に達する長さ（当該サイトの地殻応力場を考慮して南北方向）の断層を設定した。

シナリオ 3…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、圧入井から海底面に達する長さ）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 2.3-1 図）。



第 2.3-1 図 漏出シナリオ 3 のイメージ（上：滝ノ上層，下：萌別層）

シナリオ 4…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, 圧入井から海底面に達する長さ）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 2.3-2 図）。



第 2.3-2 図 漏出シナリオ 4 のイメージ (上: 滝ノ上層, 下: 萌別層)

2.4 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（当初申請時）

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。

^[1] Pruess, K., 2011. ECO2M: A TOUGH2 Fluid property module for mixtures of water, NaCl, and CO₂,

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）^[1]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）^[2]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）^[3]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う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 2.3-4 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）^[4]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。

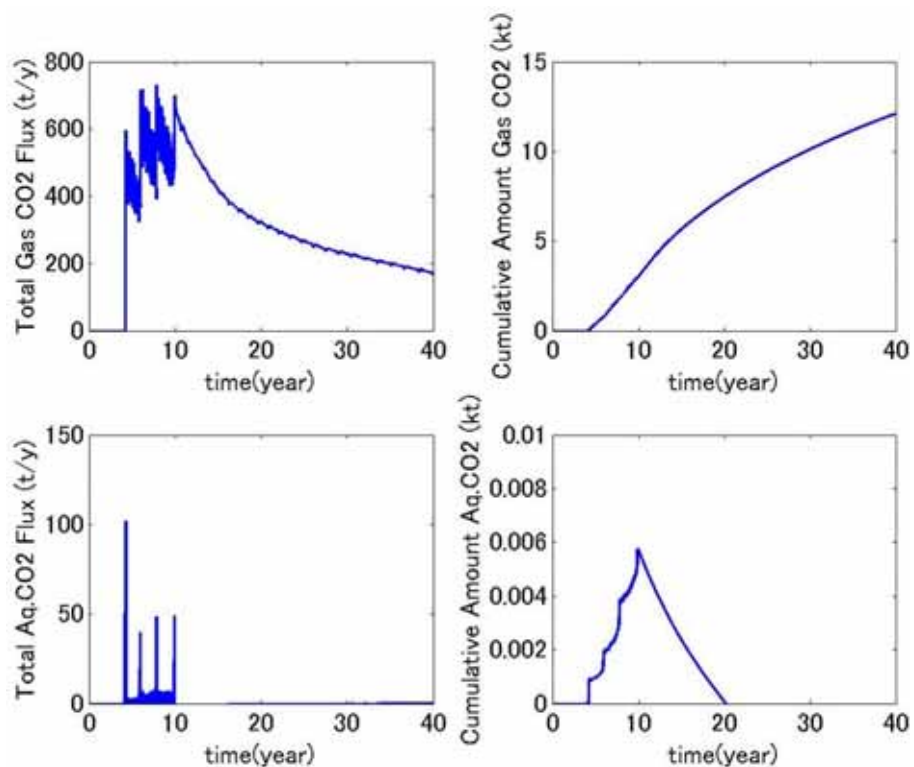
including super- and sub-critical conditions, and phase change between liquid and gaseous CO₂. LBNL Report, LBNL-4590E, pp.1-83.

^[1] 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.

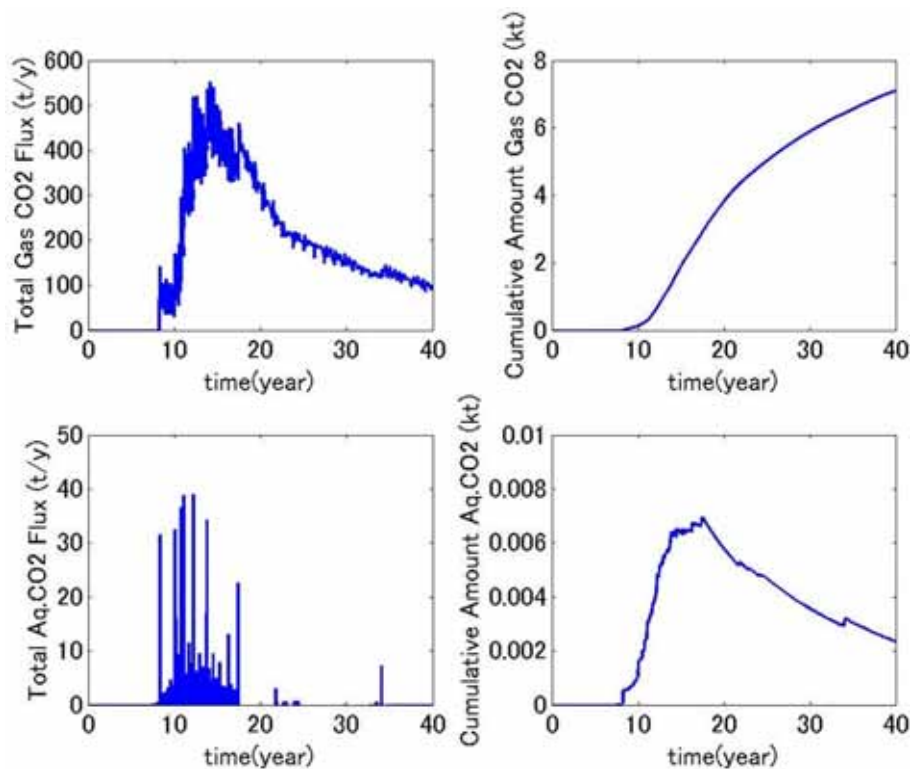
^[2] 石油資源開発（株），2013．“圧入井最適圧入区間の選定，圧入区間の仕上げ方法および坑壁安定性の検討 作業実施報告書”．日本 CCS 調査（株）社内資料，p. 8, 175, pp. 403-409.

^[3] Stone, H.L., 1970. Probability model for estimating three-phase relative permeability. Trans. SPE of AIME, 249, pp. 214-218.

^[4] 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., Sbail, 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 2.3-4 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

2.5 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（変更申請時）

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、平成 30 年度（暫定）CO₂ 挙動予測シミュレーション結果から、滝ノ上層（T1 部層）への圧入に関するケースと、萌別層砂岩層への圧入に関するケースの、圧入終了直後の CO₂・圧力分布予測を用いた。各地層の物性パラメータ等は、平成 30 年度（暫定）CO₂ 挙動予測シミュレーションで使用したパラメータに準じたが、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）^[2]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う危険側で評価を行うためである。

(1) シナリオ 3 結果

滝ノ上層および萌別層からの漏出ケースについて、両者とも貯留層から漏出した CO₂ は海底まで到達しないとする結果を得た。

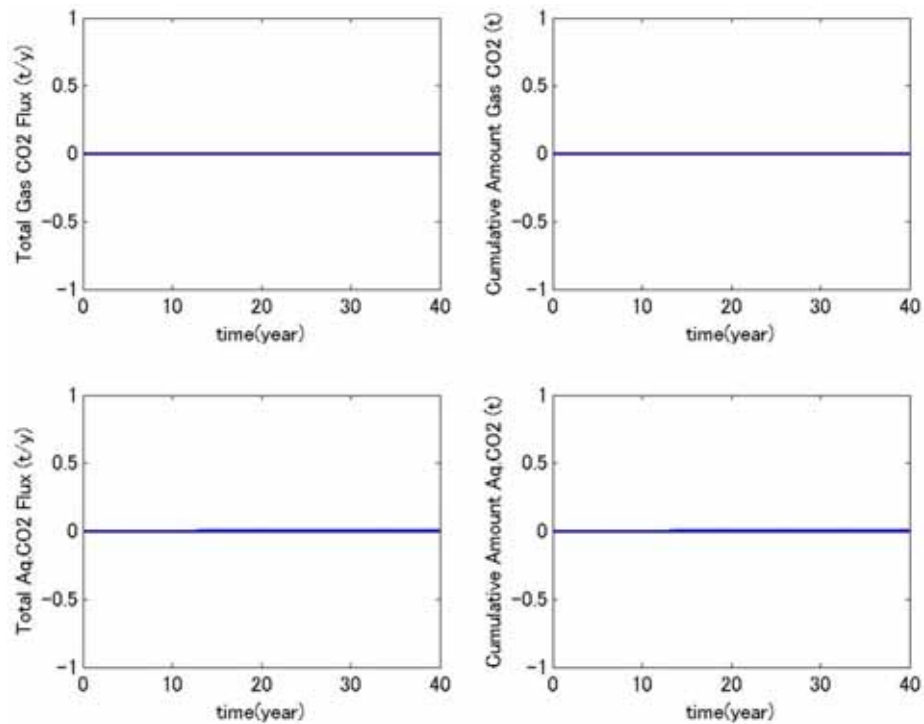
(2) シナリオ 4 結果

滝ノ上層および萌別層からの漏出ケースについて、両者とも貯留層から漏出した CO₂ は海底まで到達しないとする結果を得た。

参考のため、第 2.3-5 図に萌別層からの漏出（シナリオ 4）における海底面への CO₂ 漏出量のグラフを示す。

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



注：左：CO₂フラックス，右：全漏出量，上：気相，下：溶解相。

第 2.3-5 図 萌別層からの漏出（シナリオ 4）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。

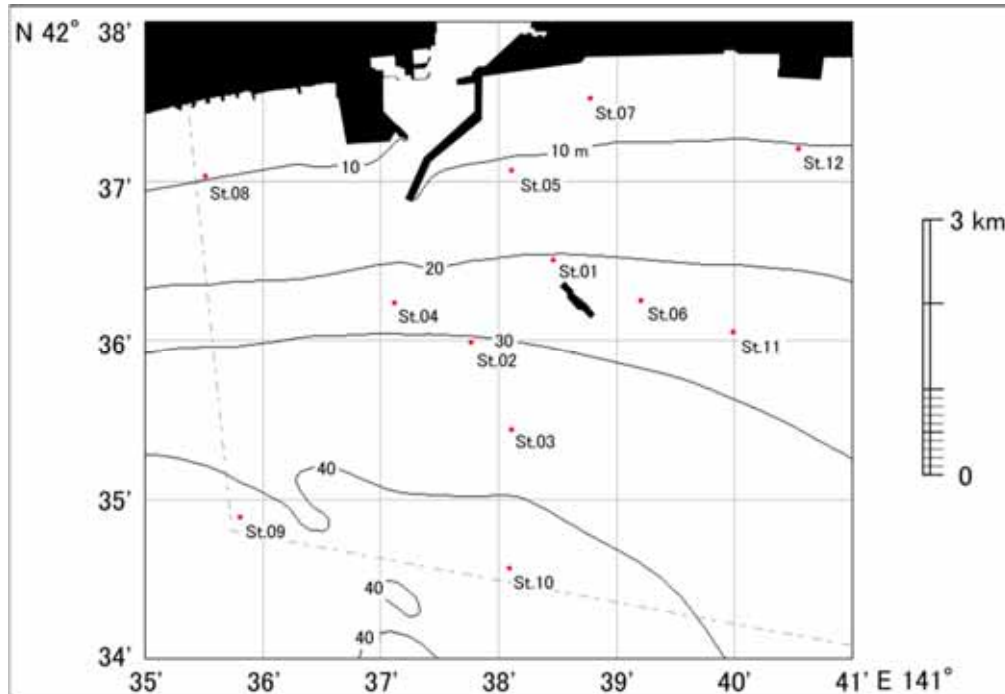
第 3.1-1 表 潜在的海洋環境影響調査項目と把握の方法（水環境）

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。

ロ) 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、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。

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

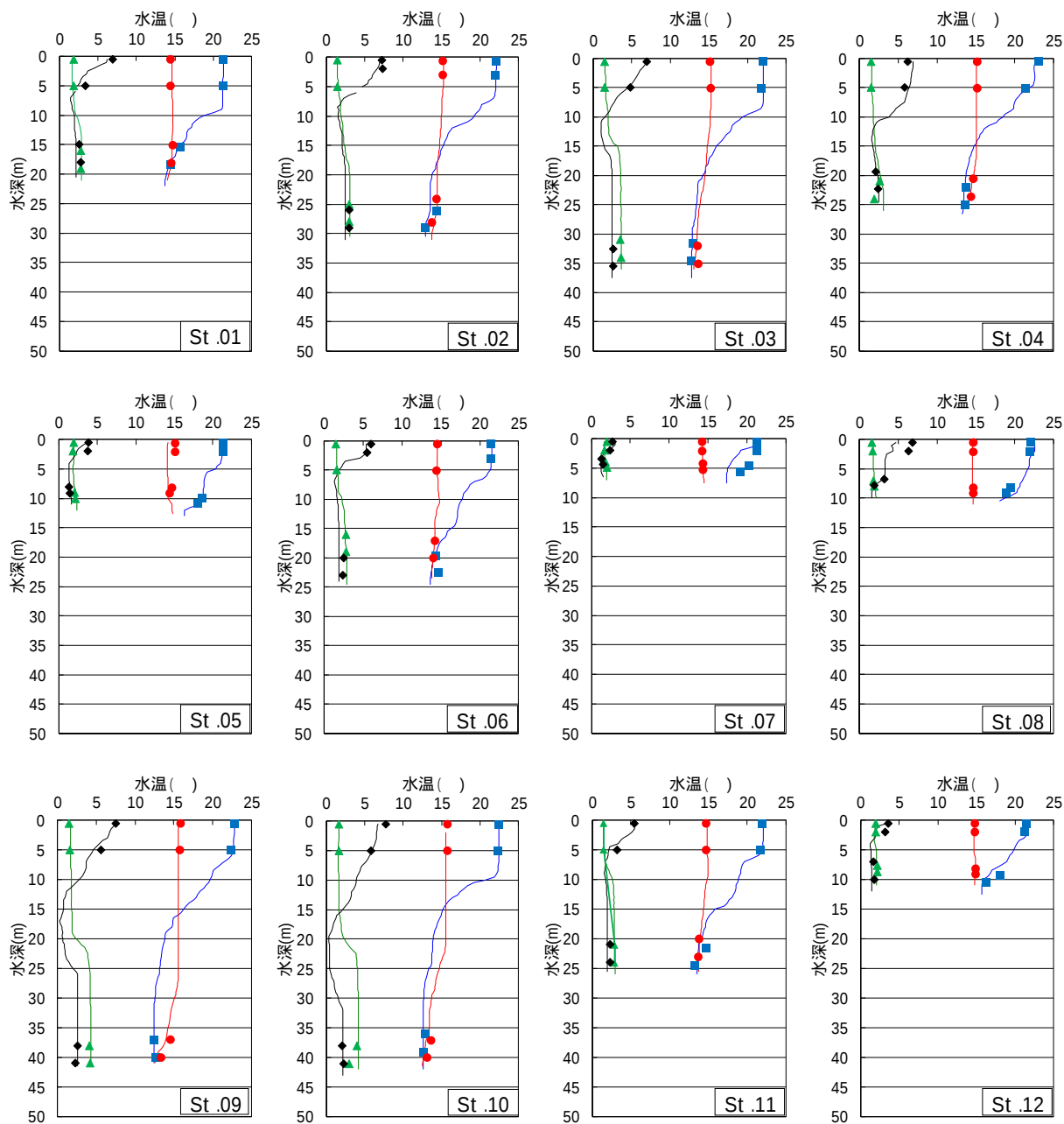
水温の調査結果を，第 3.1-2 図に示す。

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

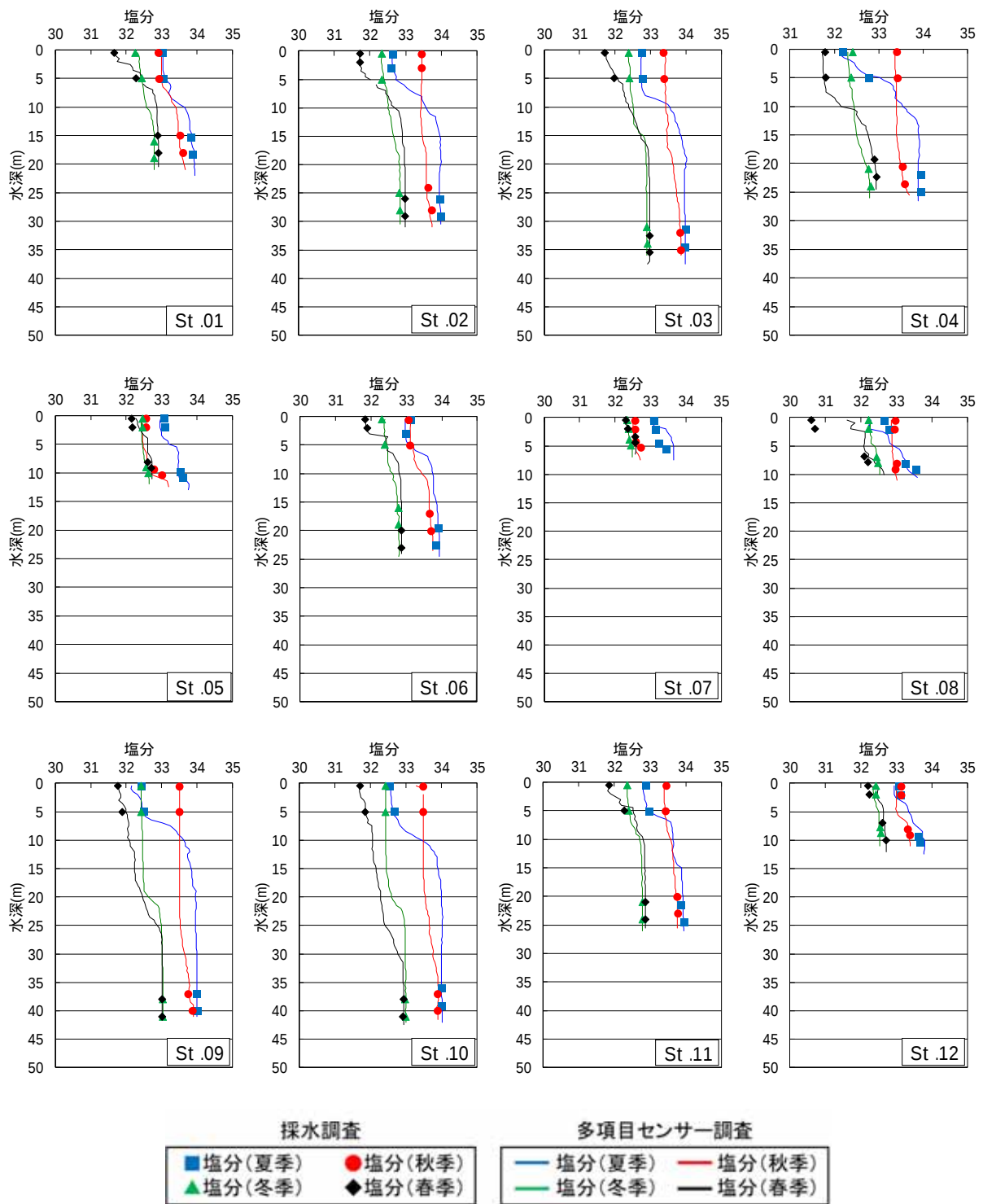
塩分の調査結果を，第 3. 1-3 図に示す。

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)

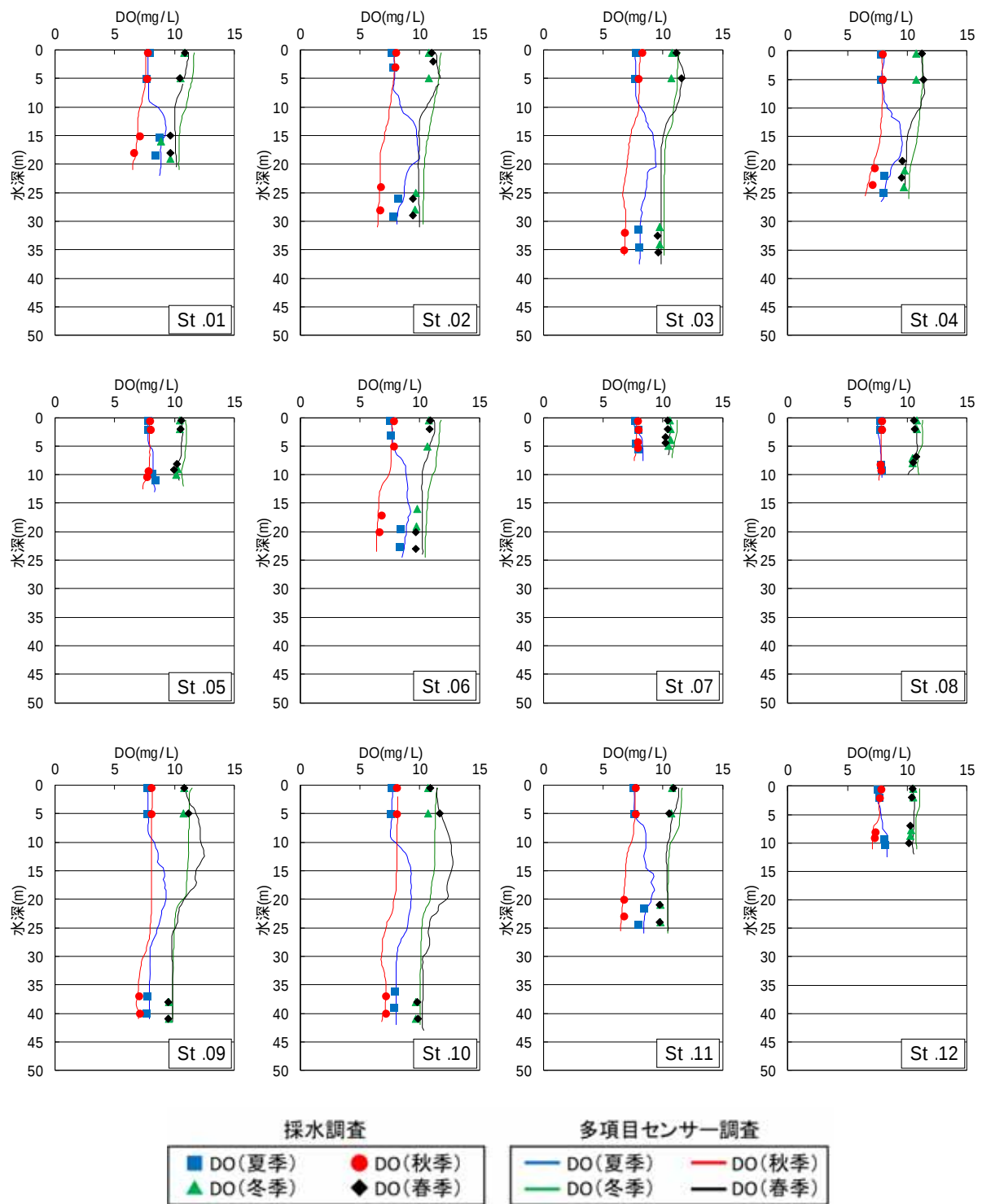
D0 の調査結果を、第 3.1-4 図に示す。

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)

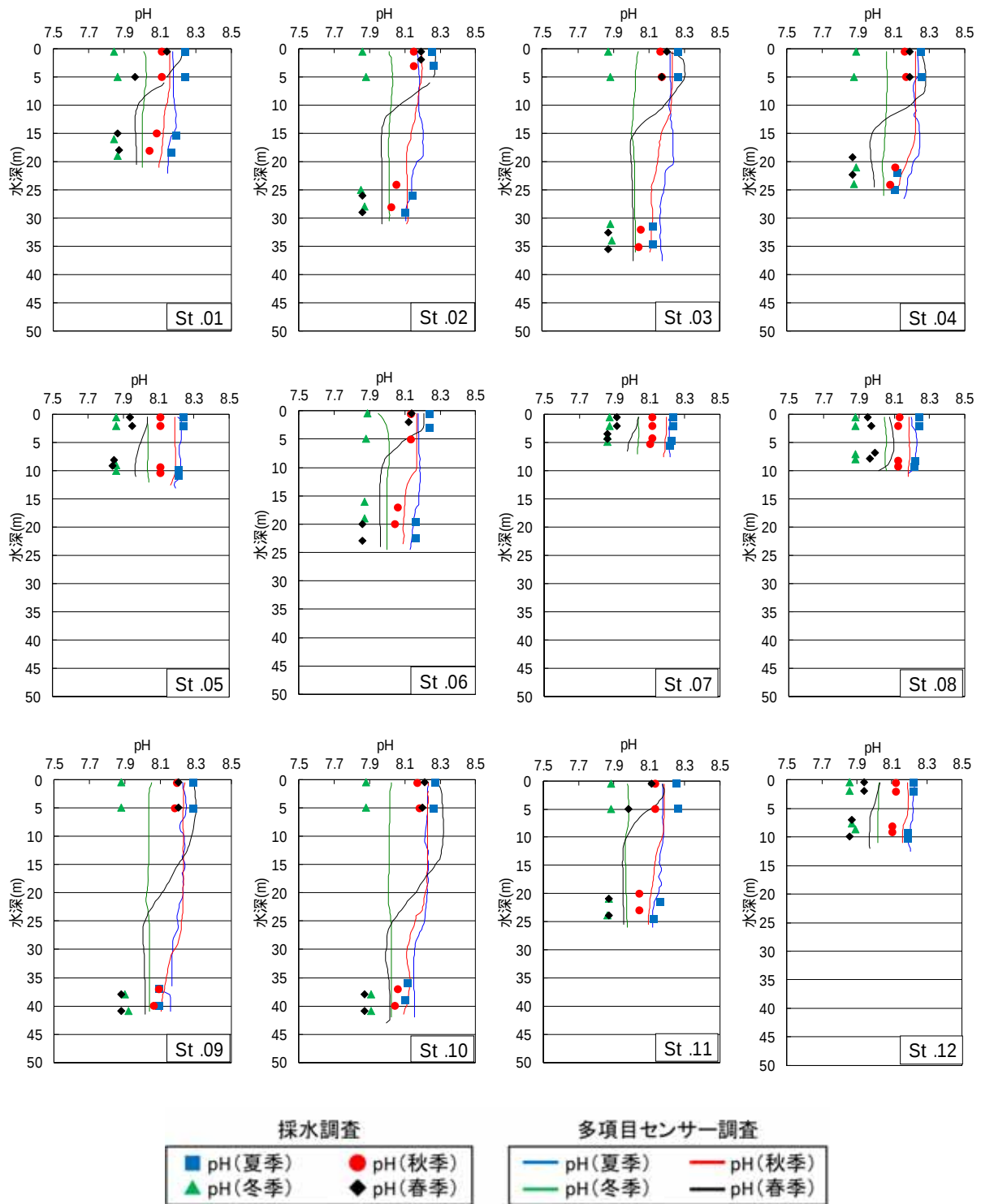
pH の調査結果を、第 3.1-5 図に示す。なお pH (NBS スケール) は、採水調査では室温下で測定した値を、多項目センサー調査では現場水温で測定した値を記載している。

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。



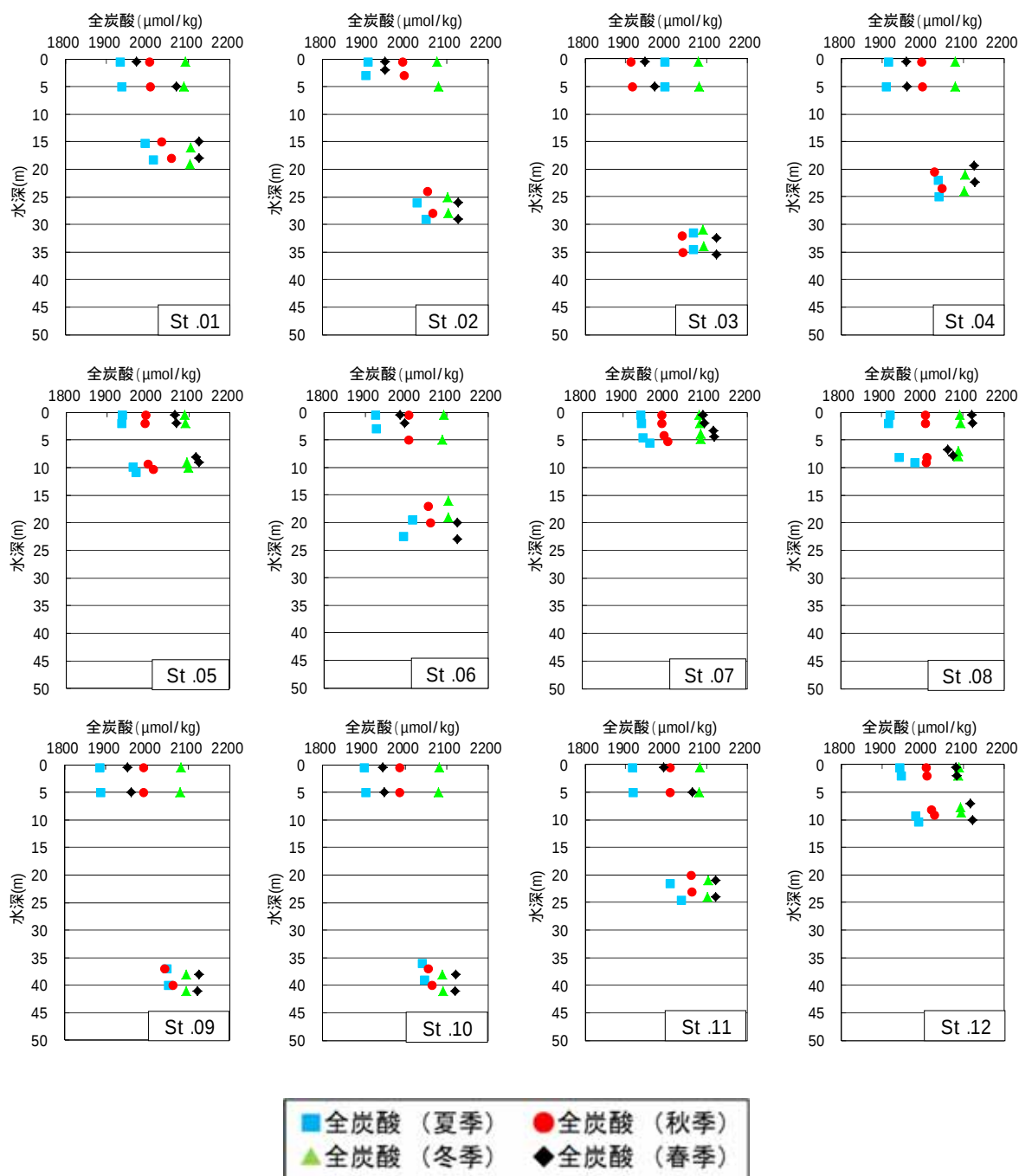
第 3.1-5 図 水質調査結果鉛直分布 (pH)

㊦ 全炭酸

全炭酸の調査結果を，第 3.1-6 図に示す。

a. 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。



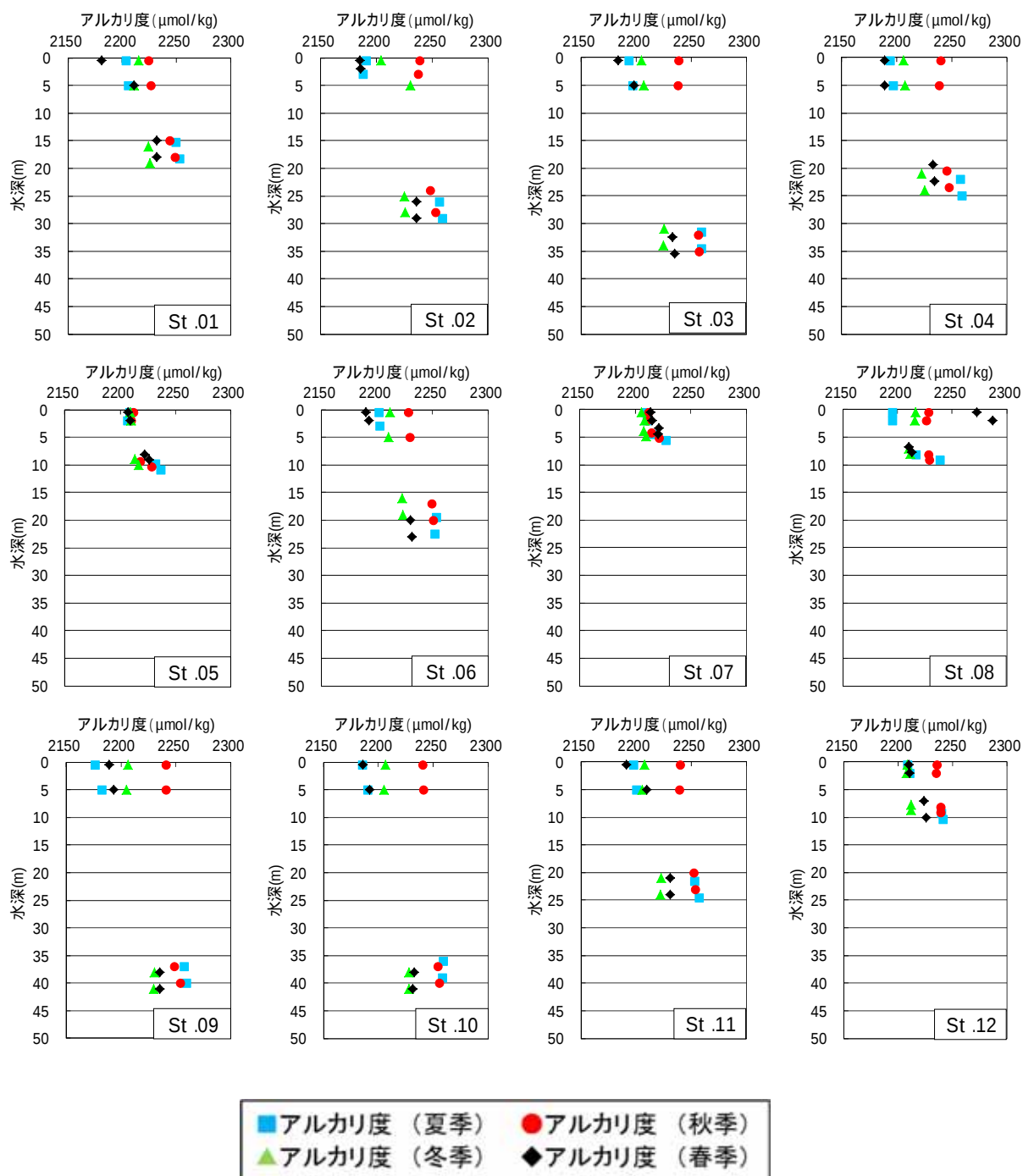
第 3.1-6 図 採水調査結果鉛直分布（全炭酸）

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 $\mu\text{mol/kg}$ 、秋季は 2,210.0～2,257.1 $\mu\text{mol/kg}$ 、冬季は 2,204.5～2,230.7 $\mu\text{mol/kg}$ 、春季は 2,180.9～2,286.9 $\mu\text{mol/kg}$ 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)

㌦) 硫化物イオン濃度

a. 採水調査結果

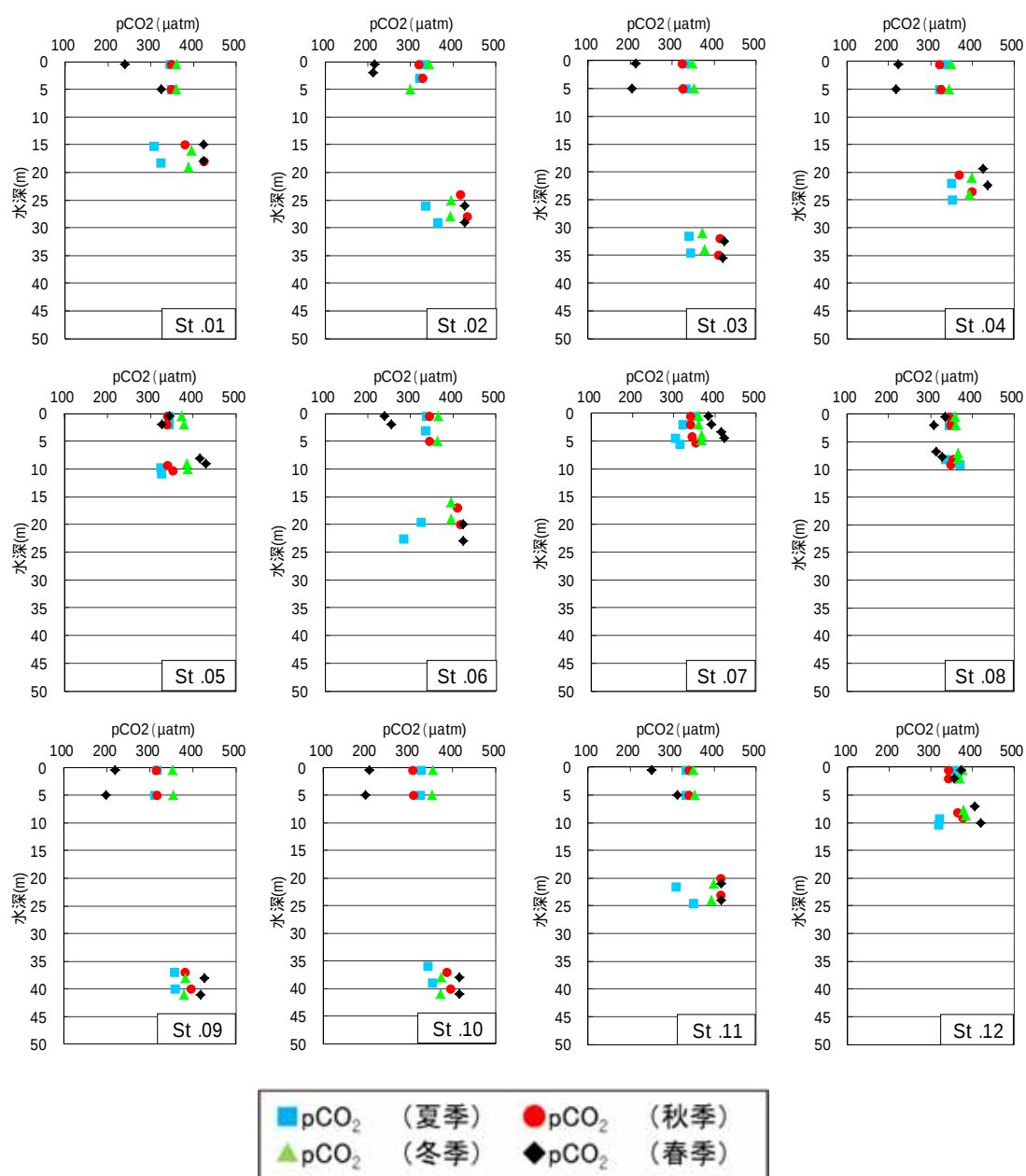
分析対象とした全測点 (St. 01, St. 02, St. 03), 全季節で検出下限値 (0.0005mg/L) 未満であった。

㌦) 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。



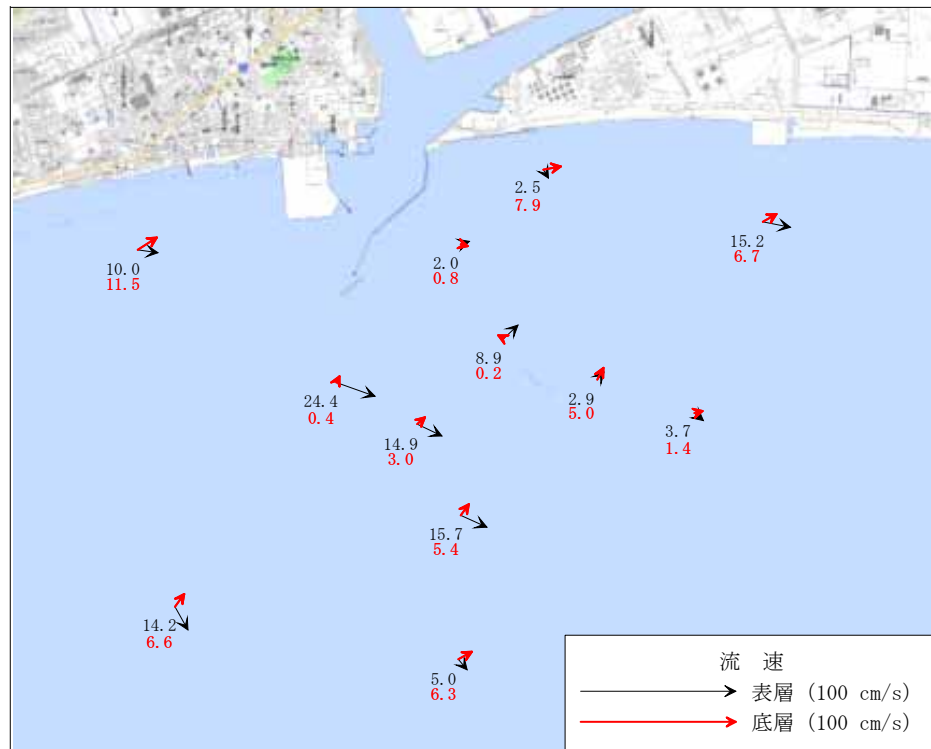
第 3. 1-8 図 採水調査結果鉛直分布 (pCO₂)

ケ) 流速・流向

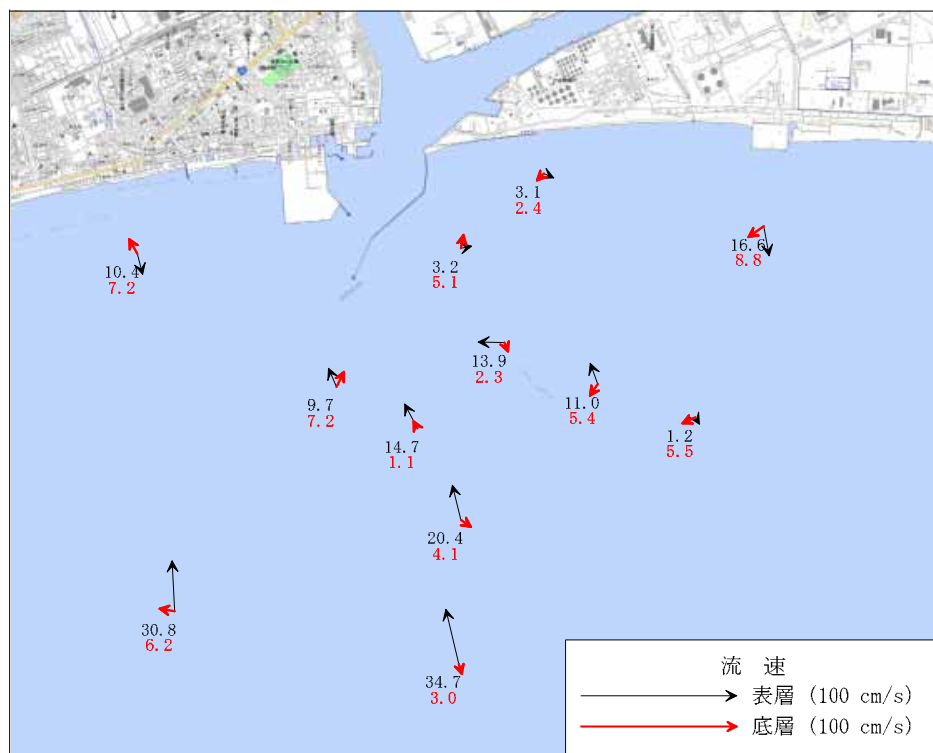
調査海域における流況をみると、流速は、表層（海面下 2.0m）で 1.2～43.9cm/s、底層（海底上 2.0m）で 0.2～11.5cm/s が観測され、底層に比べ表層の流速が速い傾向がみられた。また、表層流速は、岸に近い調査測点で遅く、沖合で速い傾向がみられた。

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。

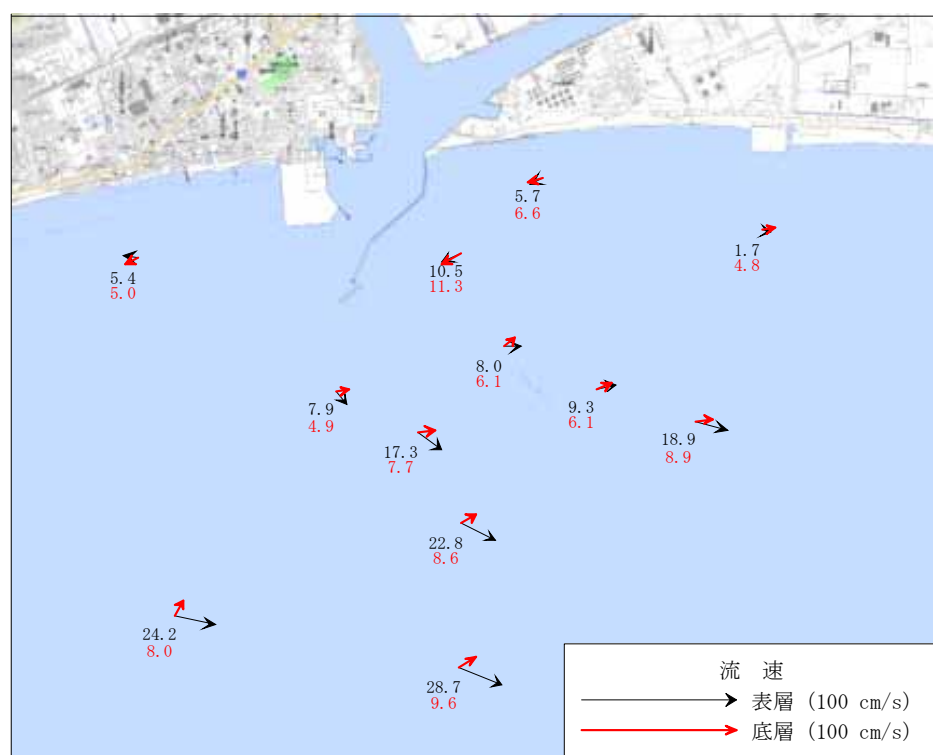
この結果は、既存資料の整理で把握した内容に沿ったものであった。



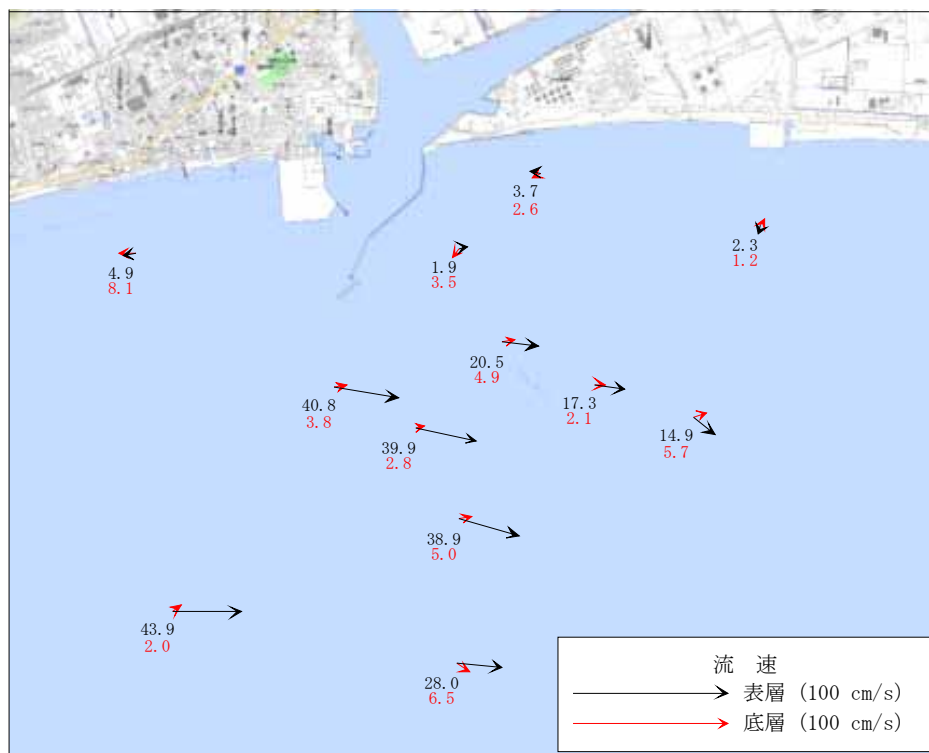
第 3.1-13 図 流況観測結果（夏季）



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。

7) 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。

リ) 無機炭素

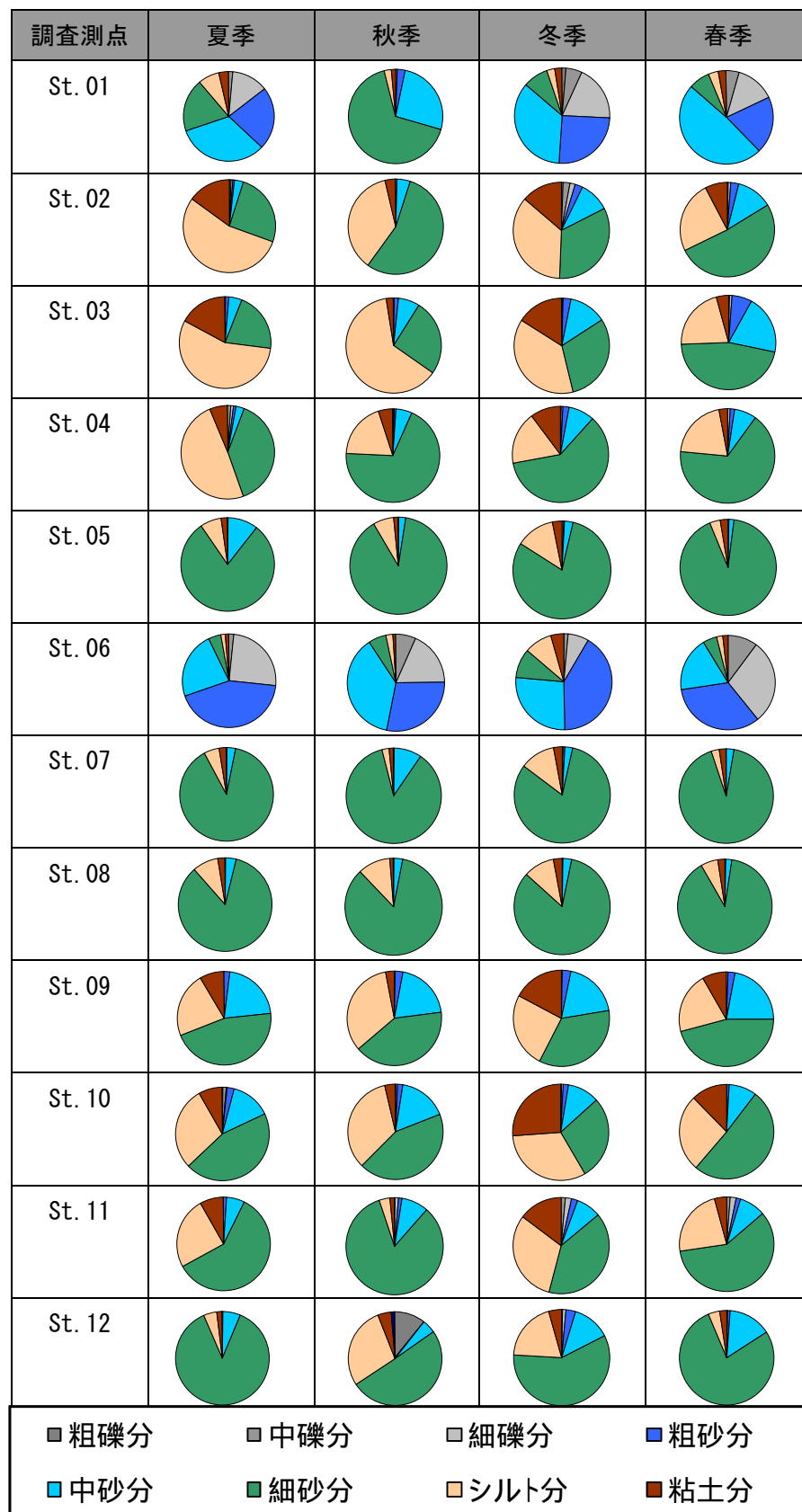
夏季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.6mg/g, 秋季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.4mg/g, 冬季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.4mg/g, 春季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.5mg/g の範囲にあった。調査測点別にみると, 岸側の調査測点で低く, 沖合の調査測点で高い傾向がみられた。

ハ) 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

1. 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、1m³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 40μm 目合いの篩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、0.01m²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、1m²当たりの値に換算した。

c. メガロベントス調査

i) 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] 北海道水産現勢	② ^[2] (確定) 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 漁業の生物図鑑 新北海のさかなたち	⑥ ^[6] 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		アカゲンゲ					○	
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		アキギンボ		○			○	
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		アメメハギ					○	
35		アメマス					○	○
36		アヤギンボ					○	
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] 北海道水産現勢	② ^[2] 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書（確定）	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 漁業の生物図鑑新北海のさかなたち	⑥ ^[6] 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		イソギンボ					○	
55		イソギンボ科		○				
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		ウナギギンボ					○	
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] 『漁業生物図鑑新北海のさかなたち』（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] 北海道水産現勢	② ^[2] (確定) 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 新漁業の生物図鑑	⑥ ^[6] 魚川づくりのためのガイド
			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		オキフリソデウオ					○	
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] 北海道水産現勢	② ^[2] (確定) 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 新北海の生物図鑑たち	⑥ ^[6] 魚川づくりのためのガイド
			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		カプトウオ					○	
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		カンテンゲンゲ					○	
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] 北海道水産現勢	② ^[2] (確定) 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 漁業の生物図鑑 新北海のさかなたち	⑥ ^[6] 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 新北海のさかなたち』（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] 北海道水産現勢	② ^[2] 環境影響評価書 (確定) 苫小牧東部地域に係る	③ ^[3] 設置計画に係る 環境影響評価書 苫東厚真発電所 4 号機	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 新漁業の生物図鑑 のさかなたち	⑥ ^[6] 魚川づくりのためのガイド
			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		コンニャクイワシ					○	
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] 北海道水産現勢	② ^[2] 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 漁業の生物図鑑	⑥ ^[6] 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
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] 北海道水産現勢	② ^[2] (確定) 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 漁業の生物図鑑 新北海のさかなたち	⑥ ^[6] 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 新北海のさかなたち』（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(9) 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] 北海道水産現勢	② ^[2] (確定) 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 漁業の生物図鑑 北海のさかなたち	⑥ ^[6] 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
321	魚類	タマガンゾウビラメ					○	
322		チカ		○	○		○	
323		チカメカジカ					○	
324		チカメキントキ					○	
325		チクゼンハゼ					○	
326		チゴダラ		○				
327		チダイ					○	
328		チャレンジャーカスベ					○	
329		チョウザメ					○	
330		チョウチンアンコウ					○	
331		ツクシトビウオ					○	
332		ツノカスベ					○	
333		ツノガレイ					○	
334		ツノシヤチウオ					○	
335		ツバメウオ					○	
336		ツボダイ					○	
337		ツマグロカジカ		○			○	
338		ツマグロカジカ属		○	○			
339		ツマリドクウロコイボダイ					○	
340		テナガダラ					○	
341		テンガイハタ					○	
342		テングカスベ					○	
343		テングギンザメ					○	
344		テングダイ					○	
345		テングトクビレ					○	
346		テンジクイサキ					○	
347		テンジクダイ					○	
348		トウガレイ					○	
349		トウジン					○	
350		トウヨシノボリ						○
351		ドクウロコイボダイ					○	
352		トクビレ		○	○		○	
353		トクビレ科		○	○			
354		トゲカジカ		○	○			
355		トドハダカ					○	
356		トビウオ					○	
357		トビエイ					○	
358		トビカジカ					○	
359		トビヌメリ			○		○	
360		ドブカスベ					○	

[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 北海のさかなたち』（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(10) 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] 北海道水産現勢	② ^[2] (確定) 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 漁業の生物図鑑 新北海のさかなたち	⑥ ^[6] 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
361		トラザメ					○	
362		トラフグ					○	
363		ドロギンボ					○	
364		トンガリギンボ					○	
365		ナガガジ					○	
366		ナガコバン					○	
367		ナガヅカ		○			○	
368		ナガハダカ					○	
369		ナカムラギンメ					○	
370		ナガメバル					○	
371		ナヌカザメ					○	
372		ナベカ			○		○	
373		ナメヨコスジカジカ					○	
374		ニクハゼ					○	
375		ニジカジカ		○			○	
376		ニシキギンボ					○	
377		ニシキギンボ科		○				
378		ニジギンボ					○	
379		ニジマス					○	
380		ニシン	○	○	○		○	
381		ニセキタノトサカ					○	
382		ニセナメトクビレ					○	
383		ヌイメガジ		○	○		○	
384		ヌマガレイ		○	○		○	○
385		ヌマチチブ		○				○
386		ヌメリゴチ					○	
387		ネズッポ科			○			
388		ネズミギンボ					○	
389		ネズミザメ					○	
390		ハイイロオニハダカ					○	
391		ハガツオ					○	
392		ハゲカジカ					○	
393		バケダラ					○	
394		バケヌメリ					○	
395		ハコダテギンボ					○	
396		ハコフグ					○	
397		バショウカジキ					○	
398		ハゼ科			○			
399		ハダカオオカミウオ		○			○	
400		ハダカボテイエソ					○	

[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 新北海のさかなたち』（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(11) 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] 北海道水産現勢	② ^[2] (確定) 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 漁業の生物図鑑 新北海のさかなたち	⑥ ^[6] 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
401	魚類	ハタタテヌメリ					○	
402		ハタハタ	○	○	○		○	
403		ハツメ					○	
404		ハナイトギンボ					○	
405		ハナオコゼ					○	
406		ハナジロガジ					○	
407		ハナソコダラ					○	
408		ハナビラウオ					○	
409		ハナブサギンボ					○	
410		ババガレイ		○	○		○	
411		ハマダツ					○	
412		ハマトビウオ					○	
413		ハマフグ					○	
414		ハラスジゲンゲ					○	
415		バラムツ					○	
416		バラメヌケ					○	
417		ハリセンボン					○	
418		ハレガジ					○	
419		ヒガシホウライエソ					○	
420		ヒガンフグ					○	
421		ビクニン		○			○	
422		ヒシマトウダイ					○	
423		ヒメイトマキエイ					○	
424		ヒメウナギギンボ					○	
425		ヒメジ					○	
426		ヒモギンボ					○	
427		ヒモダラ					○	
428		ヒラ					○	
429		ヒラソウダ					○	
430		ヒラマサ					○	
431		ヒラメ	○				○	
432		ビリンゴ		○			○	○
433		ヒレグロ	○	○			○	
434		ヒレグロビクニン					○	
435		ヒレグロメヌケ					○	
436		ヒレナガチョウチンアンコウ					○	
437		ヒロクチゲンゲ					○	
438		ビワアンコウ					○	
439		ピンナガ					○	
440		フウセンウオ					○	

[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 新北海のさかなたち』（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(12) 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] 北海道水産現勢	② ^[2] (確定) 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 漁業の生物図鑑 新北海のさかなたち	⑥ ^[6] 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
441	魚類	フウライクサウオ					○	
442		フェドロカスベ					○	
443		フサカジカ					○	
444		フサギンボ					○	
445		フサコオリカジカ					○	
446		フジクジラ					○	
447		ブチカジカ					○	
448		ブラウントラウト					○	
449		ブリ					○	
450		フリソデウオ					○	
451		ブリモドキ					○	
452		ベニザケ (ヒメマス)		○	○		○	○
453		ヘビハゼ					○	
454		ペロ					○	
455		ボウズギンボ					○	
456		ボウズコンニャク					○	
457		ハウボウ					○	
458		ハウライエソ					○	
459		ホカケアナハゼ		○			○	
460		ホクヨウハダカ					○	
461		ホシエイ					○	
462		ホシザメ					○	
463		ホシセミホウボウ					○	
464		ホソトビウオ					○	
465		ホッキョクカジカ					○	
466		ホッケ	○	○			○	
467		ホテイウオ					○	
468		ホホウロコカジカ					○	
469		ホホジロザメ					○	
470		ボラ		○			○	○
471		ホラアナゴ					○	
472		ホンカブトウオ					○	
473		マアジ		○	○		○	
474		マアナゴ					○	
475		マイワシ	○	○	○		○	
476		マオナガ					○	
477		マカジキ					○	
478		マガレイ	○	○			○	
479		マコガレイ					○	
480		マゴチ					○	

[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 新北海のさかなたち』(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(13) 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] 北海道水産現勢	② ^[2] (確定) 苫小牧東部地域に係る 環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機 設置計画に係る 環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報 データベース	⑤ ^[5] 漁業の生物図鑑 のさかなたち	⑥ ^[6] 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
481	魚類	マサバ		○	○		○	
482		マスノスケ					○	
483		マダイ					○	
484		マダラ	○	○			○	
485		マダラメダマウオ					○	
486		マツカサウオ					○	
487		マツカジカ					○	
488		マツカワ	○				○	
489		マツダイ					○	
490		マツバラエイ					○	
491		マトウダイ					○	
492		マハゼ					○	
493		マフグ					○	
494		マメハダカ					○	
495		マルソウダ					○	
496		マルタ					○	○
497		マンザイウオ					○	
498		マンボウ					○	
499		ミギガレイ					○	
500		ミシマオコゼ					○	
501		ミズウオ					○	
502		ミズウオダマシ					○	
503		ミツクリエナガチョウチンアンコウ					○	
504		ミツマタヤリウオ					○	
505		ミミズハゼ					○	○
506		ムシガレイ					○	
507		ムシャギンボ					○	
508		ムスジガジ					○	
509		ムツ			○		○	
510		ムツカジカ					○	
511		ムネエソ					○	
512		ムネダラ					○	
513		ムネハダカジカ					○	
514		ムラソイ					○	
515		ムロアジ					○	
516		ムロランギンボ					○	
517		メイタガレイ					○	
518		メカジキ					○	
519		メガネカスベ		○			○	
520		メジナ					○	

[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(14) 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] 北海道水産現勢	② ^[2] 苫小牧東部地域に係る環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機設置計画に係る環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報データベース	⑤ ^[5] 新漁業の生物図鑑たち	⑥ ^[6] 魚川づくりのためのガイド
			苫小牧市, 厚真町				北海道太平洋側	道央太平洋側
521	魚類	メジロザメ					○	
522		メダイ					○	
523		メダマギンボ					○	
524		メナダ					○	○
525		メバチ					○	
526		メバル		○			○	
527		メバル属			○			
528		モロ					○	
529		モンツキガジ					○	
530		ヤエギス					○	
531		ヤギウオ					○	
532		ヤギシリカジカ		○			○	
533		ヤセカジカ					○	
534		ヤセサブロウ		○	○		○	
535		ヤセソコイワシ					○	
536		ヤセテングトクビレ					○	
537		ヤセトクビレ					○	
538		ヤッコエイ					○	
539		ヤナギノマイ					○	
540		ヤナギムシガレイ					○	
541		ヤナギメバル					○	
542		ヤマトカマス					○	
543		ヤマトシビレエイ					○	
544		ユキオニハダカ					○	
545		ユキフリソデウオ					○	
546		ヨウジウオ		○			○	
547		ヨコエソ					○	
548		ヨコスジカジカ		○			○	
549		ヨコスジクロゲンゲ					○	
550		ヨシキリザメ					○	
551		リボンカスベ					○	
552		リュウグウノツカイ					○	
553		ワカサギ		○			○	○
555	水産動物	アカイカ	○					
556		エゾバフンウニ	○					
557		ケガニ	○					
558		スルメイカ	○					
559		タラバガニ	○					
560		トヤマエビ	○					

[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 (15) 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] 北海道水産現勢	② ^[2] (確定) 苫小牧東部地域に係る 環境影響評価書	③ ^[3] 苫東厚真発電所 4 号機 設置計画に係る 環境影響評価書	④ ^[4] 海棲哺乳類情報 データベース	⑤ ^[5] 新漁業の生物図鑑 のさかなたち	⑥ ^[6] 魚川づくりのための ガイド
			苫小牧市, 厚真町				北海道太平洋側	道央太平洋側
561	水産動物	ホッコクアカエビ	○					
562		マナマコ	○					
563		ヤナギダコ	○					
564	海棲哺乳類	カマイルカ				○		
565		コマッコウクジラ				○		
566		ザトウクジラ				○		
567		ナガスクジラ				○		
568		ネズミイルカ				○		
569		ミンククジラ				○		
種数	魚 類		553					
	水産動物		9					
	海棲哺乳類		6					

^[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）

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

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および漁獲金額の推移を整理した。なお、対象種は『平成 20～24 年北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014 年）に記載されている苫小牧市および厚真町の各年の漁獲量あるいは漁獲金額の上位 5 位に含まれる種（サケ，シシャモ，スケトウダラ，ソウハチ，タラ，ホッケ，マガレイ，マツカワ，ケガニ，スルメイカ，ナマコ，ヤナギダコ，バカガイおよびウバガイ（ホッキガイ）の 14 種）とした。

また、『平成 20～24 年北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014 年）で漁獲実績があるが種の特定ができないもの（サメ類，ソイ類，その他のカレイ類，その他の魚類，その他のイカ類，その他のエビ類，その他の水産動物，ツブ類およびその他の貝類）については，集計対象から除外した。なお，種によって漁獲量および漁獲金額の差が大きいため，漁獲量および漁獲金額はその多寡で分けて整理した。

主要な魚類等の漁獲量を第 3.2-5 表に，漁獲金額を第 3.2-6 表に示す。また，主要な魚類等の漁獲量の推移は第 3.2-1 図，漁獲金額の推移は第 3.2-2 図に示すとおりである。

苫小牧市の漁獲量は，30 年間を通してサケ，スケトウダラ，ホッケ，スルメイカ，ウバガイが多い。サケの漁獲量は 431～1,840 トンで推移し，2009 年で最大，1999 年で最小となっている。スケトウダラの漁獲量は 330～6,806 トンで推移し，1984 年で最大，1999 年に最小となっている。また，スケトウダラは 1984 年以降減少し，1992～2004 年は 2,000 トンを下回るが，その後 2,000 トン以上に回復している。ホッケは 21～665 トンで推移し，1989 年で最大，1983 年で最小となっている。スルメイカの漁獲量は 6～1,634 トンで推移し，2008 年で最大，1986 年で最小となっている。ウバガイの漁獲量は 159～1,255 トンで推移し，1994 年で最大，1984 年で最小となっている。

厚真町の漁獲量は，30 年間を通してウバガイが多く，1983，1984 年はスケトウダラも多い。ウバガイの漁獲量は 37～316 トンで推移し，1994 年で最大，2001 年で最小となっている。スケトウダラは漁獲なし～372 トンで推移し，1984 年で最大で，1989～2002 年，2004 年，2011 年は漁獲がない。

苫小牧市の漁獲金額は，30 年間を通してサケ，スケトウダラ，ウバガイが多い。サケの漁獲金額は 134,977 千～835,317 千円で推移し，2008 年で最高，2002 年で最低となっている。スケトウダラの漁獲金額は 16,439 千～665,847 千円で推移し，2007 年で最高，1999 年で最低となっている。ウバガイの漁獲金額は 130,248 千～870,590 千円で推移し，1993 年で最高，1984 年で最低となっている。

厚真町の漁獲金額は，30 年間を通してシシャモとウバガイが多い。シシャモの漁獲金額は漁獲なし～40,649 千円で推移し，2009 年で最高で，1991～1993 年は漁獲がない。ウバガイの漁獲金額は 16,424 千～208,476 千円で推移し，1994 年で最高，2001 年で最低となっている。

第 3.2-5(1) 表 主要な魚類等の漁獲量（苫小牧市）【1983～2012 年：過去 30 年間】

(単位：トン)

種名 年	サケ	シシヤモ	スケトウダラ	ソウハチ	タラ	ホッケ	マガレイ	マツカワ	ケガニ	スルメイカ	ナマコ	ヤナギダコ	バカガイ	ウバガイ
1983	816	6	5,429		1	21			177		-			192
1984	666	16	6,806		8	36			0		-			159
1985	1,126	22	3,660	3	11	87	71		69	32	0	72	34	185
1986	999	17	2,872	2	8	212	73		72	6	0	75	48	297
1987	862	33	4,281	5	11	311	35		45	13	0	106	64	323
1988	976	30	2,632	5	10	198	21		105	49	0	76	78	519
1989	1,048	17	2,711	7	31	665	34		64	271	0	74	35	657
1990	1,628	5	2,147	17	40	416	59		-	99	0	48	16	713
1991	1,116	0	2,158	4	12	73	14		-	41	0	40	18	921
1992	764	2	1,942	12	13	26	33		48	45	-	33	36	929
1993	931	-	1,263	8	8	181	30		64	55	0	38	73	1,184
1994	1,002	2	664	9	7	279	50		59	53	-	13	108	1,255
1995	996	6	442	23	6	153	29		67	43	0	34	103	1,131
1996	1,304	5	824	71	11	104	45		58	103	0	33	62	1,171
1997	939	11	497	40	24	213	42		42	273	0	79	60	1,154
1998	836	16	599	25	36	166	48		51	216	0	79	45	998
1999	431	9	330	19	40	405	57		56	210	0	54	67	955
2000	567	1	1,095	30	34	251	51		56	892	0	25	77	888
2001	991	19	1,491	33	66	238	63		58	1,046	0	25	82	898
2002	534	12	697	14	40	186	38		76	36	0	54	72	892
2003	1,195	14	874	37	26	143	52		73	701	0	27	71	839
2004	1,541	9	1,652	47	34	215	51		60	857	0	33	64	835
2005	1,345	15	2,992	47	30	124	40		58	203	0	35	53	829
2006	1,284	26	5,446	27	38	129	29		67	81	0	46	49	841
2007	1,809	7	5,578	29	42	128	34		80	601	0	75	61	882
2008	1,734	3	4,381	68	112	43	33	14	93	1,634	0	51	74	825
2009	1,840	14	6,142	58	91	316	39	13	93	1,305	0	46	78	814
2010	968	11	5,070	131	98	146	72	11	93	9	1	91	85	741
2011	888	2	5,057	158	101	91	123	5	108	178	0	110	100	691
2012	736	2	3,569	436	99	102	141	11	88	1,307	0	123	112	684
最大	1,840	33	6,806	436	112	665	141	14	177	1,634	1	123	112	1,255
最小	431	0	330	2	1	21	14	5	0	6	0	13	16	159

注：『平成20～24年北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014年）に基づき作成した。

■は統計情報がないことを示す。

「-」は漁獲がないこと，「0」は単位未満であることを示す。

バカガイは2007年以前は「エゾバカガイ」として扱われている。

第 3.2-5(2) 表 主要な魚類等の漁獲量（厚真町）【1983～2012 年：過去 30 年間】

(単位：トン)

種名 年	サケ	シシヤモ	スケトウダラ	ソウハチ	タラ	ホッケ	マガレイ	マツカワ	ケガニ	スルメイカ	ナマコ	ヤナギダコ	バカガイ	ウバガイ
1983	-	18	237	■	-	1	■	■	-	■	-	■	■	70
1984	-	19	372	■	-	2	■	■	-	■	-	■	■	59
1985	-	20	76	-	-	2	17	■	-	0	-	-	0	81
1986	-	6	43	-	-	7	14	■	1	-	-	0	-	74
1987	-	28	1	-	-	1	10	■	0	0	-	0	-	76
1988	-	19	21	-	-	0	4	■	6	4	-	-	-	87
1989	-	10	-	-	-	0	7	■	2	2	-	-	-	115
1990	-	0	-	-	-	-	13	■	-	-	-	-	-	190
1991	-	-	-	-	-	-	1	■	-	-	-	-	-	167
1992	-	-	-	-	-	-	-	■	3	2	-	-	-	169
1993	-	-	-	-	-	-	1	■	4	-	-	-	1	215
1994	-	5	-	-	-	-	4	■	4	1	-	-	0	316
1995	-	19	-	-	-	-	4	■	2	1	1	-	-	221
1996	-	17	-	-	-	-	8	■	3	-	-	2	-	158
1997	-	31	-	-	-	-	8	■	2	-	-	-	-	194
1998	-	28	-	-	-	-	10	■	3	-	-	2	-	121
1999	-	26	-	0	-	-	6	■	4	-	-	5	0	100
2000	-	13	-	1	-	-	7	■	4	-	-	3	0	55
2001	-	28	-	1	-	0	9	■	4	-	-	3	0	37
2002	-	23	-	0	-	0	3	■	5	-	-	9	1	74
2003	-	24	0	1	0	0	6	■	5	1	0	4	2	86
2004	-	16	-	1	0	0	5	■	4	2	3	2	1	101
2005	-	23	3	1	0	0	9	■	4	1	2	4	1	100
2006	-	35	86	1	1	1	5	■	3	0	1	1	2	104
2007	0	29	52	1	1	1	4	■	5	1	2	4	1	129
2008	-	10	23	3	3	0	6	1	6	0	3	2	1	192
2009	-	27	42	2	0	0	5	2	6	0	0	10	0	250
2010	-	25	6	7	0	-	13	2	6	-	2	3	0	289
2011	-	6	-	11	0	-	20	2	7	-	1	10	0	200
2012	-	6	0	22	0	0	25	2	5	-	1	4	-	202
最大	0	35	372	22	3	7	25	2	7	4	3	10	2	316
最小	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	37

注：『平成20～24年北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014年）に基づき作成した。

■は統計情報がないことを示す。

「-」は漁獲がないこと，「0」は単位未満であることを示す。

バカガイは2007年以前は「エゾバカガイ」として扱われている。

第 3.2-6(1) 表 主要な魚類等の漁獲金額（苫小牧市）【1983～2012 年：過去 30 年間】

（単位：千円）

種名 年	サケ	シシヤモ	スケトウダラ	ソウハチ	タラ	ホッケ	マガレイ	マツカワ	ケガニ	スルメイカ	ナマコ	ヤナギダコ	バカガイ	ウバガイ
1983	404,311	3,332	341,601		248	8,686			126,826		-			149,293
1984	473,712	9,949	302,726		1,762	12,264			430		-			130,248
1985	629,051	17,778	288,912	1,974	1,714	25,672	62,550		125,673	20,656	3	15,901	20,765	150,213
1986	450,557	15,807	269,625	1,532	976	54,468	71,051		134,914	3,332	4	23,311	37,377	206,094
1987	674,328	20,783	277,099	3,068	1,728	58,701	39,574		143,275	6,173	71	30,264	72,192	230,549
1988	626,954	20,735	175,080	4,652	1,801	52,241	27,125		280,397	21,574	1	16,347	62,111	369,950
1989	578,221	12,138	278,779	4,853	10,703	137,651	40,611		109,729	74,467	0	29,453	41,250	439,532
1990	717,930	2,851	220,928	13,454	13,474	96,669	68,157		-	31,135	30	15,594	15,239	512,510
1991	442,350	102	270,204	4,350	6,016	26,895	20,293		-	11,498	23	17,199	20,053	622,276
1992	428,506	1,195	199,380	11,942	6,582	12,182	41,210		178,614	11,653	-	15,008	55,745	754,744
1993	443,264	-	118,434	7,708	3,841	38,026	37,456		181,581	12,460	1	13,974	94,751	870,590
1994	298,617	1,755	73,384	7,185	3,049	41,902	55,604		166,335	13,630	-	3,018	112,861	799,979
1995	214,690	5,769	45,531	8,533	1,913	29,110	35,290		166,629	13,241	2	9,342	68,995	736,938
1996	234,389	3,454	81,330	19,954	2,795	25,530	48,493		161,339	26,454	13	12,479	44,008	787,881
1997	209,862	10,878	51,908	14,693	6,086	47,850	34,640		129,759	69,426	7	24,864	69,478	658,262
1998	249,128	15,144	31,400	11,484	7,955	33,662	37,804		92,929	86,598	5	20,971	52,029	573,238
1999	172,598	11,517	16,439	8,052	11,241	56,667	41,751		112,661	41,360	14	17,285	71,815	569,859
2000	241,755	1,524	69,218	7,606	9,675	51,664	30,811		95,008	172,672	1	7,361	73,205	533,188
2001	237,982	19,762	158,203	11,762	15,408	48,014	40,174		97,607	173,757	8	7,694	79,185	533,347
2002	134,977	15,186	101,550	5,341	12,983	44,951	28,327		140,244	9,610	4	16,753	72,736	461,809
2003	170,141	18,333	88,727	11,381	7,521	32,249	32,801		151,587	161,100	41	8,740	78,246	438,449
2004	325,423	13,612	183,532	14,985	7,322	43,985	29,930		131,481	218,561	59	11,534	67,417	405,283
2005	367,817	17,280	326,292	16,632	4,868	36,370	24,156		127,614	48,726	5	14,250	68,585	393,718
2006	460,551	22,895	632,372	10,551	4,580	33,283	17,052		128,586	26,339	14	19,762	59,501	393,192
2007	664,932	6,840	665,847	11,661	6,356	36,316	19,377		147,409	140,483	48	36,475	57,423	363,679
2008	835,317	8,276	613,244	20,616	19,629	14,421	18,476	15,735	168,302	426,656	40	26,372	64,290	356,272
2009	623,458	18,830	607,965	15,220	11,697	58,551	20,370	15,624	142,319	357,633	154	15,669	84,754	319,522
2010	384,122	13,733	413,967	26,427	13,728	32,386	28,314	13,803	187,754	4,204	1,702	28,648	97,846	278,239
2011	470,256	2,199	316,859	25,068	18,345	24,456	45,426	7,624	211,592	53,227	1,088	47,451	90,757	273,893
2012	381,079	3,712	288,913	63,724	13,752	33,802	40,202	15,519	201,600	384,108	275	68,374	115,900	324,307
最高	835,317	22,895	665,847	63,724	19,629	137,651	71,051	15,735	280,397	426,656	1,702	68,374	115,900	870,590
最低	134,977	102	16,439	1,532	248	8,686	17,052	7,624	430	3,332	0	3,018	15,239	130,248

注：『平成20～24年北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014年）に基づき作成した。

■は統計情報がないことを示す。

「-」は漁獲がないこと，「0」は単位未満であることを示す。

バカガイは2007年以前は「エゾバカガイ」として扱われている。

第 3.2-6(2) 表 主要な魚類等の漁獲金額（厚真町）【1983～2012 年：過去 30 年間】

（単位：千円）

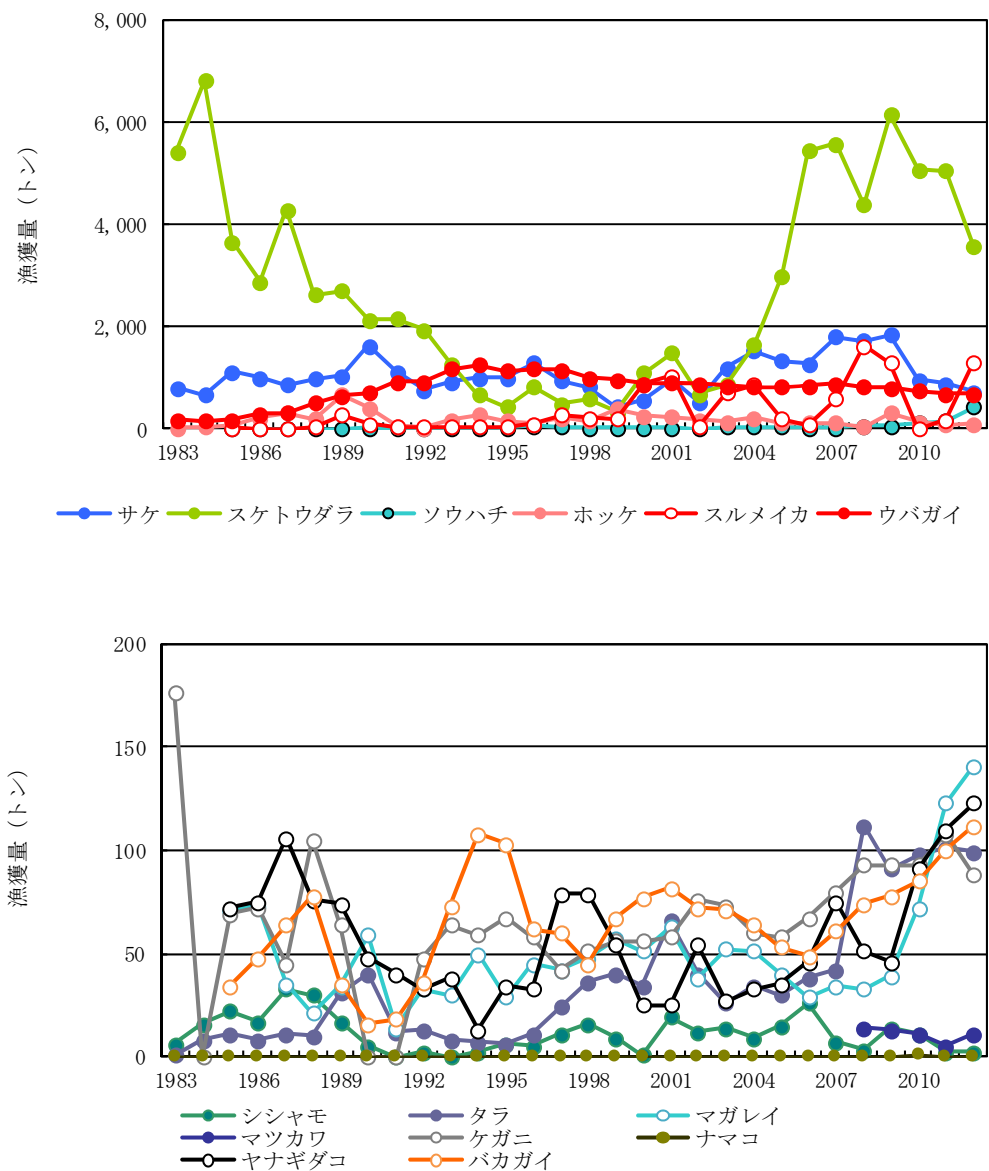
種名 年	サケ	シシヤモ	スケトウダラ	ソウハチ	タラ	ホッケ	マガレイ	マツカワ	ケガニ	スルメイカ	ナマコ	ヤナギダコ	バカガイ	ウバガイ
1983	-	8,358	14,719		-	302			-		-			59,807
1984	-	12,900	15,971		-	510			-		-			63,159
1985	-	16,460	6,548	-	-	653	10,091		-	276	-	-	5	74,118
1986	-	5,915	5,846	-	-	1,212	11,019		649	-	-	25	-	75,245
1987	-	20,523	46	-	-	132	7,963		136	172	-	17	-	55,963
1988	-	13,769	518	-	-	119	4,711		12,334	1,588	-	-	-	51,770
1989	-	8,257	-	-	-	2	6,891		2,372	558	-	-	-	67,806
1990	-	109	-	-	-	-	11,868		-	-	-	-	-	121,506
1991	-	-	-	-	-	-	1,150		-	-	-	-	-	96,691
1992	-	-	-	-	-	-	-		10,084	364	-	-	-	115,718
1993	-	-	-	-	-	-	810		10,820	-	-	-	418	149,248
1994	-	3,440	-	-	-	-	3,353		10,296	243	-	-	109	208,476
1995	-	15,988	-	-	-	-	2,351		4,736	206	346	-	-	131,606
1996	-	11,350	-	-	-	-	4,768		7,778	-	-	832	-	93,463
1997	-	31,142	-	-	-	-	4,197		6,536	-	-	-	-	108,552
1998	-	29,493	-	-	-	-	5,719		3,852	-	-	908	-	61,192
1999	-	31,402	-	31	-	-	3,747		5,054	-	-	2,340	28	48,482
2000	-	13,350	-	79	-	-	3,680		5,304	-	-	1,248	42	23,195
2001	-	37,432	-	220	-	-	5,196		5,257	-	-	1,720	137	16,424
2002	-	28,347	-	28	-	0	1,792		8,381	-	-	4,323	223	29,520
2003	-	38,745	1	231	64	5	2,952		9,150	109	0	1,393	592	40,831
2004	-	24,940	-	230	0	2	2,807		7,013	341	4,765	866	198	46,946
2005	-	30,309	319	228	0	40	4,409		6,522	214	3,069	2,278	275	44,935
2006	-	32,322	9,065	501	121	619	3,103		4,299	74	2,672	404	728	44,560
2007	4	33,770	5,558	476	139	188	2,520		8,552	71	5,345	2,037	357	52,752
2008	-	21,873	2,544	869	356	35	3,434	797	11,565	49	8,072	1,215	136	73,190
2009	-	40,649	5,153	465	30	4	2,291	1,520	10,314	18	130	3,619	37	95,478
2010	-	33,777	524	1,241	2	-	5,088	1,902	12,286	-	7,059	1,142	20	108,763
2011	-	10,101	-	1,284	1	-	7,385	1,851	12,588	-	3,124	5,157	2	81,750
2012	-	12,487	21	1,878	17	0	6,727	2,653	10,919	-	1,507	2,583	-	90,415
最高	4	40,649	15,971	1,878	356	1,212	11,868	2,653	12,588	1,588	8,072	5,157	728	208,476
最低	4	109	1	28	0	0	810	797	136	18	0	17	2	16,424

注：『平成20～24年北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014年）に基づき作成した。

■は統計情報がないことを示す。

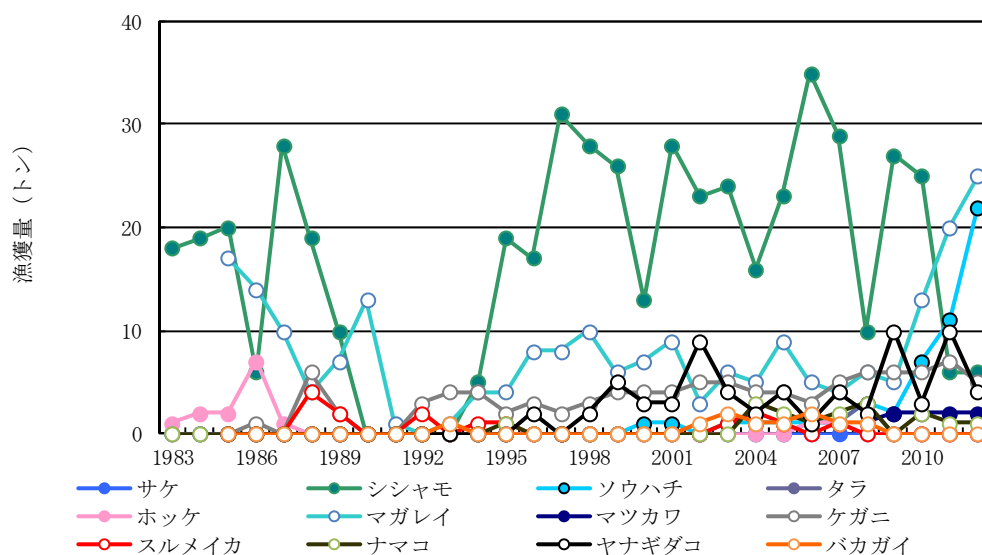
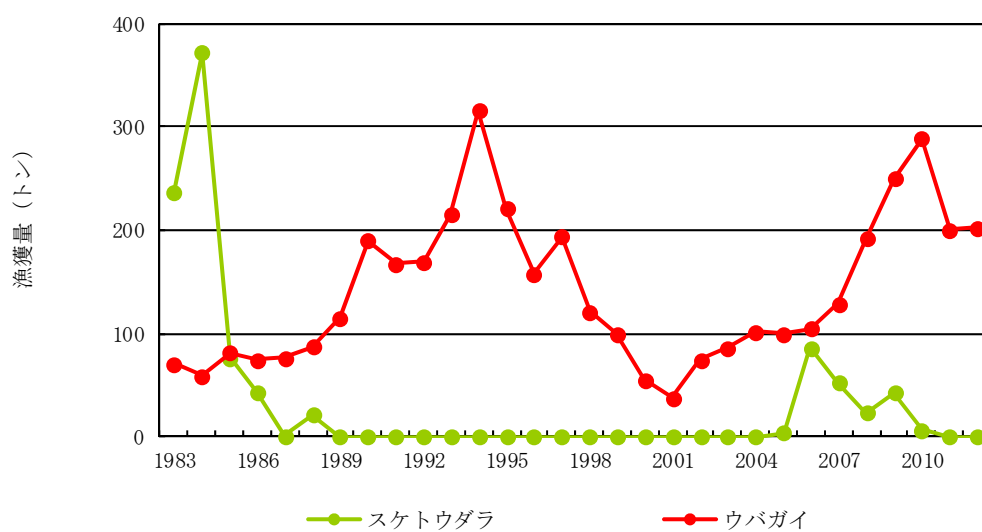
「-」は漁獲がないこと，「0」は単位未満であることを示す。

バカガイは2007年以前は「エゾバカガイ」として扱われている。



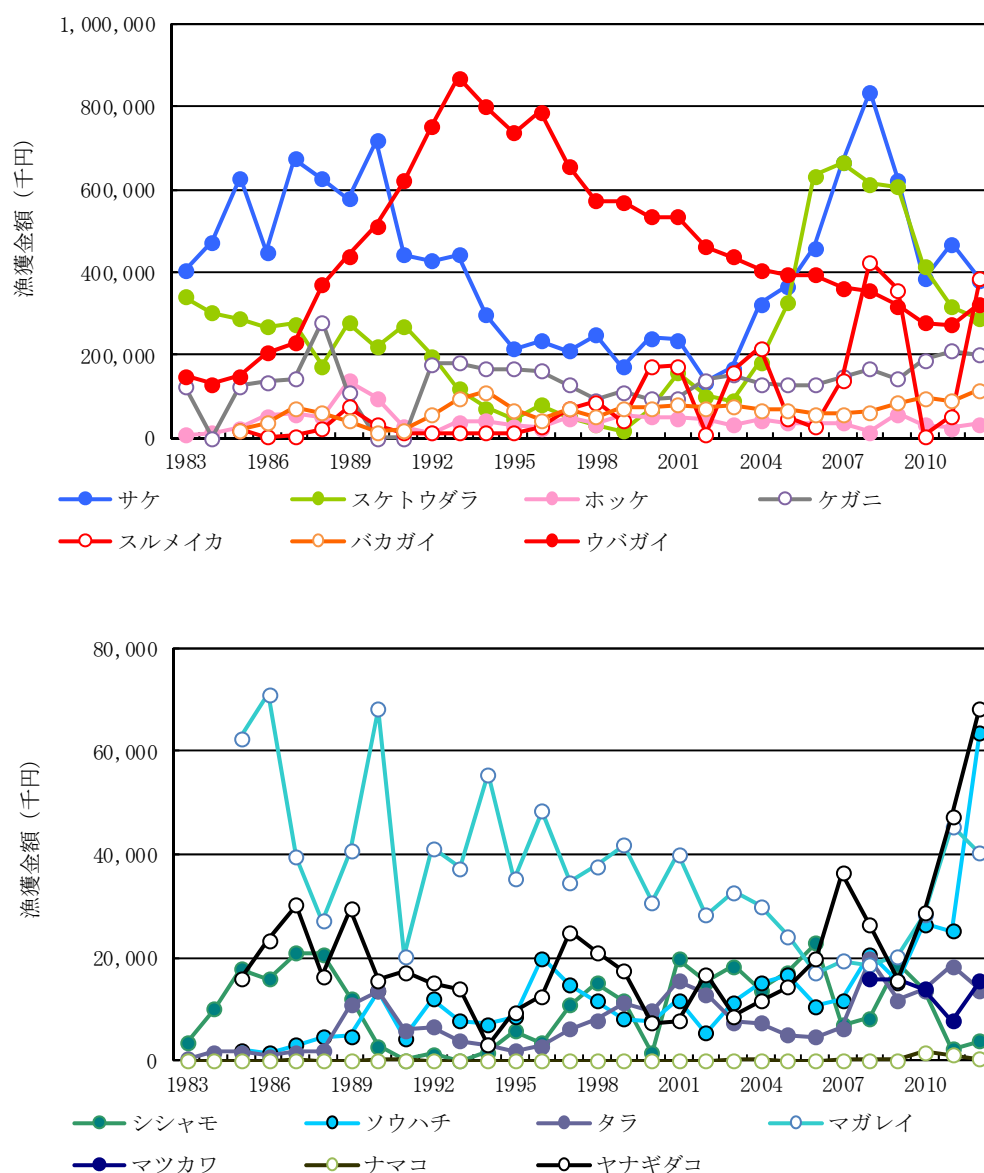
- 注：1. 『平成 20～24 年北海道水産現勢』（北海道水産林務部）に基づき作成した。
 2. ソウハチ、スルメイカ、マガレイ、ヤナギダコおよびバカガイの 1983 年と 1984 年の統計情報はない。マツカワの 2007 年以前の統計情報はない。バカガイは 2007 年以前には「エゾバカガイ」として扱われている。

第 3.2-1(1)図 主要な魚類等の漁獲量の推移（苫小牧市）
 【1983～2012 年：過去 30 年間】



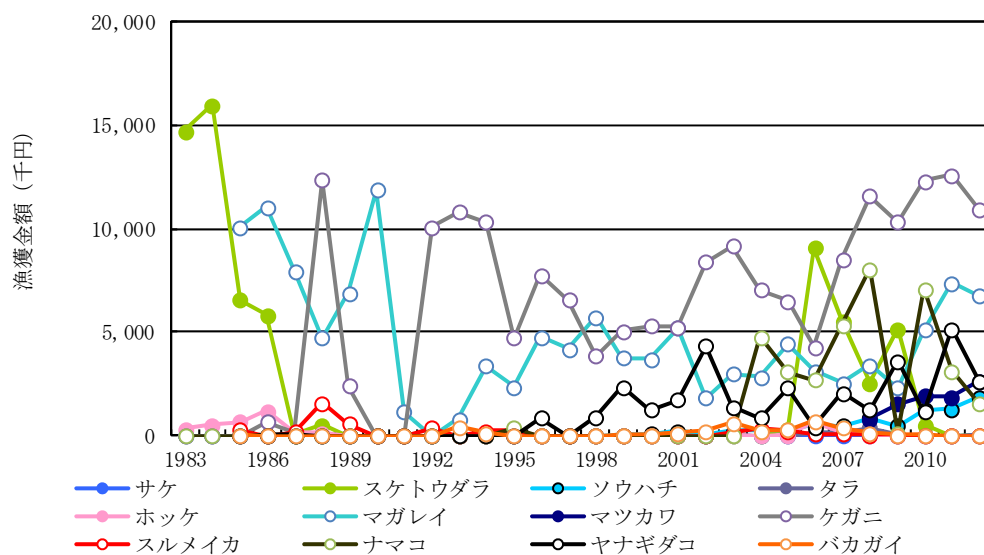
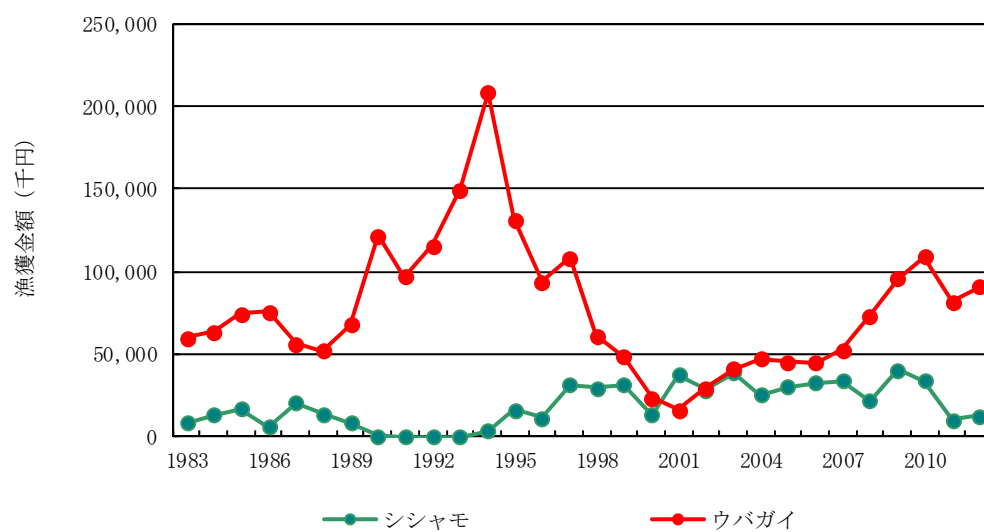
注：1. 『平成 20～24 年北海道水産現勢』（北海道水産林務部）に基づき作成した。
 2. ソウハチ、スルメイカ、マガレイ、ヤナギダコおよびバカガイの 1983 年と 1984 年の統計情報はない。マツカワの 2007 年以前の統計情報はない。バカガイは 2007 年以前は「エゾバカガイ」として扱われている。

第 3.2-1(2) 図 主要な魚類等の漁獲量の推移（厚真町）
 【1983～2012 年：過去 30 年間】



注：1. 『平成 20～24 年北海道水産現勢』（北海道水産林務部）に基づき作成した。
 2. スルメイカ、バカガイ、マガレイ、ソウハチおよびヤナギダコの 1983 年と 1984 年の統計情報はない。マツカワの 2007 年以前の統計情報はない。バカガイは 2007 年以前は「エゾバカガイ」として扱われている。

第 3.2-2(1)図 主要な魚類等の漁獲金額の推移（苫小牧市）
 【1983～2012 年：過去 30 年間】



注：1. 『平成 20～24 年北海道水産現勢』（北海道水産林務部）に基づき作成した。
2. マガレイ、ソウハチ、スルメイカ、ヤナギダコおよびバカガイの 1983 年と 1984 年の統計情報はない。マツカワの 2007 年以前の統計情報はない。バカガイは 2007 年以前は「エゾバカガイ」として扱われている。

第 3.2-2(2) 図 主要な魚類等の漁獲金額の推移（厚真町）
【1983～2012 年：過去 30 年間】

③ 海草及び藻類の生育状況並びにさんご類の生息状況

7) 海草及び藻類の生育状況

『第4回自然環境保全基礎調査』（環境庁，1994年）によると，苫小牧市および厚真町地先海域で藻場は確認されていない。

苫小牧市および厚真町地先海域では，海藻の生育状況に係る調査として，北海道電力（株）による発電所の設置計画に係る環境影響評価での付着生物調査^[1]と，北海道開発局室蘭開発建設部発注の人工リーフでの付着状況調査^{[2]，[3]}が，（社）北海道栽培漁業振興公社により実施されている。そこで，これらの調査結果の中から，海草および藻類に関する情報を整理した。調査位置を第3.2-3図に，北海道電力（株）による付着生物調査の結果を第3.2-7表に，（社）北海道栽培漁業振興公社の付着状況調査の結果を第3.2-8表に示す。

苫小牧港東港区周辺で行われた北海道電力（株）の付着生物調査では，緑藻植物のアナオサ，褐藻植物のミツイシコンブ，紅藻植物のクロハギンナンソウ等が確認されている。

（社）北海道栽培漁業振興公社の付着状況調査は，胆振海岸直轄海岸保全施設整備事業により敷設された人工リーフにおいて行われており，人工リーフに着生した緑藻植物のアナオサ，褐藻植物のミツイシコンブ，紅藻植物のアナダルス等が確認されている。

なお，過去30年間の『北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014年）によると，苫小牧市および厚真町における海藻類の漁獲はない。



第3.2-3図 海草および藻類の生息状況についての調査位置

[1] 『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）

[2] 『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）

[3] 『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）

第 3.2-7(1) 表 海草および藻類の季節別出現状況（目視観察調査）

調査時期 項 目		夏季 (1996年8月17日)	秋季 (1996年11月20日)	冬季 (1997年2月13日、14日)	春季 (1997年5月15日、19日)
総出現 種類数	緑藻植物 [10]	4	4	9	5
	褐藻植物 [9]	5	3	6	8
	紅藻植物 [11]	8	9	7	4
	合 計 [30]	17	16	22	17
主 な 出現種	緑藻植物	アナアオサ	ヒメアオノリ アナアオサ	ヒビミドロ ウスバアオノリ アナアオサ	ヒビミドロ ボウアオノリ アナアオサ
	褐藻植物	ミツイシコンブ	ミツイシコンブ	マツモ	ウルシグサ ミツイシコンブ
	紅藻植物	クロハギンナンソウ	クロハギンナンソウ	ウップルイノリ スサビノリ クロハギンナンソウ	スサビノリ クロハギンナンソウ

注：[]内の数値は、四季を通じての出現種類数を示す。主な出現種は、各調査点のいずれかの区画で被度の最大が 10%以上出現し、さらに 4 調査点以上に出現したものを記載した。

第 3.2-7(2) 表 海草および藻類の季節別出現状況（枠取り調査）

調査時期 項 目		夏季 (1996年8月17日)	秋季 (1996年11月20日)	冬季 (1997年2月13日、14日)	春季 (1997年5月15日、19日)
出現種類数 [33]		19	17	25	19
平 均 出 現 湿重量 (g/m ²)	緑藻植物	48.5 (1.2)	492.8 (13.6)	74.4 (23.6)	67.9 (5.8)
	褐藻植物	3,842.4 (94.6)	2,323.2 (64.3)	159.5 (50.5)	881.2 (75.7)
	紅藻植物	168.9 (4.2)	796.4 (22.0)	81.7 (25.9)	215.4 (18.5)
	合 計	4,059.8 (100.0)	3,612.4 (100.0)	315.6 (100.0)	1,164.5 (100.0)
主 な 出現種	緑藻植物		アナアオサ (10.5)	アナアオサ (12.9)	
	褐藻植物	ミツイシコンブ (94.5)	ミツイシコンブ (64.1)	ミツイシコンブ (40.5) マツモ (8.8)	ミツイシコンブ (40.3) ウルシグサ (15.8) ワカメ (11.3) スジメ (5.6)
	紅藻植物		クロハギンナンソウ (19.5)	クロハギンナンソウ (13.8) スサビノリ (7.0)	クロハギンナンソウ (11.2) スサビノリ (6.5)

注：[]内の数値は、四季を通じての出現種類数を示す。()内の数値は、総出現湿重量に対する組成比率 (%)を示す。主な出現種は、組成比率が 5%以上出現のものを記載した。組成比率は、四捨五入の関係で合計が 100 にならないことがある。

第 3.2-8 表 海草および藻類の出現状況

(単位：湿重量(g/m²))

種名		調査年月	2011年 6、7月	2012年 7月
緑藻植物	アナアオサ		14.2	17.3
褐藻植物	ウルシグサ		115.9	44.1
	ケウルシグサ		6.2	-
	ミツイシコンブ		5,490.8	11,043.6
	スジメ		805.8	956.3
	チガイソ		5.2	6.3
	ナンプワカメ (ワカメ)		526.0	896.3
	ウガノモク		148.5	82.9
紅藻植物	アカバ		1.8	1.3
	エゾトサカ		-	2.1
	エゾナメシ		27.1	27.3
	アカバギンナンソウ		73.5	13.1
	エゾツノマタ		-	101.5
	ダルス		6.7	8.6
	アナダルス		90.7	85.0
	クシベニヒバ		26.1	22.1
	ナガコノハノリ		19.3	24.9
	ハイウスバノリ		0.7	1.3
合 計			7,358.5	13,334.0

注：「-」は，出現しなかったことを示す。(単位:湿重量 g/m²)

イ) さんご類の生息状況

『第4回自然環境保全基礎調査』(環境庁，1994年)においては，苫小牧市および厚真町地先海域でさんご礁は確認されていない。また，日本サンゴ礁学会ウェブサイト^[1]によると，造礁サンゴの北限は太平洋側では館山湾，日本海側では金沢周辺海域となっており，苫小牧市および厚真町地先海域には，造礁さんご類は生息していないと考えられる。

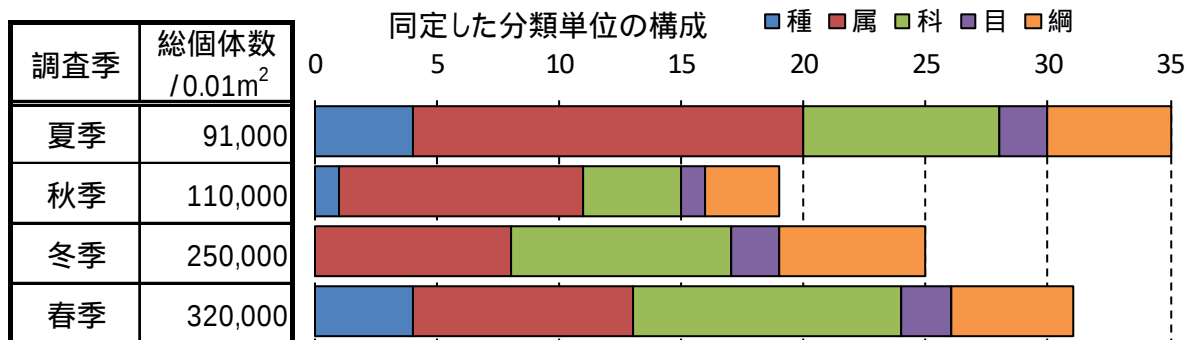
④ 底生生物の生息状況

ア) メイオベントス調査

各調査季とも，種単位まで同定できたメイオベントスは少なく，大部分が属あるいは科単位までの同定であり，目あるいは綱単位までしか同定できないものもあった(第3.2-9図)。また，底質0.01m²当たりの総個体数は，91,000個体(夏季)から320,000個体(春季)であった(第3.2-9図)。四季の調査を総括すると，メイオベントスは10綱が出現した(第3.2-9(1)表)。メイオベントスのうち9種類が種単位，26種類が属単位，20種類が科単位，2種類が目単位，7種類が綱単位まで同定された。

^[1] 『サンゴの生態』(http://www.jcrs.jp/wp/?page_id=622#q3, 2014/10/17 アクセス)

メイオベントス個体数を綱単位で集計すると、多い順に線虫綱、有孔虫綱、甲殻綱、多毛綱となり、この4綱が出現個体数の99%を占めていた（第3.2-9(1)表）。各季の調査で、総個体数に対して5%以上の出現が確認された優占綱は、上記の線虫綱、有孔虫綱、甲殻綱および多毛綱であり、このうち線虫綱は全ての調査季で優占していた（第3.2-9(2)表）。



第3.2-9 図 調査季ごとのメイオベントスの総個体数および同定した分類単位の構成

第 3.2-9(1) 表 各調査季の測点別メイオベントス出現個体数（分類単位：綱，0.01m²当たり）

調査季	測点	綱（門）									
		有孔虫 （原生）	無針 （紐形）	線虫 （袋形）	腹足 （軟体）	斧足 （軟体）	多毛 （環形）	貧毛 （環形）	蛛型 （節足）	甲殻 （節足）	海鼠 （棘皮）
夏季	01	5,700	0	1,300	0	160	330	160	0	2,100	0
	02	5,100	0	9,100	0	0	490	0	0	490	0
	03	160	0	11,000	0	160	820	160	0	2,300	0
	04	160	0	11,000	0	160	820	0	0	980	0
	05	2,400	0	1,600	0	160	330	0	0	160	0
	06	860	0	140	0	0	140	0	20	570	20
	07	0	0	5,900	0	81	1,500	0	81	0	0
	08	0	0	0	0	0	0	0	0	190	0
	09	650	0	1,800	0	0	81	0	81	810	0
	10	0	0	4,600	0	0	81	0	0	320	0
	11	2,100	0	12,000	0	0	160	0	0	490	0
	12	0	0	820	0	41	0	0	0	250	0
秋季	01	26,000	0	1,100	0	0	0	0	0	0	0
	02	0	0	2,800	0	0	0	0	0	0	0
	03	1,300	0	7,800	0	0	330	0	0	160	0
	04	8,000	0	10,000	0	0	1,500	0	0	330	0
	05	0	0	3,100	0	0	0	0	0	0	0
	06	0	0	1,600	0	0	330	0	0	490	0
	07	0	0	1,500	0	0	0	0	0	0	0
	08	0	0	1,100	0	0	0	0	0	0	0
	09	2,300	160	5,700	0	0	820	0	0	1,800	0
	10	0	0	6,800	0	0	1,100	0	0	330	0
	11	6,200	0	13,000	0	0	160	0	0	160	0
	12	0	0	7,000	0	0	0	0	0	0	0
冬季	01	3,400	0	820	0	0	0	0	160	330	0
	02	43,000	0	55,000	0	330	650	0	0	980	0
	03	160	0	12,000	0	0	820	0	0	160	0
	04	240	0	18,000	240	0	240	81	0	240	0
	05	0	0	4,000	0	0	41	0	0	0	0
	06	0	0	730	0	160	0	240	160	1,900	0
	07	0	0	4,600	0	0	0	0	0	81	0
	08	0	0	490	0	0	0	0	0	240	0
	09	160	0	7,600	0	0	240	0	0	650	0
	10	980	0	6,500	0	0	0	0	0	160	0
	11	1,800	0	76,000	160	160	1,100	0	330	1,300	0
	12	0	0	160	0	0	0	0	0	160	0
春季	01	1,800	0	2,600	81	41	210	160	41	1,500	81
	02	0	0	37,000	0	0	330	0	0	330	0
	03	330	0	33,000	0	0	650	0	0	330	0
	04	0	0	55,000	0	0	0	0	0	1,300	0
	05	0	0	7,200	0	0	0	0	0	330	0
	06	0	0	6,400	0	0	410	120	41	4,200	0
	07	160	0	6,200	0	0	0	0	0	0	0
	08	0	0	7,800	0	0	0	0	0	820	0
	09	0	0	48,000	0	0	330	0	0	4,200	0
	10	0	0	16,000	0	0	0	0	0	330	0
	11	0	0	41,000	0	330	330	0	0	980	0
	12	0	0	39,000	0	0	0	0	0	980	0
綱合計		110,000	160	610,000	480	1,800	14,000	920	910	33,000	100

注：有効数字は個体数および綱合計のいずれも2桁

第 3.2-9(2) 表 優占メイオベントス綱一覧

調査季	綱名	出現率 (%)
夏季	線虫綱 (Nematoda)	65
	有孔虫綱 (Foraminifera)	19
	甲殻綱 (Crustacea)	10
	多毛綱 (Polychaeta)	5
秋季	線虫綱 (Nematoda)	56
	有孔虫綱 (Foraminifera)	40
冬季	線虫綱 (Nematoda)	76
	有孔虫綱 (Foraminifera)	20
春季	線虫綱 (Nematoda)	94

注：各調査季において総個体数に対し 5%以上出現した場合に、優占とみなした。

イ) マクロベントス調査

マクロベントス相は軟体動物門、環形動物門、節足動物門を主体とした 241 種で構成されていた。各測点のマクロベントス相は 44～211 種で構成され、このうち四季の調査で共通して出現した種類数は平均で 11.3 種と比較的多く、主要な種組成は季節による変動が少ないことが示唆された。

総個体数に対し 5%以上出現した優占種は各季節とも 5 種で、このうち 3 種は四季の調査を通じて優占していた。これらの 3 種は、砂泥底を生息域とする環形動物門のカタマガリギボシイソメ、ホソタケフシ、チマキゴカイであり、調査海域を反映した結果と考えられた。多様度解析の結果からは、生物相に大きな季節変動が認められず、地点固有の安定した環境が形成されていることが示唆される結果であった。

以上のとおり、マクロベントスの出現状況は季節による変動が少ないことが確認され、比較的安定した生物相が形成されていると考えられた。

第 3.2-10 表 マクロベントス優占種一覧

調査季	種名	出現率 (%)
夏季	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
	ホソタケフシ (環形動物門)	5.6
	チマキゴカイ (環形動物門)	15.3
	ヘラムシ科の 1 種 (節足動物門)	24.3
秋季	コグルミガイ (軟体動物門)	5.9
	カタマガリギボシイソメ (環形動物門)	25.1
	ホソタケフシ (環形動物門)	7.8
	チマキゴカイ (環形動物門)	16.5
	フクロスガメ (節足動物門)	5.9
冬季	コグルミガイ (軟体動物門)	5.5
	カタマガリギボシイソメ (環形動物門)	21.3
	ホソタケフシ (環形動物門)	7.3
	チマキゴカイ (環形動物門)	11.3
	フクロスガメ (節足動物門)	8.0
春季	コグルミガイ (軟体動物門)	7.0
	カタマガリギボシイソメ (環形動物門)	21.9
	ホソタケフシ (環形動物門)	5.8
	チマキゴカイ (環形動物門)	8.3
	フクロスガメ (節足動物門)	7.1

ウ) メガロベントス調査

調査範囲における主要な出現種は、刺胞動物門ではイソギンチャク類のヒダベリイソギンチャク、軟体動物門では二枚貝類のウバガイおよびホタテガイ、環形動物門ではゴカイ類のチマキゴカイおよびタケフシゴカイ、棘皮動物門ではヒトデ類のキヒトデ、ニッポンヒトデ、*Ophiura* 属 (クモヒトデ科) およびナマコ類のキンコであった。これらは、四季を通して調査範囲に出現していた。なお、魚類ではカジカ科およびカレイ科が通年出現した。

調査範囲における主要な出現種の分布は、水深によって特徴づけられた (第 3.2-11 表)。なお、棘皮動物門のウニ類である *Scaphechinus* 属 (カシパン類) は、St.07 においてのみ出現数が極めて多かった。

第 3.2-11 表 主要出現種の分布の特徴

出現した生物	分布の特徴
ウバガイ(ホッキガイ)	水深 6～11m, 埋在
ホタテガイ	水深 21～26m, 底表面
キヒトデ	全域, 水深 43m に多い
ニッポンヒトデ	全域, 水深 32m 以深に多い
ゴカイ綱(チマキゴカイ, タケフシゴカイ)	全域, 水深 43m に多い
クモヒトデ綱	水深 32m 以深
ヒダベリイソギンチャク	水深 38m 以深
キンコ	水深 43m
<i>Scaphechinus</i> 属(カシパン類)	St. 07 のみに多い

3.3 生態系

(1) 項目

生態系として、第 3.3-1 表の項目を把握した。

第 3.3-1 表 潜在的海洋環境影響調査項目と把握の方法（生態系）

環境要素等の区分	調査項目	把握の方法
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。

(2) 調査方法

① 藻場、干潟、さんご群集その他の脆弱な生態系

藻場、干潟、さんご群集その他の脆弱な生態について、『第 4 回自然環境保全基礎調査』（環境庁、1994 年）および日本サンゴ礁学会ウェブサイト^[1]により把握した。

② 産卵場又は生息場その他の海洋生物の生息状況

産卵場または生息場その他の海洋生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）、『第 4 次リストの公表について』（環境省、2012 年）、『第 4 次リストの公表について（汽水・淡水魚類）』（環境省、2013 年）、『日本の希少な野生水生生物に関するデータブック（水産庁編）』（社団法人日本水産資源保護協会、2000 年）および『北海道の希少野生生物北海道レッドデータブック 2001』（北海道、2001 年）により把握した。

③ 熱水生態系その他の特殊な生態系

熱水生態系その他の特殊な生態系について、独立行政法人海洋研究開発機構ウェブサイト^[2]により把握した。

[1] 『サンゴの生態』（http://www.jcrs.jp/wp/?page_id=622#q3, 2014/10/17 アクセス）

[2] 『西太平洋の化学合成生態系』（<http://www.jamstec.go.jp/jamstec-e/XBR0/eco/project/busshitsu/shinkai/onsen2.html>, 2014/10/17 アクセス）

(3) 結果

① 藻場、干潟、さんご群集その他の脆弱な生態系

ア) 藻場

『第4回自然環境保全基礎調査』（環境庁，1994年）においては，苫小牧市および厚真町地先海域で1ha以上の藻場は確認されていない。

イ) 干潟

『第4回自然環境保全基礎調査』（環境庁，1994年）において，苫小牧市および厚真町地先海域の干潟として厚真川河口（河口干潟，4ha）が確認されている。確認された干潟の位置は，第3.3-1図に示すとおりである。圧入井および圧入ブルームからおおよそ15km以上離れている。



第3.3-1図 干潟の位置

ロ) さんご群集

『第4回自然環境保全基礎調査』（環境庁，1994）においては，苫小牧市および厚真町地先海域でさんご礁は確認されていない。また，日本サンゴ礁学会ウェブサイト^[1]によると，造礁サンゴの北限は太平洋側では館山湾，日本海側では金沢周辺海域となっており，苫小牧市および厚真町地先海域には造礁さんご類は生息していないと考えられる。

② 産卵場又は生息場その他の海洋生物の生息状況

本項では，生活史の一部で苫小牧市および厚真町地先海域の場（産卵場，生息場，移動経路）を利用する生物種について整理した。

^[1] 『サンゴの生態』（http://www.jcrs.jp/wp/?page_id=622#q3, 2014/10/17 アクセス）

7) 苫小牧市および厚真町地先海域に産卵場として利用している魚類など

苫小牧市および厚真町地先海域に産卵場等が分布する可能性のある種は、第 3.3-2 表に示すとおりである。魚類および水産動物では、沿岸を産卵場として泥や砂を産卵基質にして沈性の卵を産卵する種、水産動物と貝類については泥や砂の海底に生息する種を記載した。

苫小牧市および厚真町地先海域に産卵場などが分布する可能性のある生物として、魚類 9 種、水産動物 1 種、貝類 2 種が挙げられる。

第 3.3-2 表 苫小牧市および厚真町地先海域に産卵場などが分布する可能性のある魚類など

区分	種名	産卵場の位置	産卵基質	卵の性状	備考
魚類	イカナゴ	沿岸	砂礫	付着沈性	受精卵は砂に付着。
	クロガシラガレイ	沿岸	玉石 砂礫 細砂	付着沈性	産卵が近くなると、水深が30mより浅く底質が玉石、砂礫、細砂の所に密集する。
	クロガレイ	沿岸	-	付着沈性	産卵はごく浅い内湾の汽水域で行われる。
	コマイ	沿岸	-	付着沈性	岸近くの氷点下かそれに近い水温の所で卵を産む。
	コモンカスベ	-	-	沈性	糸巻き型の卵殻に包まれた卵を産む。
	ツマグロカジカ	沿岸～沖合	不明	付着沈性	-
	トクビレ	沿岸	不明	付着沈性	-
	マダラ	沿岸	-	付着沈性	産卵は比較的浅い沿岸域に回遊して行われる。産み出された卵は海底へと沈む。
	メガネカスベ	-	-	沈性	糸巻き型の卵殻に包まれた卵を産む。
水産動物	マナマコ	沿岸～沖合	-	沈性	-
貝類	ウバガイ	沿岸	細砂	-	生息域で産卵。潮間帯から20mの細砂底に潜って生息する。
	バカガイ	沿岸	砂泥	-	生息域で産卵。潮間帯から水深20mくらいまでの砂泥域に棲む。

注：魚類、水産動物の区分は、『北海道水産現勢』（北海道水産林務部、2010～2014 年）を参考とした。種名の並びは、区分ごとに五十音順で整理した。

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

本計画において地下に圧入したCO₂が漏出することを想定した場合、漏出は海底面から生じることから、最初に影響を受ける可能性のある生物種は底生性の生物である。

そこで、苫小牧市および厚真町地先海域で生息する底生性の魚類などを整理した。その結果を第3.3-3表に示す。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等の遊泳動物として、魚類79種、水産動物7種、貝類2種が挙げられる。

第3.3-3表 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の遊泳動物

番号	区分	種名	番号	区分	種名	番号	区分	種名
1	魚類	アイカジカ	31	魚類	クサウオ科	61	魚類	スマガレイ
2		アイナメ	32		クジメ	62		ヌマチチブ
3		アイナメ属	33		クロガシラガレイ	63		ネズッポ科
4		アカエイ	34		クロガレイ	64		ハゼ科
5		アカガレイ	35		クロソイ	65		ハダカオオカミウオ
6		アキギンボ	36		ケムシカジカ	66		ババガレイ
7		アサバガレイ	37		コガネガレイ	67		ビクニン
8		アシシロハゼ	38		コマイ	68		ヒラメ
9		イシガレイ	39		コモンカスベ	69		ビリンゴ
10		イソギンボ科	40		サメガレイ	70		ヒレグロ
11		イソバテング	41		シチロウウオ	71		ホカケアナハゼ
12		ウキゴリ	42		シマウキゴリ	72		マガレイ
13		ウナギガジ	43		スジアイナメ	73		マダラ
14		エゾアイナメ	44		スナガレイ	74		マツカワ
15		エゾクサウオ	45		ソウハチ	75		メガネカスベ
16		オキカズナギ属	46		タウエガジ	76		ヤギシリカジカ
17		オクカジカ	47		タウエガジ科	77		ヤセサブロウ
18		オニカジカ	48		タケギンボ	78		ヨウジウオ
19		オニシャチウオ	49		チゴダラ	79		ヨコスジカジカ
20		ガジ	50		ツマグロカジカ	80	水産動物	エゾバフンウニ
21		カジカ科	51		ツマグロカジカ属	81		ケガニ
22		カムトサチウオ	52		トクビレ	82		タラバガニ
23		カラフトカジカ	53		トクビレ科	83		トヤマエビ
24		カレイ科	54		トゲカジカ	84		ホッコクアカエビ
25		カワヤツメ	55		トビヌメリ	85		マナマコ
26		ギスカジカ	56		ナガヅカ	86		ヤナギダコ
27		ギスカジカ属	57		ナベカ	89	貝類	ウバガイ
28		ギンボ	58		ニジカジカ	90		バカガイ
29		クサウオ	59		ニシキギンボ科	種数	魚類	79
30		クサウオ属	60		ヌイメガジ		水産動物	7
							貝類	2

注：魚類、水産動物の区分は、『北海道水産現勢』（北海道水産林務部、2010～2014年）を参考とした。種名の並びは、区分ごとに五十音順で整理した。

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

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は、第 3.3-4 表に示すとおりである。

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として 9 種、両側回遊魚として 5 種、周縁性淡水魚として 3 種が挙げられる。

第 3.3-4 表 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

種名	生活史タイプ		
	遡河回遊魚	両側回遊魚	周縁性淡水魚
アシシロハゼ		○	
イトヨ	○		
ウキゴリ		○	
ウグイ	○		
カワヤツメ	○		
キュウリウオ	○		
サクラマス（ヤマメ）	○		
サケ（シロザケ）	○		
シシャモ	○		
シマウキゴリ		○	
シラウオ			○
ヌマガレイ			○
ヌマチチブ		○	
ビリンゴ		○	
ベニザケ（ヒメマス）	○		
ボラ			○
ワカサギ	○		
種数	9	5	3
	17		

注：種名の並びは、五十音順で整理した。

生活史タイプの定義は以下のとおりである。

生活史タイプ	定義
遡河回遊魚	淡水域で生まれ、しばらくそこで過ごしたのちに海に下って成長し、産卵のために再び淡水域にもどるもの。
両側回遊魚	淡水域で生まれると直ちに海に下り、しばらくそこで過ごしたのちに、産卵とは無関係に再び川に遡上するもの。
周縁性淡水魚	海産種であるが、ある時期に汽水域に入り、淡水域にも姿を現すもの。

イ) 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

苫小牧市および厚真町地先海域に生息する重要な魚類などの遊泳動物の選定根拠は第 3.3-5 表、確認された重要な魚類などの遊泳動物は第 3.3-6 表に示すとおりである。

苫小牧市および厚真町地先海域に生息する重要な魚類などの遊泳動物として、魚類 13 種、水産動物 4 種、海棲哺乳類 2 種が挙げられる。

第 3.3-5 表 重要な魚類など遊泳動物の選定根拠

資料	カテゴリー	基本概念
①「第 4 次リストの公表について」(環境省, 2012 年) 「第 4 次リストの公表について (汽水・淡水魚類)」(環境省, 2013 年)	絶滅	我が国ではすでに絶滅したと考えられる種
	野生絶滅	飼育・栽培下でのみ存続している種
	絶滅危惧 I 類	絶滅の危機に瀕している種
	絶滅危惧 IA 類	ごく近い将来における絶滅の危険性が極めて高い種
	絶滅危惧 IB 類	IA 類ほどではないが、近い将来における絶滅の危険性が高い種
	絶滅危惧 II 類	絶滅の危険が増大している種
	準絶滅危惧	現時点では絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性のある種
	情報不足	評価するだけの情報が不足している種
	絶滅のおそれのある地域個体群	地域的に孤立している個体群で、絶滅のおそれが高いもの
②「日本の希少な野生水生生物に関するデータブック (水産庁編)」((社) 日本水産資源保護協会, 2000 年)	絶滅種	—
	絶滅危惧	絶滅の危機に瀕している種・亜種
	危急	絶滅の危険が増大している種・亜種
	希少	存続基盤が脆弱な種・亜種
	減少	明らかに減少しているもの
	減少傾向	長期的に見て減少しつつあるもの
③「北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック 2001」(北海道, 2001 年)	絶滅種	すでに絶滅したと考えられる種または亜種
	野生絶滅種	本道の自然界ではすでに絶滅したと考えられているが、飼育等の状態で生存が確認されている種または亜種
	絶滅危機種	絶滅の危機に直面している種または亜種
	絶滅危惧種	絶滅の危機に瀕している種または亜種
	絶滅応急種	絶滅の危機が増大している種または亜種
	希少種	存続基盤が脆弱な種または亜種 (現在のところ、上位ランクには該当しないが、生息・生育条件の変化によって容易に上位ランクに移行する要素を有するもの)
	地域個体群	保護に留意すべき地域個体群
	留意種	保護に留意すべき種または亜種 (本道においては個体群、生息生育ともに安定しており特に絶滅のおそれはない)

第 3.3-6 表 苫小牧市および厚真町地先海域に生息する重要な魚類などの遊泳動物

区分	カテゴリー 種 名	①環境省								②水産庁					③北海道								
		絶滅	野生絶滅	絶滅危惧Ⅰ類	絶滅危惧ⅠA類	絶滅危惧ⅠB類	絶滅危惧Ⅱ類	準絶滅危惧	情報不足	絶滅のおそれのある地域個体群	絶滅危惧	危急	希少	減少	減少傾向	絶滅種	野生絶滅種	絶滅危惧種	絶滅危惧種	絶滅危惧種	希少種	地域個体群	留意種
魚類	アブラツノザメ														●								
	イトヨ※ ¹																						●
	オオサガ													●									
	カワヤツメ						●																
	サクラマス（ヤマメ）							●															●
	シシャモ※ ²									●				●								●	●
	シラウオ																				●		
	ソウハチ													●									
	ニシン※ ³													●									
	ハタハタ														●								
	ババガレイ													●									
	ベニザケ（ヒメマス）				●													●					
	マツカワ												●										
	合計種数		13																				
水産動物	エゾバフンウニ													●									
	タラバガニ													●									
	トヤマエビ														●								
	ヤナギダコ													●									
	合計種数		4																				
海棲哺乳類	ザトウクジラ												●										
	ネズミイルカ												●										
	合計種数		2																				

注：1. 魚類および水産動物の区分は、『北海道水産現勢』（北海道水産林務部，2010～2014 年）を参考とした。種名の並びは，区分ごとに五十音順で整理した。

2. イトヨは，日本海型が③北海道の留意種に指定されている。

3. シシャモは，襟裳岬以西の個体群が①環境省の絶滅のおそれのある地域個体群，日高以西の個体群が③北海道の地域個体群に指定されている。

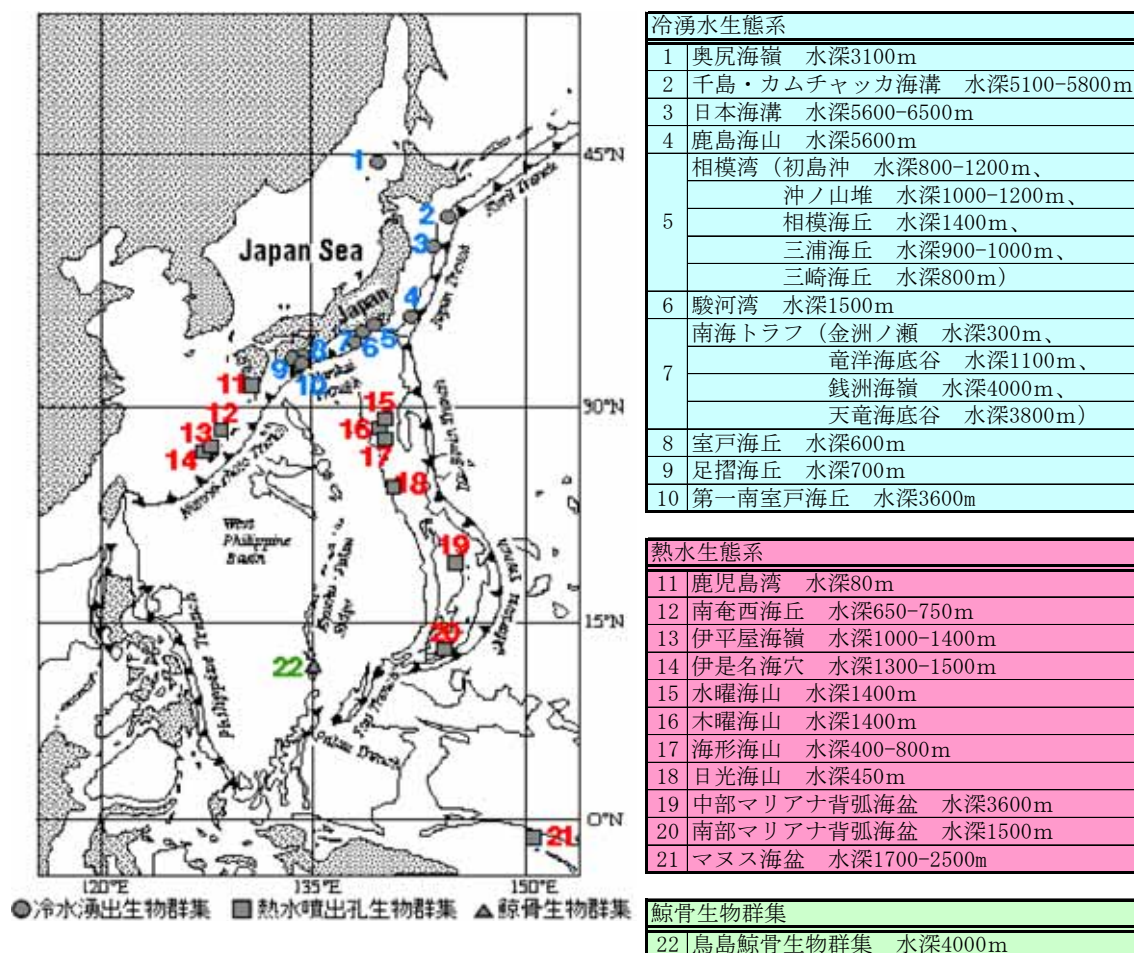
4. ニシンは，北海道～サハリン系群が②水産庁の減少種に指定されている。

③ 熱水生態系その他の特殊な生態系

熱水生態系その他の特殊な生態系の分布などを独立行政法人海洋研究開発機構ウェブサイト^[1]により整理した。

西太平洋の特殊な生態系は、第3.3-2図に示すとおりである。

苫小牧市および厚真町地先海域では、冷水水生生態系、熱水生態系、鯨骨生物群集などの特殊な生態系の形成は確認されていない。



資料：独立行政法人海洋研究開発機構ウェブサイト^[1]

第3.3-2図 西太平洋の特殊な生態系

^[1] 『西太平洋の化学合成生態系』（<http://www.jamstec.go.jp/jamstec-e/XBR0/eco/project/busshitsu/shinkai/onsen2.html>, 2014/10/17 アクセス）

3.4 海洋の利用

(1) 項目

海洋の利用として、第 3.4-1 表の項目を把握した。

第 3.4-1 表 潜在的海洋環境影響調査項目と把握の方法（海洋の利用等）

環境要素等の区分	調査項目	把握の方法
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。

(2) 調査方法

① 海洋レクリエーションの場としての利用状況

苫小牧市および厚真町における海洋レクリエーションの場としての利用状況について、苫小牧港管理組合ウェブサイト^{[1]-[6]}により把握した。

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

苫小牧市および厚真町における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について、環境省自然環境局ウェブサイト^[7]、北海道環境局生物多様性保全課ウェブサイト^{[8], [9]}、苫小牧市環境生活課自然保護係ウェブサイト^[10]および『平成 25 年度鳥獣保護区等位置図』（北海道，2013 年）により把握した。

[1] 『平成 26 年度港の公園の利用期間について』（https://www.jptmk.com/_files/00002936/kouennriyou.pdf, 2014/10/17 アクセス）

[2] 『港の公園・身近な海岸』（<http://www.jptmk.com/040citizens/>, 2014/10/17 アクセス）

[3] 『みなとマップ』（<http://www.jptmk.com/070portmap/>, 2014/10/17 アクセス）

[4] 『苫小牧港管理組合の管理する港湾施設』（<http://www.jptmk.com/reiki/35290250000400000000/35290250000400000000/35290250000400000000.html>, 2014/10/17 アクセス）

[5] 『勇払マリーナ』（<http://www.jptmk.com/040citizens/02marina.html>, 2014/10/17 アクセス）

[6] 『フェリーターミナル』（<http://www.jptmk.com/040citizens/03terminal.html>, 2014/10/17 アクセス）

[7] 『国立公園』（<http://www.env.go.jp/park/>, 2014/10/17 アクセス）

[8] 『道内のラムサール条約登録湿地一覧』（<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/environ/wetland/ramsargaiyou.htm>, 2014/10/17 アクセス）

[9] 『自然環境保全地域等』（<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/kouen/hozen.htm>, 2014/10/17 アクセス）

[10] 『自然環境保全地区』（http://www.city.tomakomai.hokkaido.jp/shizen/shizenhogo/yachohogo/hozenchiku/tomakomai_hozenchik

③ 漁場としての利用状況

苫小牧市および厚真町の漁場としての利用状況について、『2014 年版水産関係人名鑑』（株式会社水産北海道協会，2013 年），『免許漁業原簿謄本』（北海道，2013 年，2014 年），『平成 23 年版胆振の水産』（北海道胆振総合振興局，2012 年），『北海道農林水産統計年報（水産編）平成 19～23 年』（農林水産庁北海道農政事務所統計部，2009～2013 年），『苫小牧港を中心とする海域の各種漁業操業状況』（一般財団法人胆振東部日高海域漁業操業安全基金協会，2014 年）および北海道胆振総合振興局ウェブサイト^{[1],[2]}により把握した。

④ 主要な航路としての利用状況

主要な航路としての利用状況について、『北海道沿岸水路誌』（海上保安庁，2008 年）により把握した。

⑤ 港湾区域および港域に関する情報

港湾区域および港域に関する情報について，国土交通省北海道開発局ウェブサイト^{[3],[4]}，『港湾法施行令』（昭和 26 年 1 月 19 日政令第 4 号，最終改正：平成 25 年 11 月 29 日第 323 号），『港則法施行令』（昭和 40 年 6 月 22 日政令第 219 号，最終改正：平成 25 年 8 月 13 日第 233 号），『苫小牧港港湾区域』（昭和 50 年 1 月 4 日苫小牧港管理組合告示第 1 号），『北海道沿岸水路誌』（海上保安庁，2008 年），『北海道沿岸水路誌追補第 5』（海上保安庁，2013 年），『苫小牧港パンフレット』（苫小牧港管理組合，2012 年）および『苫小牧港統計年報（平成 24 年港湾統計）』（苫小牧港管理組合，2013 年）により把握した。

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

苫小牧市および厚真町地先海域の海底ケーブル等の敷設状況，海底資源について，『航海用海図 W1034 室蘭港至苫小牧港』（海上保安庁，2010 年），『航海用海図 W1033A 苫小牧港西部』（海上保安庁，2013 年），独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構ウェブサイト^[5]，『日本周辺海域におけるメタンハイドレート期限 BSR 分布図』（メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム，2009 年）および『海洋エネルギー・鉱物資源開発計画』（経済産業省，2013 年）により把握した。

u.html，2014/10/17 アクセス)

[1] 『胆振海区漁業調整委員会指示第 1 号』

(<http://www.iburi.pref.hokkaido.lg.jp/ss/sis/H27matukawaiinnkaisizi.pdf>，2016/2/3 アクセス)

[2] 『胆振海区漁業調整委員会指示第 2 号』

(<http://www.iburi.pref.hokkaido.lg.jp/ss/sis/kaiku/17sakura/sizi.htm>，2014/10/17 アクセス)

[3] 『苫小牧港』（http://www.hkd.mlitt.go.jp/ziyoka/z_kowan/bayport/profile/tomakomai.html，2014/10/17 アクセス)

[4] 『港湾施設の現状』（http://www.hkd.mlitt.go.jp/ziyoka/z_kowan/bayport/stat/cht5-02kouiki.html，2016/2/3 アクセス)

[5] 『深海底鉱物資源の世界分布』（http://www.jogmec.go.jp/library/contents9_01.html，2014/10/17 アクセス)

(3) 結果

① 海洋レクリエーションの場としての利用状況

苫小牧市および厚真町における海洋レクリエーションの場の利用状況については、苫小牧港管理組合のウェブサイト^{[1]-[6]}を参考に状況を整理した。

苫小牧市および厚真町における海洋レクリエーションとしての場の概要を、第 3.4-2 表と第 3.4-1 図に示す。8 箇所の公園のほか、マリンスポーツ等 1 箇所、眺望点等 2 箇所、商業施設等 1 箇所があり、主に苫小牧港西港の周辺にみられる。

[1] 『平成 26 年度港の公園の利用期間について』(https://www.jptmk.com/_files/00002936/kouennriyou.pdf, 2014/10/17 アクセス)

[2] 『港の公園・身近な海岸』(<http://www.jptmk.com/040citizens/>, 2014/10/17 アクセス)

[3] 『みなとマップ』(<http://www.jptmk.com/070portmap/>, 2014/10/17 アクセス)

[4] 『苫小牧港管理組合の管理する港湾施設』(<http://www.jptmk.com/reiki/35290250000400000000/35290250000400000000/35290250000400000000.html>, 2014/10/17 アクセス)

[5] 『勇払マリーナ』(<http://www.jptmk.com/040citizens/02marina.html>, 2014/10/17 アクセス)

[6] 『フェリーターミナル』(<http://www.jptmk.com/040citizens/03terminal.html>, 2014/10/17 アクセス)

第 3.4-2 表 苫小牧市および厚真町における海洋レクリエーションとしての場の概要

区分	記号	名称, 種類	備考
公園	1	入船公園	入船ふ頭と開発フェリーふ頭の間にあり, 船舶の往来が良く見える公園。樽前山をかたどった展望台から太平洋を望むことができる。
	2	港公園	広大な芝生広場とバーベキュー施設「港園亭」がある。
	3	キラキラ公園 (北ふ頭緑地)	北埠頭は, 再開発により緑地として再生し市民がみなとに親しめる空間として生まれかわり, 一般公募により「キラキラ公園」と名付けられた。接岸している船を間近に見ることができ, 夜にはライトアップされる。夏場には, 水遊びもできたくさんの家族連れで賑わっている。平成23年に人々の賑わいや交流をつくりだすみなとの施設として国から「みなとオアシス」の認定を受けた。
	4	ふるさと海岸	自然海岸や直立護岸を緩傾斜護岸に改良し, 高潮などの災害を抑制するとともに, 家族連れで楽しめる景観に配慮した海岸と緑地が一体となった憩いの場。
	5	南3号公園	
	6	晴海公園	
	7	木場公園	
	8	勇払ふ頭公園	
マリンスポーツ等	9	勇払マリーナ	北海道の南西部に位置する苫小牧港に作られた公共のマリーナ。苫小牧港管理組合が関連施設を整備し, (株)マリーナジャパンが運営を行っている。陸上保管施設, 係留棧橋, 給油棧橋, 修理工場を備える。
眺望点等	10	苫小牧西港 フェリー ターミナル	太平洋航路のフェリーターミナル。平成23年に人々の賑わいや交流をつくりだすみなとの施設として国から「みなとオアシス」の認定を受けた。
	11	苫小牧東港周文 フェリー ターミナル	日本海航路のフェリーターミナル。
商業施設等	12	海の駅ぷらっと みなと市場	朝市等。

資料：苫小牧港管理組合ウェブサイト^{[1]-[6]}

[1] 『平成 26 年度港の公園の利用期間について』 (https://www.jptmk.com/_files/00002936/kouennriyou.pdf, 2014/10/17 アクセス)

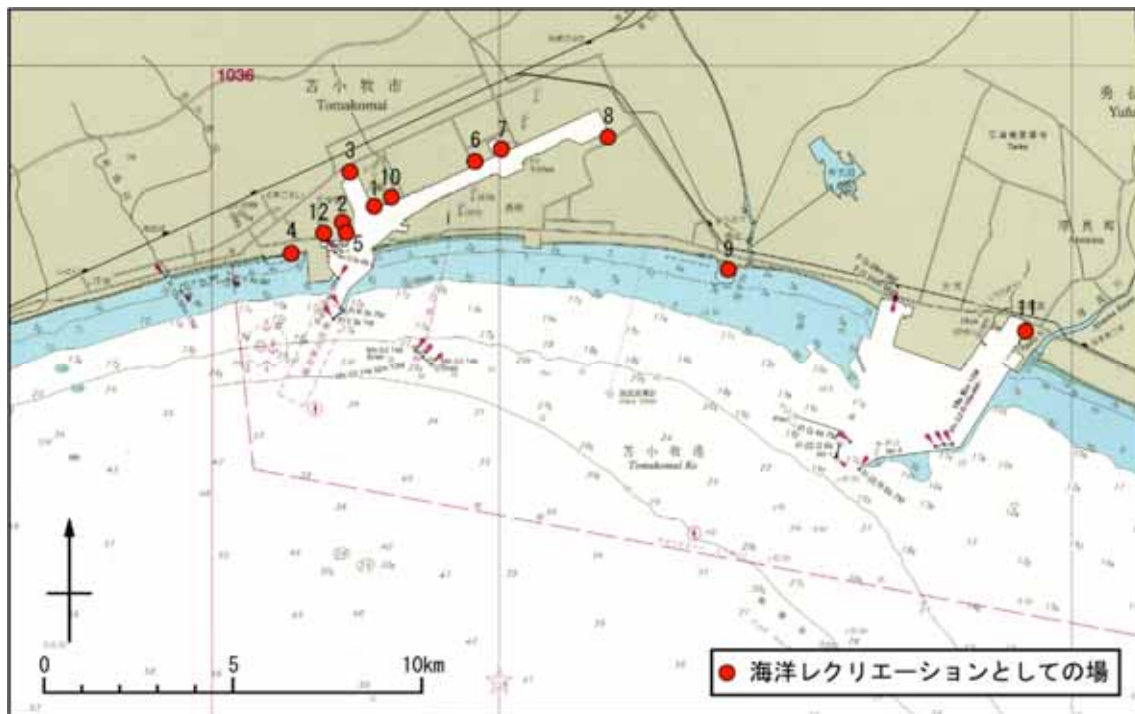
[2] 『港の公園・身近な海岸』 (<http://www.jptmk.com/040citizens/>, 2014/10/17 アクセス)

[3] 『みなとマップ』 (<http://www.jptmk.com/070portmap/>, 2014/10/17 アクセス)

[4] 『苫小牧港管理組合の管理する港湾施設』 (<http://www.jptmk.com/reiki/35290250000400000000/35290250000400000000/35290250000400000000.html>, 2014/10/17 アクセス)

[5] 『勇払マリーナ』 (<http://www.jptmk.com/040citizens/02marina.html>, 2014/10/17 アクセス)

[6] 『フェリーターミナル』 (<http://www.jptmk.com/040citizens/03terminal.html>, 2014/10/17 アクセス)



第 3. 4-1 図 苫小牧市および厚真町における海洋レクリエーションとしての場の概要

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

苫小牧市および厚真町における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として、自然公園（国立公園，国定公園，道立自然公園），ラムサール条約登録湿地，環境緑地保護地区等，鳥獣保護区等の状況を整理した。

苫小牧市および厚真町の地先海域に海中公園は存在しないが，陸上では支笏洞爺国立公園が存在する。なお，国定公園および道立自然公園は存在しない。

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は，ラムサール条約登録湿地 1 箇所，環境緑地保護地区等 11 地区，鳥獣保護区等 10 区域が指定されているが，海域における指定区域はない。

苫小牧市および厚真町における国立公園（支笏洞爺国立公園）の概要は第 3. 4-3 表，ラムサール条約登録湿地の概要は第 3. 4-4 表，環境緑地保護地区等の概要は第 3. 4-5 表，鳥獣保護区等の概要は第 3. 4-6 表に示すとおりである。

第 3. 4-3 表 苫小牧市および厚真町における国立公園（支笏洞爺国立公園）の概要

指定 種別	名称	関 係 市町村	面積 (ha)			概要	指 定 年月日
			総面積	特別 地域	普通 地域		
国立公園	支笏洞爺国立公園	札幌市 苫小牧市 千歳市 登別市 恵庭市 伊達市 ニセコ町 真狩村 喜茂別町 京極町 倶知安町 洞爺湖町 壮瞥町 白老町	99,473	59,681	39,792	公園区域では、支笏湖、洞爺湖の二大カルデラ湖に、羊蹄山、有珠山、昭和新山、樽前山など様々な形式の火山や火山地形を見ることができる。また多種多様な温泉や硫気の吹き出す地獄現象などの火山活動が多く見られる。特に有珠山は約30年間隔で噴火を繰り返し、火山特有の景観形成と温泉という恵みを与えている。 代表する植生は針葉樹と広葉樹の混交する森林植生で、原始的森林景観を形成している。動物も森林環境に適応する種類が多く見られ、ヒグマ、キタキツネ、エゾリス、クマゲラ、コノハズクなどを見ることができる。支笏湖は北限の不凍湖としても有名である。	1949年 5月16日

資料：環境省自然保護局ウェブサイト^[1]

第 3. 4-4 表 苫小牧市および厚真町におけるラムサール条約登録湿地の概要

登録湿地名	所在地	面積 (ha)	保護の形態	概要	登録年月日
ウトナイ湖	苫小牧市	510	- 国指定鳥獣保護区特別保護地区 - 苫小牧市自然環境保全地区	太平洋に面する勇払原野に位置し、周囲17kmの淡水・海跡湖。湖岸枠にヨシ・スゲ・マコモ・フトイ等の挺水植物群が分布し、湖岸を落葉広葉樹が占める。 渡り鳥のわが国有数の中継地で、ハクチョウ類、ガンカモ類が数千羽飛来し、確認されている鳥類は250種以上。	1991年 12月12日

資料：北海道環境局生物多様性保全課ウェブサイト^[2]

^[1] 『国立公園』 (<http://www.env.go.jp/park/>, 2014/10/17 アクセス)

^[2] 『道内のラムサール条約登録湿地一覧』 (<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/environ/wetland/ramsargaiyou.htm>, 2014/10/17 アクセス)

第 3.4-5 表 苫小牧市および厚真町における環境緑地保護地区等の概要

指定種別		名称	所在地	面積 (ha)	概要	指定 年月日
北海道	環境緑地保護地区	糸井	苫小牧市	67.93	ミズナラ、カシワ等の広葉樹天然林	1973年 3月30日
		ノブト	厚 真 町	0.55	ミズナラ、ヤチハンノキ等の樹林地	1975年 8月4日
		上野松の沼	厚 真 町	24.59	ミズナラ、ハルニレ等の広葉樹天然林	1973年 3月30日
		桜丘	厚 真 町	8.83	神社境内のカシワ天然林、サクラ並木	1973年 3月30日
	自然保護地区	厚真ダム	厚 真 町	753.00	厚真ダムの湖水美、湖岸の広葉樹林、湿性植物、野鳥	1973年 3月30日
	学術保護地区	勇払川	苫小牧市	55.04	勇払川流域の低層湿原、湿性植物と野鳥	1973年 3月30日
苫小牧市	自然環境保全地区	トキサタマップ 自然環境保全地区	苫小牧市	45.5	ウトナイ湖に直接流入するトキサタマップ川が湿原の中を流れ、アオサギ、オオヨシキリなど数多くの野鳥が生息し、ハンノキ、キタヨシに代表されるウトナイ湖北西部に広がる低層湿原である。	1976年 3月10日
		勇払川 旧古川地区	苫小牧市	11.1	勇払川の河川改修で三日月形に残された部分とその周りの樹林地で、中には樹齢200年近い高さ15m程のミズナラ、ハリギリなどがあり、今なお原始の姿をおもわせる。	1976年 3月10日
		樽前ガロー地区	苫小牧市	8.6	樽前川の流域に形成されている両岸の切り立った岸壁には、エビゴケ、オオホウキゴケなど60種類以上のコケ類が「絨毯」を敷き詰めたように張りつき、特異な景観を見せている。また、水量も豊かで、ヤマセミ、キセキレイなどの溪流性の野鳥も見られる。	1979年 4月10日
		ウトナイ沼 南東部砂丘地区	苫小牧市	64.5	勇払原野の生い立ちを物語り、砂丘群が分布する地域で、高山性のハナゴケ類など、海岸性のハマナスなど、低地性のハスカップなど、草原性のエゾコゴメグサなど、これらが混在した植生は特異な景観を見せており、学術的にも貴重な地区である。また、ウトナイ湖に隣接していることから、鳥類も非常に豊富である。	1990年 6月15日
		沼ノ端拓勇 樹林地地区	苫小牧市	3.2	昭和初期以来、酪農を中心とした開拓地の防風林の一部で、ミズナラ、ハンノキなどの高木をはじめ、ノリウツギ、ハスカップなどの低木が見られ、市街地近郊にあるにもかかわらず、自然の状態で残っている。森林性に富んだ良好な樹林地であり、その存在が貴重な地区である。	1995年 2月21日

資料：北海道環境局生物多様性保全課ウェブサイト^[1]・苫小牧市環境生活課自然保護係ウェブサイト^[2]

[1] 『自然環境保全地域等』 (<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/kouen/hozen.htm>, 2014/10/17 アクセス)

[2] 『自然環境保全地区』 (http://www.city.tomakomai.hokkaido.jp/shizen/shizenhogo/yachohogo/hozenchiku/tomakomai_hozenchiku.html, 2014/10/17 アクセス)

第 3.4-6 表 苫小牧市および厚真町における鳥獣保護区等の概要

指定種別	名称	面積 (ha)		関係市町	備考	存続期間
		総面積	特別保護区			
国	集団渡来地	ウトナイ湖 鳥獣保護区	510	510	苫小牧市	2011年10月 1日 ～2031年 9月30日
北海道	森林鳥獣生息地	王子山 鳥獣保護区	1,263	0	苫小牧市	2004年10月 1日 ～2024年 9月30日
		北大苫小牧研究林 鳥獣保護区	2,715	0	苫小牧市	2005年10月 1日 ～2025年 9月30日
	身近な鳥獣生息地	錦大沼 鳥獣保護区	216	0	苫小牧市	2007年10月 1日 ～2017年 9月30日
	森林鳥獣生息地	厚真 鳥獣保護区	757	0	厚 真 町	2005年10月 1日 ～2025年 9月30日
		樽前大沼 特定猟具使用禁止区域	48	-	苫小牧市	銃器 2007年10月 1日 ～2017年 9月30日
		丹治沼 特定猟具使用禁止区域	39	-	苫小牧市	銃器 2004年10月 1日 ～2014年 9月30日
		厚真大沼 特定猟具使用禁止区域	17	-	厚 真 町	銃器 2013年10月 1日 ～2023年 9月30日
		苫東 特定猟具使用禁止区域	7,811	-	苫小牧市 厚 真 町	銃器 2011年10月 1日 ～2021年 9月30日
		弁天沼 特定猟具使用禁止区域	208	-	苫小牧市	銃器 2012年10月 1日 ～2022年 9月30日

資料：『平成 25 年度 鳥獣保護区等位置図』（北海道，2013 年）

③ 漁場としての利用状況

7) 漁業の実態

a. 漁業活動の社会基盤

i) 水産関係組合

苫小牧市および厚真町の地先海域（海面）と内水面の漁業に関する水産関係組合の概要は第 3.4-7 表，それらの所在地は第 3.4-6 図に示すとおりである。

苫小牧市および厚真町の地先海域（海面）に共同漁業権が設定されている水産関係組合として，苫小牧市の苫小牧漁業協同組合，厚真町の鵠川漁業協同組合厚真支所（本所は鵠川町）のほか，室蘭市の室蘭漁業協同組合および登別市，白老町のいぶり中央漁業協同組合がある。

内水面の水産関係組合は苫小牧市および厚真町にはないが，鵠川漁業協同組合は鵠川町に共同漁業権を持っている。

第 3.4-7 表 苫小牧市および厚真町の地先海域（海面）と内水面の漁業に関する水産関係組合の概要

区分	組合名	所在地（電話番号）	組合長	組合員数		
				正	准	計
海面	苫小牧漁業協同組合	〒053-0012 苫小牧市汐見町 1 丁目 1 番 13 号 (0144) 35-0111	磯崎 好一	124	4	128
	鵠川漁業協同組合	〒054-0015 勇払郡むかわ町汐見 751 番地 (0145) 42-2055	時田 清一	69	9	78
	鵠川漁業協同組合 厚真支所	〒059-1742 勇払郡厚真町字浜厚真 33 番地 (0145) 28-2131				
	室蘭漁業協同組合	〒051-0013 室蘭市舟見町 1 丁目 130 番地 21 (0143) 24-3331	室村 吉信	82	10	92
	いぶり中央漁業協同組合	〒059-0466 登別市登別港町 1 丁目 28 番地 (0143) 83-5001	松田 嘉邦	245	50	295
	いぶり中央漁業協同組合 白老支所	〒059-0921 白老郡白老町石山 355 番地 (0144) 83-4650				
内水面	鵠川漁業協同組合	〒054-0015 勇払郡むかわ町汐見 751 番地 (0145) 42-2055	時田 清一	69	9	78

注：組合長名および組合員数は各組合へのヒアリングによる（平成 28 年 1 月 12 日現在）

資料：『2016 年版 漁協手帳』（全国漁業協同組合連合会，2015 年）

ii) 漁業権

苫小牧市および厚真町地先海域を主な漁場としている苫小牧市の苫小牧漁業協同組合と、厚真町に厚真支所がある鵠川漁業協同組合の漁業権について、状況を整理した。

(i) 共同漁業権

苫小牧漁業協同組合および鵠川漁業協同組合に免許されている共同漁業権の内容は、第 3.4-8 表、漁場区域は第 3.4-2 図に示すとおりである。

海面では、苫小牧漁業協同組合の共同漁業権は 3 件、鵠川漁業協同組合は 4 件（うち厚真町地先海域に 1 件）設定されているほか、室蘭漁業協同組合、いぶり中央漁業協同組合に免許されている共同漁業権が 2 件設定されている。

内水面では、鵠川漁業協同組合の共同漁業権が 1 件設定されている。

共同漁業権のうち、第 1 種漁業では、ぎんなんそう漁業、こんぶ漁業やのり漁業などが、第 2 種漁業では、あいなめ・かじか・めばる・そい刺し網漁業、かすべ・あんこう刺し網漁業やかれい刺し網漁業などが設定されている。

第 3.4-8(1) 表 共同漁業権の内容（海面）

市町	免許番号	権利者名	種類	漁業内容	存続期間
苫小牧市	胆海共第3号	苫小牧漁業協同組合	第1種	ぎんなんそう、こんぶ、のり、ふのり、まつも、いがい、えぞばかがい、さらがい、つぶ、ほっきがい、うに、たこ、なまこ、ほや漁業	2013年9月 1日 ～ 2023年8月31日
	胆海共第4号	苫小牧漁業協同組合	第2種	あいなめ・かじか・めばる・そい刺し網、かすべ・あんこう刺し網、かれい刺し網、きゅうりうお・ちか・いわし・ししゃも刺し網、ながずか刺し網、にしん刺し網、はたはた刺し網、ひらめ刺し網、ほっけ刺し網漁業	
	胆海共第23号	苫小牧漁業協同組合	第1種	ほたてがい漁業	
厚真町	胆海共第22号	鵒川漁業協同組合	第1種	ほたてがい漁業	
むかわ町	胆海共第1号	鵒川漁業協同組合	第1種	いがい、えぞばかがい、さらがい、つぶ、ほっきがい、えむし、たこ、なまこ漁業	
	胆海共第2号	鵒川漁業協同組合	第2種	あいなめ・かじか・めばる・そい刺し網、かすべ・あんこう刺し網、かれい刺し網、きゅうりうお・ちか・いわし・ししゃも刺し網、ながずか刺し網、にしん刺し網、はたはた刺し網、ひらめ刺し網、ほっけ刺し網、はたはた・にしん・かれい小型定置網・かれい・ひらめ・ちか底建網、はもどう漁業	
	胆海共第21号	鵒川漁業協同組合	第1種	ほたてがい漁業	
むかわ町 ～ 室蘭市	胆海共第26号	鵒川漁業協同組合 苫小牧漁業協同組合 いぶり中央漁業協同組合 室蘭漁業協同組合	第1種	たこ漁業	
	胆海共第27号	鵒川漁業協同組合 苫小牧漁業協同組合 いぶり中央漁業協同組合 室蘭漁業協同組合	第2種	あいなめ・かじか・めばる・そい刺し網、かすべ・あんこう刺し網、かれい刺し網、さめ刺し網、たら刺し網、ながずか刺し網、にしん刺し網、はたはた刺し網刺し網、ほっけ刺し網漁業	

【2013 年 11 月現在】

資料：『免許漁業原簿謄本』（北海道，2013 年）

第 3.4-8(2) 表 共同漁業権の内容（内水面）

市町	免許番号	権利者名	種類	漁業内容	存続期間
むかわ町	胆内共第3号	鵒川漁業協同組合	第5種	ししゃも漁業	2013年9月 1日 ～ 2023年8月31日



資料：『平成 23 年版胆振の水産』（北海道胆振総合振興局，2012 年）

第 3.4-2 図 海面・内水面の共同および区画漁業権区域

(ii) 区画漁業権

区画漁業権の内容は第 3.4-9 表、漁場の区域は前掲の第 3.4-2 図に示すとおりである。

海面には区画漁業権は設定されておらず、内水面でわかさぎ養殖業、こい養殖業、えび養殖業が設定されている。

第 3.4-9 表 区画漁業権の内容

市町	免許番号	権利者名	種類	漁業内容	存続期間
苫小牧市	胆内区 第2号	荒木義信 ほか10名	第2種	わかさぎ養殖業，えび養殖業， こい養殖業	2014年 1月 1日 ～ 2020年12月31日
厚真町	胆内区 第3号	向江豊司	第2種	わかさぎ養殖業，えび養殖業， こい養殖業	2014年 1月 1日 ～ 2020年12月31日

【2014 年 1 月現在】

資料：『免許漁業原簿謄本』（北海道，2014 年）

(iii) 定置漁業権

苫小牧漁業協同組合および鵲川漁業協同組合に免許されているさけ定置に関する定置漁業権は、第 3.4-10 表に示すとおりである。

苫小牧漁業協同組合に 5 件、鵲川漁業協同組合に 3 件の定置漁業権が設定されている。

第 3.4-10 表 定置漁業権の内容

組合名 漁業種類	苫小牧 漁業協同組合	鵲川 漁業協同組合	漁業の時期 (操業期間)	存続期間
さけ定置	5	3	8月 1日 ～12月15日	2014年 2月 1日 ～2018年12月31日

資料：『免許漁業原簿謄本』（北海道，2014 年）

iii) 許可漁業

苫小牧漁業協同組合と鵠川漁業協同組合における許可漁業の許可件数は、第 3.4-11 表に示すとおりである。

苫小牧漁業協同組合の許可漁業の許可件数は、かれい固定式刺し網漁業が最も多く、次いで小型機船底びき網漁業のほっきがいかた網漁業が多い。鵠川漁業協同組合の許可件数は、手繰第 2 種のししゃもこぎ網漁業が最も多く、次いで小型機船底びき網漁業のほっきがいかた網漁業が多い。

第 3.4-11 表 許可漁業の許可件数（2011 年 1 月～12 月）

（単位：件）

漁業種類		組合名	苫小牧漁業 協同組合	鵠川漁業 協同組合	合計
大臣許可	中 型 さ け ま す 流 し 網 漁 業				0
	遠 洋 か つ お ・ ま ぐ ろ 漁 業				0
	沖 合 底 び き 網 漁 業				0
	北 太 平 洋 さ ん ま 漁 業		1		1
知事許可 (本庁)	太平洋小型さけ・ます 流 し 網 漁 業	0 ～ 4.9			0
		5 ～ 9.9	1		1
		10 ～ 19.9	2		2
		計	3		3
	すけとうだら固定式刺し網漁業（10トン以上）		3		3
	え び か ご 漁 業		4		4
	手 繰 第 2 種 し し ゃ も こ ぎ 網 漁 業		13	39	52
	毛 が に か ご 漁 業（特別採捕）				0
	毛 が に か ご 漁 業		16	3	19
知事許可 (支庁)	めぬけ固定式刺し網漁業（10トン未満）		2		2
	すけとうだら固定式刺し網漁業（10トン未満）		30	25	55
	つ ぶ か ご 漁 業		38	2	40
	か れ い 固 定 式 刺 し 網 漁 業		42	11	53
	い か つ り 漁 業		5	12	17
	潜 水 器 漁 業		3		3
	く り が に か ご 漁 業				0
	た こ か ご 漁 業		4		4
	小 型 機 船 底 び き 網 漁 業	ほっきがいかた網漁業	39	37	76
		ほたてがいかた網漁業			0
		なまこけた網漁業			0
	さんま棒受け網漁業（えりも以東海域）		1		1
	さんま流し網漁業（えりも以東海域）		2	2	4
	合計		209	131	340

【2011 年 12 月現在】

資料：『平成 23 年版胆振の水産』（北海道胆振総合振興局，2012 年）

iv) 遊漁船

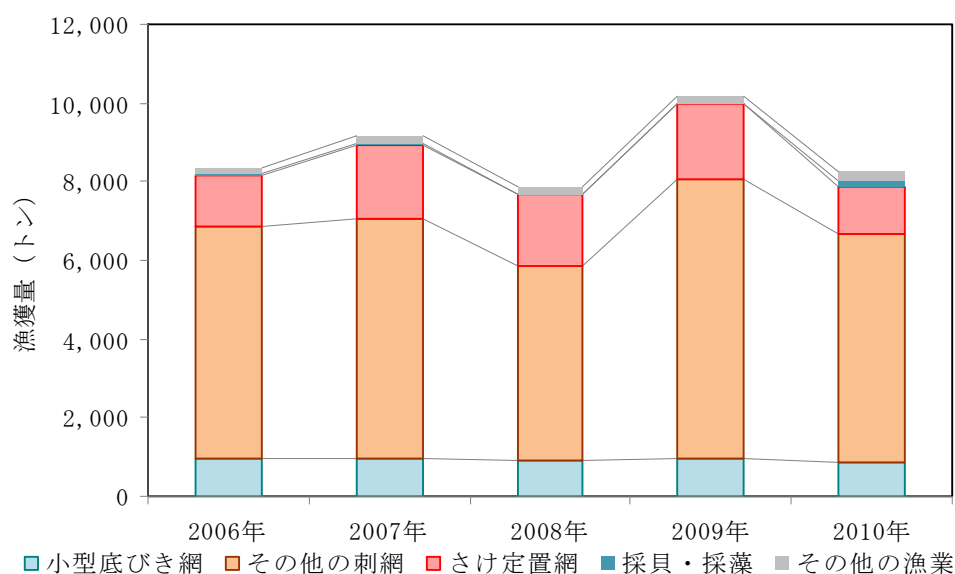
苫小牧市および厚真町における平成 23 年 12 月現在の「遊漁船業の適正化に関する法律」（昭和 63 年法律第 99 号）に基づく遊漁船業の登録数は、苫小牧市で 57 業者、59 隻、厚真町で 12 業者、12 隻である。

b. 漁業種類別漁獲量

「北海道農林水産統計年報（水産編）平成 19～23 年」（農林水産省北海道農政事務所統計部，2009～2013 年）による苫小牧市および厚真町の海面漁業の至近 5 年間（2006～2010 年）の漁業種類別漁獲量は，第 3.4-3 図に示すとおりである。

苫小牧市の総漁獲量は，非公表分を除きおおむね 8,000～10,000 トンで推移している。漁業種類別の漁獲量はその他の刺網漁業，さけ定置網漁業，小型底びき網漁業が大部分を占めており，その他の刺し網漁業が最も多い。

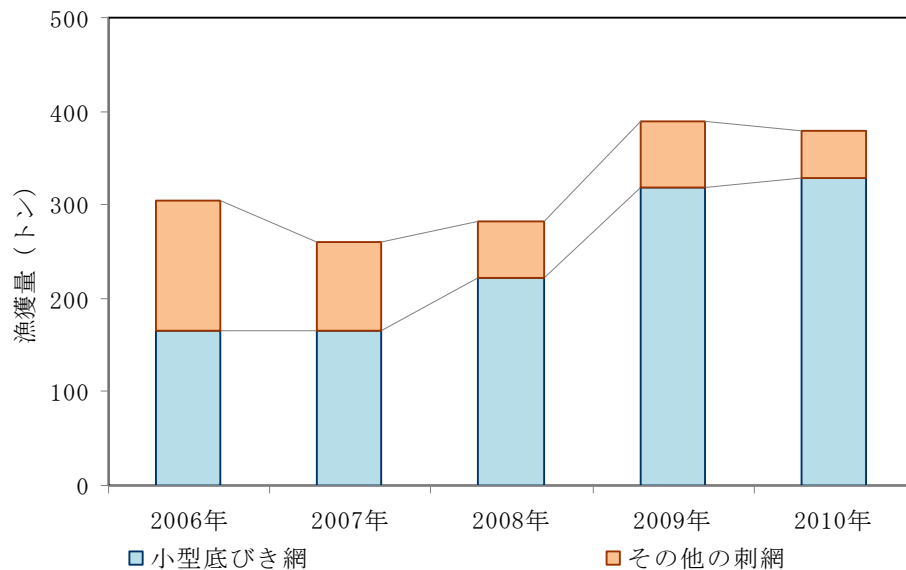
厚真町の総漁獲量は，非公表分を除きおおむね 300～400 トンで推移している。漁業種類別の漁獲量は小型底びき網漁業とその他の刺網漁業のみとなっており，小型底びき網漁業が多い。



注：さけ・ます流し網漁業，さんま棒受網漁業および沿岸いか釣り漁業の統計データは，全部または一部が非公表のため，本図には含まれていない。

資料：『北海道農林水産統計年報（水産編）平成 19～23 年』
（農林水産省北海道農政事務所統計部，2009～2013 年）

第 3.4-3(1) 図 漁業種類別漁獲量（苫小牧市）【2006～2010 年：至近 5 年間】



注：沿岸いか釣り漁業、採貝・採藻およびその他の漁業の統計データは、全部または一部が非公表のため、本図には含まれていない。

資料：『北海道農林水産統計年報（水産編）平成 19～23 年』（農林水産省北海道農政事務所統計部，2009～2013 年）

第 3.4-3(2) 図 漁業種類別漁獲量（厚真町）【2006～2010 年：至近 5 年間】

c. 漁期・漁場

i) 漁期

苫小牧市および厚真町地先海域で行われている主要沿岸漁業の操業期間と盛漁期は、第 3.4-12 表に示すとおりである。

第 3.4-12 表 主要沿岸漁業の操業期間と盛漁期

漁業種類	操業期間	盛漁期
さけ定置網漁業	9～12 月	9～12 月
すけとうだら刺し網漁業	10～3 月	12～1 月
かれい刺し網漁業	9～7 月	12～2 月
かにかご漁業	7～8 月	7～8 月
えびかご漁業	3～11 月	3～4 月
つぶかご漁業	4～10 月	4～6 月
いかつり漁業	6～1 月	8～9 月
たこ漁業	通年	4～6 月
ししゃもこぎ網漁業	10～11 月	10～11 月
ほっきがいけた網漁業	7～4 月	7～9 月・12～2 月

注：1. 漁業種類の名称は、『平成 23 年版 胆振の水産』（北海道胆振総合振興局，2012 年）に準拠した。

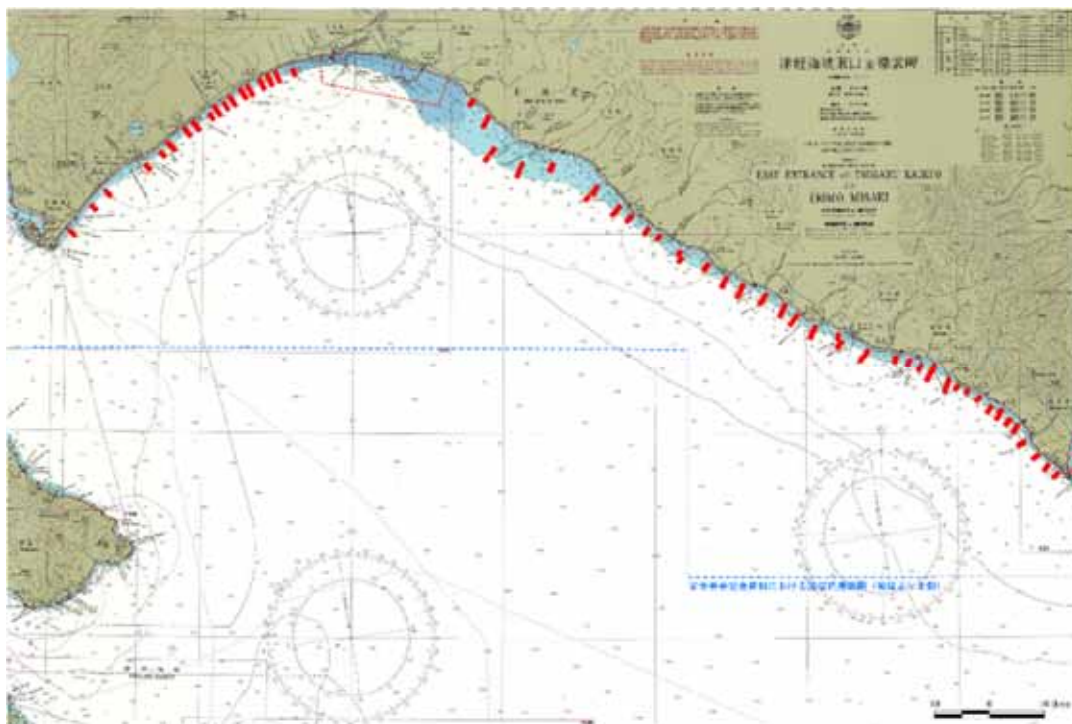
2. かれい刺し網漁業は、苫小牧港湾区域内に限り北海道知事から通年操業が許可されている。

資料：『平成 23 年版 胆振の水産』（北海道胆振総合振興局，2012 年）
『漁業許可の取扱い方針』（北海道水産林務部，2013 年）

ii) 漁場

当該水域における各種漁業の漁場について、第 3.4-4 図にとりまとめた。

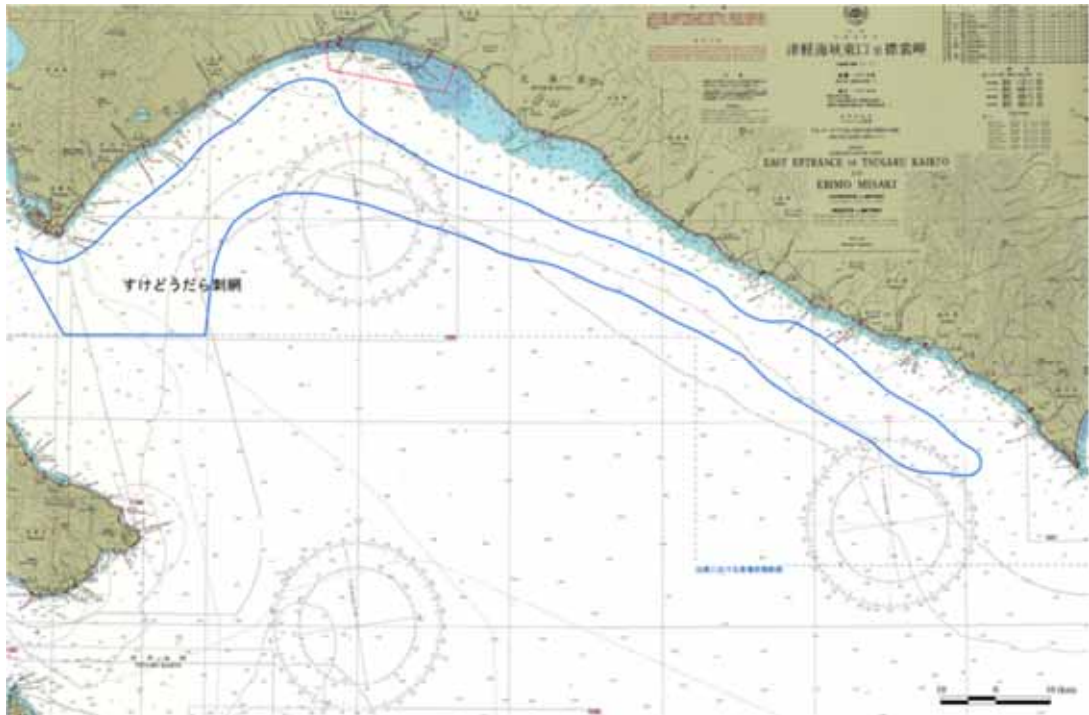
既存資料の整理のほかに、苫小牧漁業協同組合へのヒアリング（平成 26 年 6 月 19 日実施）を行った。



資料：『苫小牧港を中心とする海域の各種漁業操業状況』

（一般財団法人胆振東部日高海域漁業操業安全基金協会，2014 年）

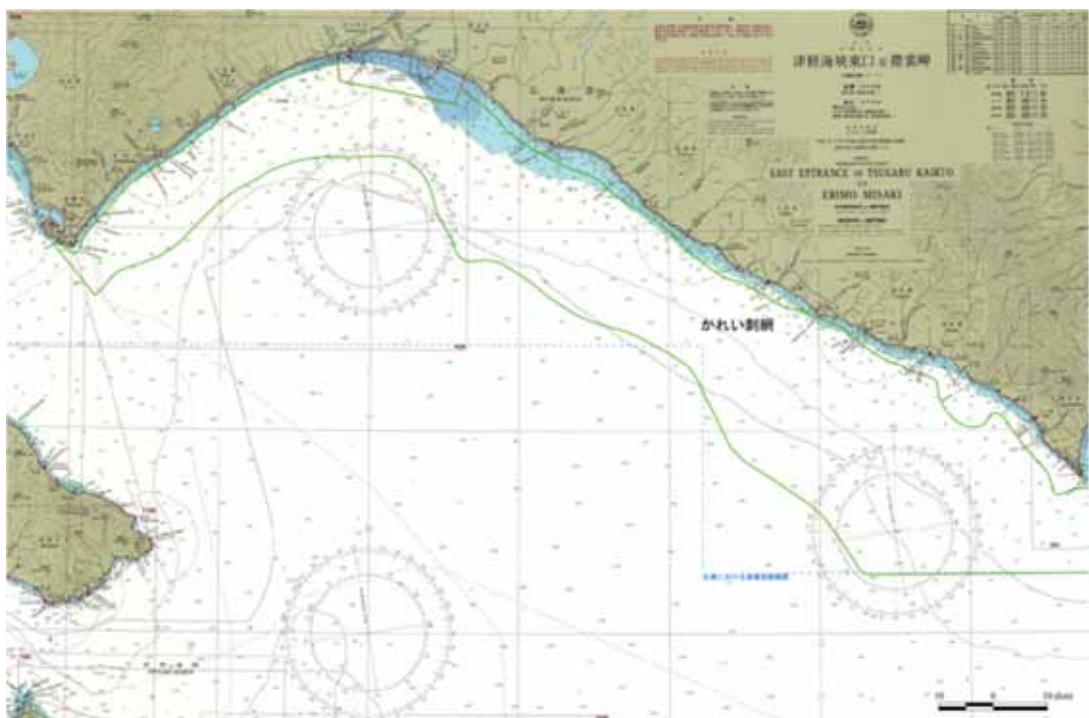
第 3.4-4(1)図 「さけ定置網漁業」の漁場



資料：『苫小牧港を中心とする海域の各種漁業操業状況』

(一般財団法人胆振東部日高海域漁業操業安全基金協会，2014 年)

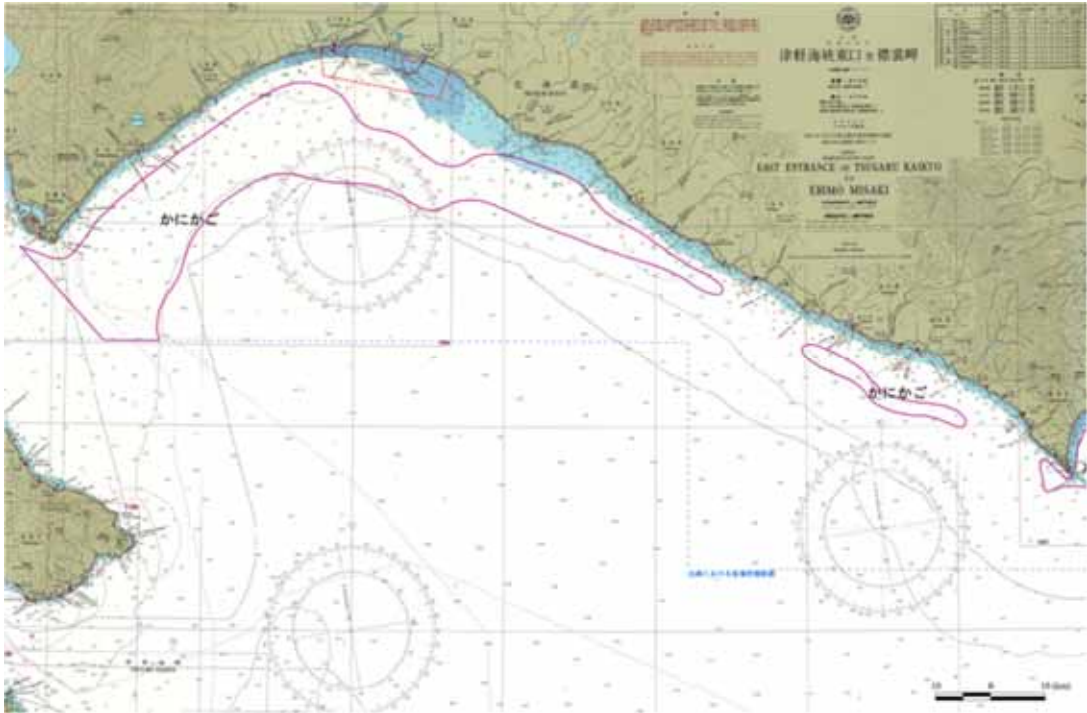
第 3.4-4(2) 図 「すけとうだら刺し網漁業」の漁場



資料：『苫小牧港を中心とする海域の各種漁業操業状況』

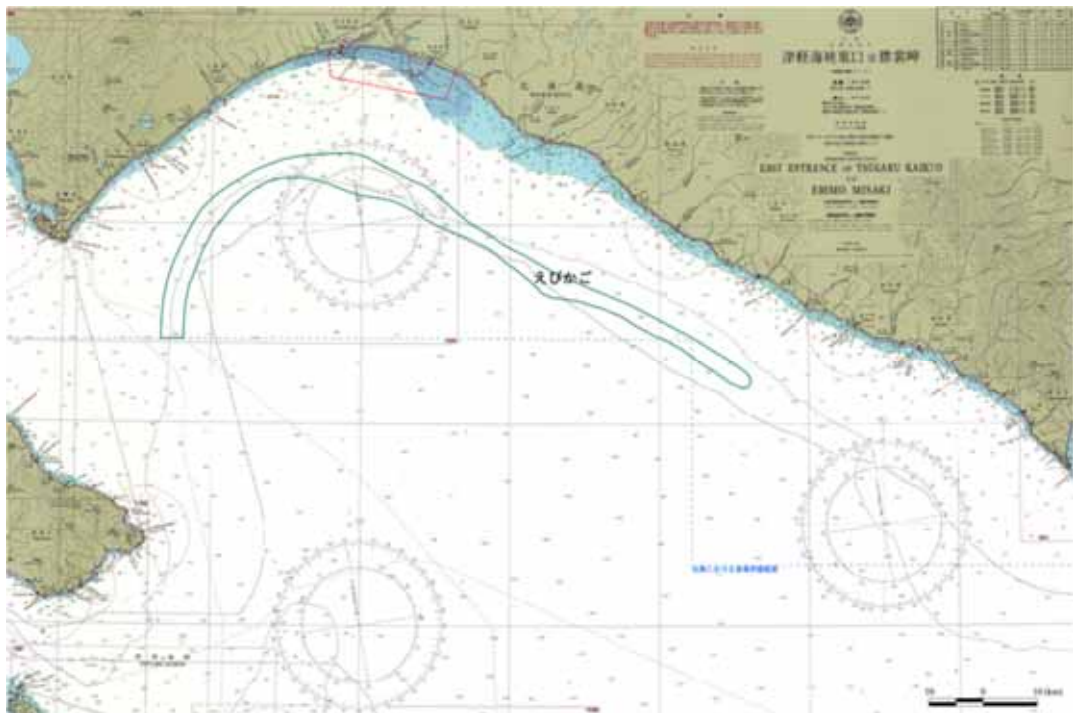
(一般財団法人胆振東部日高海域漁業操業安全基金協会，2014 年)

第 3.4-4(3) 図 「かれい刺し網漁業」の漁場



資料：『苫小牧港を中心とする海域の各種漁業操業状況』
 （一般財団法人胆振東部日高海域漁業操業安全基金協会，2014 年）

第 3.4-4(4) 図 「かにかご漁業」の漁場



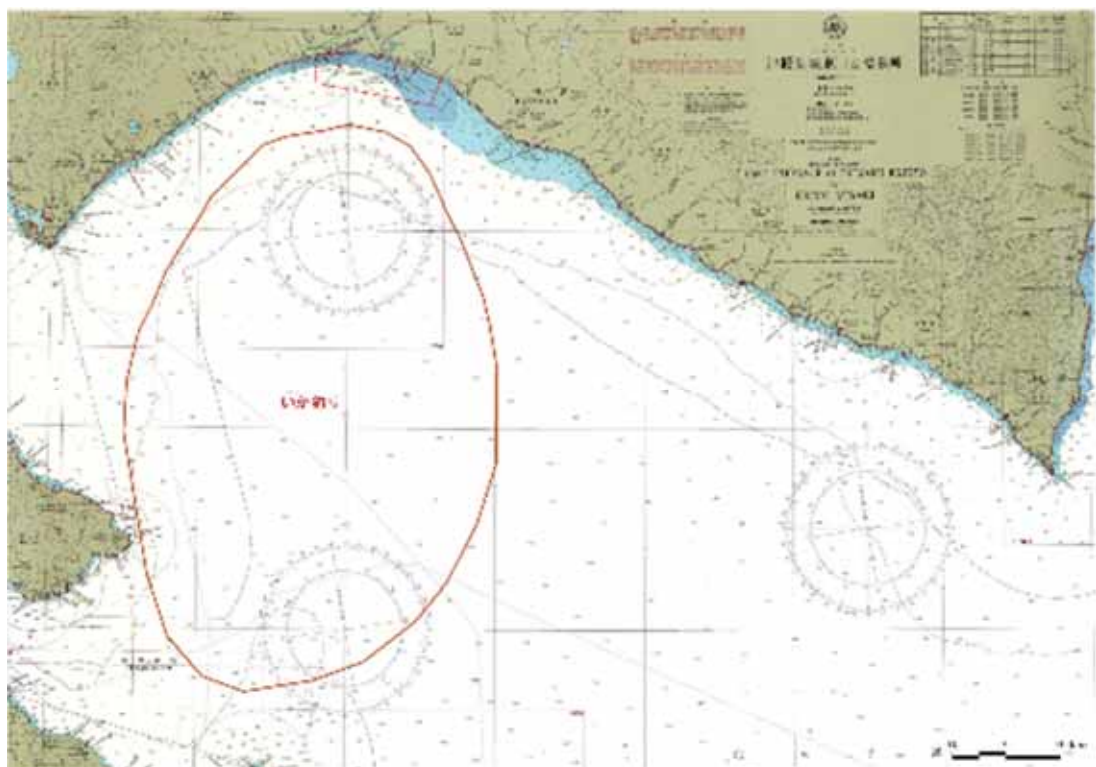
資料：『苫小牧港を中心とする海域の各種漁業操業状況』
 （一般財団法人胆振東部日高海域漁業操業安全基金協会，2014 年）

第 3.4-4(5) 図 「えびかご漁業」の漁場



資料：『苫小牧港を中心とする海域の各種漁業操業状況』
 (一般財団法人胆振東部日高海域漁業操業安全基金協会，2014 年)

第 3.4-4(6) 図 「つぶかご漁業」の漁場



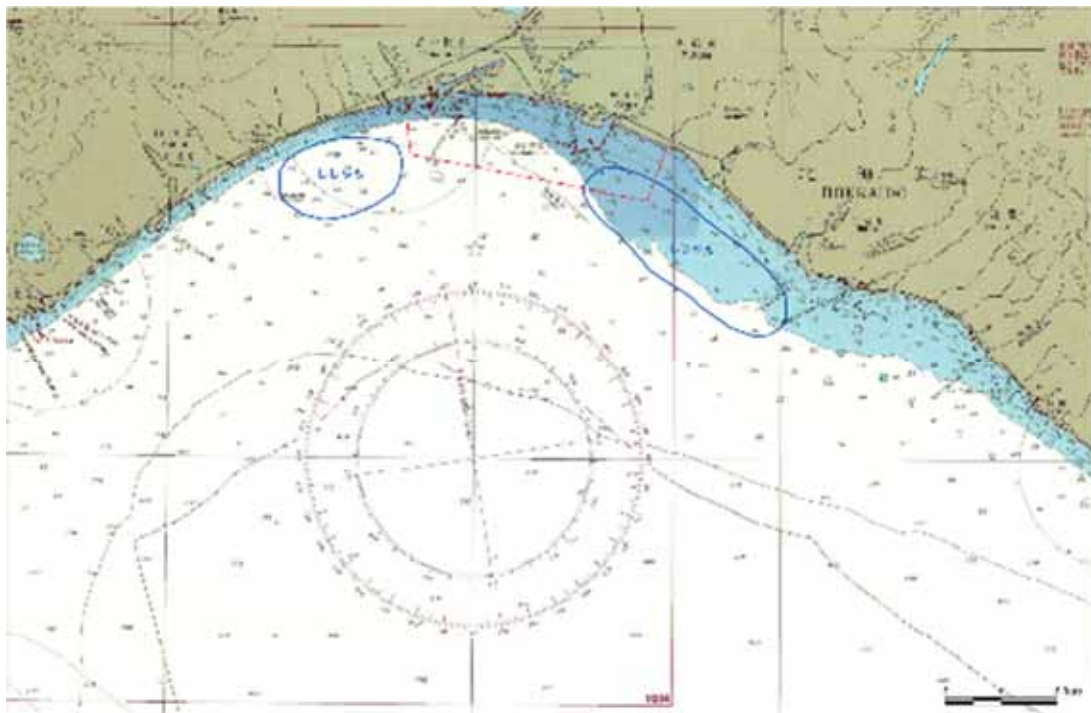
(苫小牧漁業協同組合よりヒアリングによる)

第 3.4-4(7) 図 「いかつり漁業」の漁場



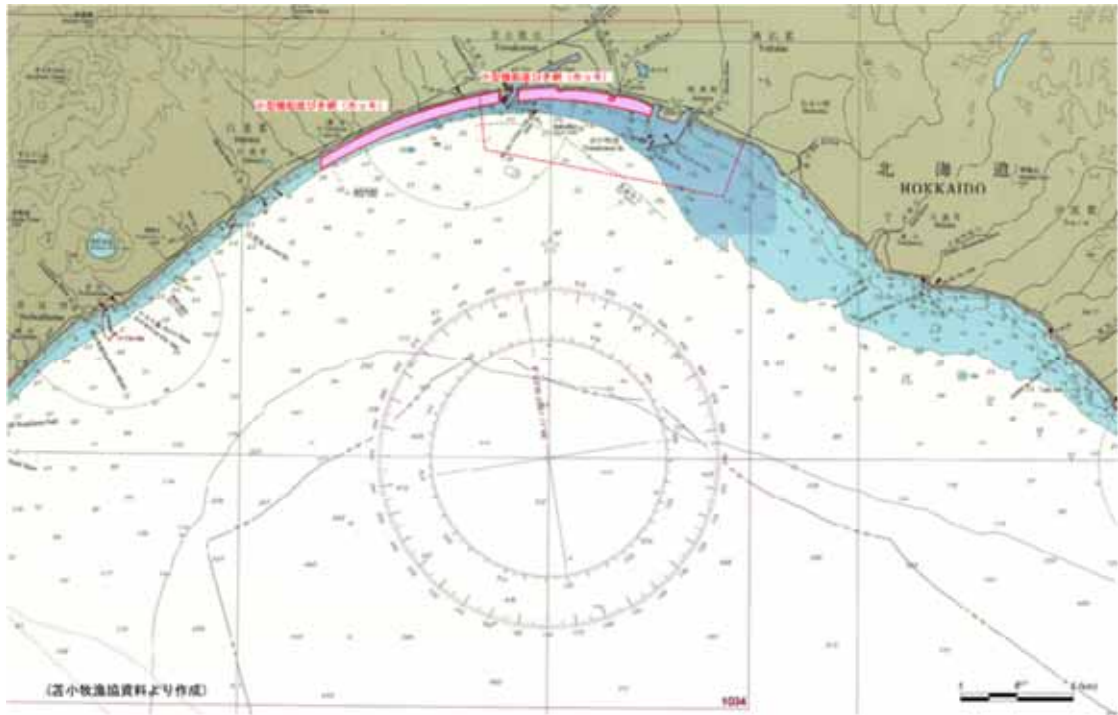
資料：『苫小牧港を中心とする海域の各種漁業操業状況』
 (一般財団法人胆振東部日高海域漁業操業安全基金協会, 2014 年)

第 3. 4-4 (8) 図 「たこ漁業」の漁場



(苫小牧漁業協同組合よりヒアリングによる)

第 3. 4-4 (9) 図 「ししやもこぎ網漁業」の漁場



資料：苫小牧漁協資料

第 3.4-4(10) 図 「ほっきがいけた網漁業」の漁場

イ) 北海道海面漁業調整規則等による規制状況

苫小牧市および厚真町地先海域における北海道海面漁業調整規則による規制状況は第 3.4-13 表、まつかわの資源保護に係る胆振海区漁業調整委員会指示の概要は第 3.4-14 表、さくらます船釣りライセンス制に係る胆振海区漁業調整委員会指示の概要は第 3.4-15 表に示すとおりである。

第 3.4-13 表 主要沿岸漁業の操業期間と盛漁期

	体長等による 制限又は禁止	禁止区域・期間	漁具・漁法の制限
さけ・ます	全長 25cm未満	河口付近等の 一定区域（下表）	遊漁者が自由に行うこと のできる漁具・漁法 1. 手釣・竿釣 2. たも網 （網口及び網の長さの最 長部が40cm未満のもの） 3. 徒手採捕
えぞあわび	殻長6.5cm未満	7月16日～9月30日	
まだかあわび	殻長 12cm未満	9月21日～11月20日	
ほっきがい	殻長7.5cm未満	5月 1日～6月30日	
ほたてがい	殻長8.2cm未満		
えぞばふんうに	殻径 4cm未満	9月 1日～10月31日	
きたむらさきうに	殻径 5cm未満	9月15日～10月31日	
あさり		7月16日～9月30日	
なまこ		6月21日～8月20日	
けがに	雌：全面禁止 雄：甲長8cm未満		
はなさきがに	雌：全面禁止 雄：甲長8cm未満		
にしん	放産卵（振り子を除く）		

注：河口付近におけるさけ・ます採捕禁止

市	河川名	区域					禁止期間
		河川口沿岸		沖合方位 (度.分)		沖合 距離 (m)	
		左海岸(m)	右海岸(m)	左方	右方		
苫小牧市	錦多峰川	300	200	157.38	157.38	200	9月 1日～12月10日
	安平川	標柱の位置	標柱の位置	192.05	192.05	500	5月 1日～ 9月30日

資料：『平成 23 年版 胆振の水産』（北海道胆振総合振興局，2012 年）

第 3.4-14 表 主要沿岸漁業の操業期間と盛漁期

指示期間	2012年8月8日～2013年8月7日
指示内容	全長35cm未満のまつかわを採捕した場合は、速やかに海中に還元しなければならない。

【2013 年 12 月現在】

資料：北海道胆振総合振興局ウェブサイト^[1]

[1] 『胆振海区漁業調整委員会指示第 1 号』

(<http://www.iburi.pref.hokkaido.lg.jp/ss/sis/H26matukawaiinnkaisizi.pdf>, 2014/10/17 アクセス)

第3.4-15表 さくらます船釣りライセンス制に係る胆振海区漁業調整委員会指示
の概要

1	制限期間	2013年12月15日～2014年3月15日				
2	承認	船舶毎の委員会承認				
		承認対象船舶：遊漁船・プレジャーボート（原則総トン数20トン未満）				
3	承認船の遵守事項	ライセンス海域	海域図参照			
		釣獲時間	A海域	日の出から14:00まで		
			B海域	日の出から正午まで		
		その他	承認旗の掲揚・釣果報告の提出			
4	乗船者の遵守事項	漁具及び漁法の制限	竿釣りに限定。なお、同時に使用できる竿数は1人1本（ただし、プレジャーボートに乗船して行う場合を除く）			
		釣獲尾数制限	釣獲し、持することができるさくらますは1日1人10尾以内。			
		その他	放流する場合を除く釣獲魚の廃棄の禁止 釣獲魚の販売等の禁止。 【ただし、全長20cm未満は採捕禁止】			
5	指示に従わない者への措置	指示に従わない場合は、船舶承認の取り消し又は次回の承認を行わない等の措置をとる。				
6	協力金額	遊漁専業船	¥33,000.-			
		遊漁兼業船	¥33,000.-			
		プレジャーボート	¥7,000.-			

海域図

A海域…1-8-7-6-5-ニ-ハ-ロ-イ-1の各点を順次結んだ線によって囲まれた海域
B海域…イ-ロ-ハ-ニ-4-3-2-イの各点を順次結んだ線によって囲まれた海域

点名	緯度			経度		
	度	分	秒	度	分	秒
1	42	27	15	141	54	56
2	42	18	41	141	49	08
3	42	22	14	141	35	50
4	42	09	29	141	15	00
5	42	13	04	141	00	40
6	42	21	51	141	13	15
7	42	30	16	141	28	46
8	42	32	53	141	39	09
イ	42	21	53	141	51	18
ロ	42	30	00	141	30	00
ハ	42	17	17	141	09	09
ニ	42	10	50	141	09	35

【2013年12月現在】

資料：北海道胆振総合振興局ウェブサイト^[1]

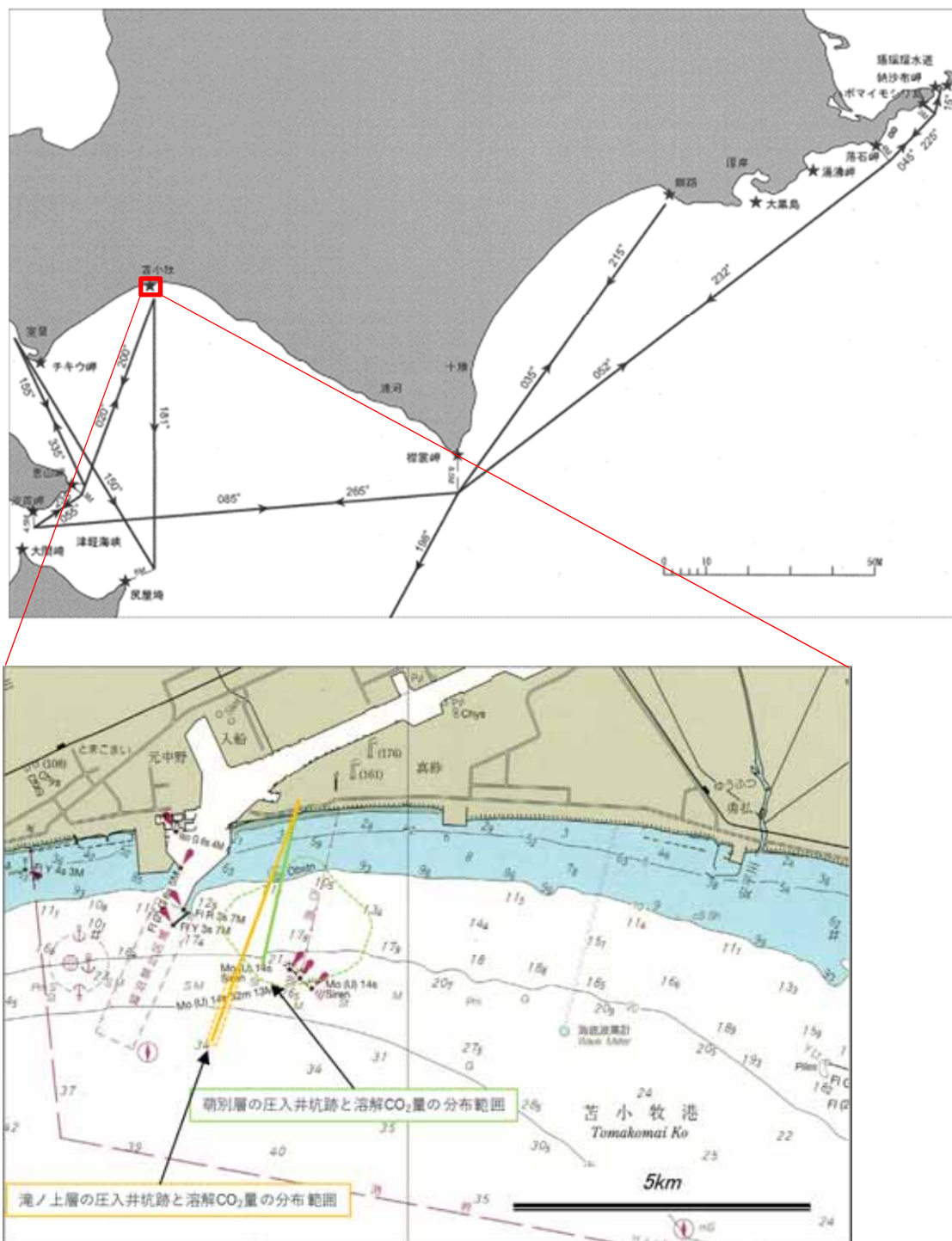
[1] 『胆振海区漁業調整委員会指示第2号』

(<http://www.iburi.pref.hokkaido.lg.jp/ss/sis/kaiku/17sakura/sizi.htm>, 2014/10/17 アクセス)

④ 主要な航路としての利用状況

主要な航路としての利用状況として、苫小牧市および厚真町地先海域周辺の航路について整理した。

北海道南岸沖の航路を、第 3.4-5 図に示す。苫小牧港は主要航路の発着港として重要であり、圧入井および圧入プルームが近接して位置する。



上図資料：『北海道沿岸水路誌』（海上保安庁，2008 年）

第 3.4-5 図 北海道南岸の航路（上）と圧入井および CO₂ プルーム（下）との位置関係

⑤ 港湾区域および港域に関する情報

苫小牧市および厚真町には、「港湾法施行令」による国際拠点港湾、「港則法施行令」による特定港である苫小牧港がある。同港の港湾区域および港域に関する情報等について整理した。

なお、苫小牧市および厚真町には、「漁港漁場整備法施行令」における漁港は存在しない。

苫小牧港の情報は第 3.4-16 表、同港の概要は第 3.4-6 図、至近 5 年間（2008～2012 年）の入港船舶と船舶乗降人員の推移はそれぞれ第 3.4-17 表と第 3.4-18 表、至近 5 年間（2009～2013 年）の海上出入貨物の推移は第 3.4-19 表に示すとおりである。

第 3.4-16(1) 表 苫小牧港の情報

項 目	情 報
港湾の種類	・国際拠点港湾（港湾法，2011年 4月 1日指定） 1963年 4月 1日（重要港湾） 1981年 5月26日（特定重要港湾） ・特定港（港則法，1967年） ・外国貿易港（関税法，1966年） ・検疫港（検疫法，1967年） ・植物検疫港（植物防疫法，1972年） ・指定検疫物（骨粉等）の輸入港（家畜伝染予防法，1992年） ・指定検疫物（動物等）の輸入港（家畜伝染予防法，1993年） ・指定検疫物（肉類）の輸入港（家畜伝染予防法，2005年）
港湾法による港湾区域	鵠川地区浜三角点（6.35m）（北緯42度35分07秒東経141度53分37秒）から264度52分1,200mの地点，同地点から200度25分5,000mの地点まで引いた線，同地点から280度42分30秒21,640mの地点まで引いた線，同地点から353度59分に引いた線及び陸岸により囲まれた海面（1974年12月25日認可）。
港則法施行令による港域	真小牧三角点（6.7m）（北緯42度37分52秒東経141度39分16秒）から263度5,410mの地点から174度5,000mの地点まで引いた線，同地点と苫小牧港東港東防波堤灯台（北緯42度34分49秒東経141度46分17秒）から120度30分7,840mの地点とを結んだ線，同地点から20度30分に引いた線及び陸岸により囲まれた海面。

資料：国土交通省北海道開発局ウェブサイト^{[1],[2]}

『港湾法施行令』（昭和 26 年 1 月 19 日政令第 4 号，最終改正：平成 25 年 11 月 29 日第 323 号）

『港則法施行令』（昭和 40 年 6 月 22 日政令第 219 号，最終改正：平成 25 年 8 月 13 日第 233 号）

『苫小牧港港湾区域』（昭和 50 年 1 月 4 日苫小牧港管理組合告示第 1 号）

[1] 『苫小牧港』（http://www.hkd.mlit.go.jp/zigyoka/z_kowan/bayport/profile/tomakomai.html，2014/10/17 アクセス）

[2] 『港湾施設の現状』（http://www.hkd.mlit.go.jp/zigyoka/z_kowan/bayport/profile/tomakomai.html，2014/10/17 アクセス）

第 3.4-16(2) 表 苫小牧港の情報

項 目	情 報
概 要	勇払平野を掘り込んで築造された我が国最初の掘込式港湾である。港湾内は第1～4区の4港区に分かれている。第1～3区及び第4区西部を西港，第4区の東部を東港と称している。 全道港湾貨物量の1/2，また，内航貨物の取扱量は全国1であり，近年外貨コンテナの増加が著しい。苫小牧港は，北海道における大規模工業地帯として，また，流通拠点としても整備が進められている。 港内の波浪は，年間を通して南向きの頻度が高い。
気 象	この地方の気候は道内では比較的温和で，降雪期間も短い。
潮 汐	大潮期の潮差の平均は0.9m，小潮期の潮差の平均は0.3mである。
潮 流	流速は，港内外ともに弱く，最大0.3kn程度であるが，港内と港外では流況を異にする。
障害物	苫小牧港西防波堤灯台の南西方約1海里に水中障害物（42° 36.8' N 141° 36.1' E，コンクリート塊）がある。また，シーバースの周辺にも多数の水中障害物がある。
旧土砂捨場	苫小牧港西防波堤灯台の南西方約3.6海里付近海域にある。
架空線	中央北ふ頭4号岸壁の東側から水路を横断する架空線（高さ55m）がある。
針路法	室蘭方面から来る場合には，白老港から苫小牧灯台付近までの距離約1～2海里の漁網に注意を要する。出入港に際して，東防波堤の西方の水路は幅約300m，水深約14mで，2灯浮標で示されているが，水路を外れると急に浅くなるがあるので注意を要する。なお，防波堤入り口付近で南～南南西方からの風波が大きいときには，特に注意を要する。 東港に入港する場合，掘下げ水路（水深14～17.5m）の中央を示す導標（2標一線059°）および，北海道石油共同備蓄栈橋への水路を示す導標（2標一線082.7°）ならびに中央ふ頭への水路を示す導標（2標一線012°）が設置されているので，入港に際しては，これらを利用するとよい。
入港上の注意	苫小牧港は，旅客および貨物フェリーのほか，内航定期船等が多数就航しており，西港区においては，総トン数500トン以上の船舶に対し管制信号を行っている。早朝および夕方には出入港船が集中する傾向にあり，対象船舶以外であっても錨泊，入港，出航前に信号所に通報することを指導している。 特に春先から夏にかけては濃霧の発生が多く，全ての船舶は，苫小牧海上交通安全協議会の合意事項により通報を行うこととなっている。
通 信	船舶と港長との間で，「ほっかいどうほあん」を介し無線電話による港務通信ができる。 呼出名称：ほっかいどうほあん HOKKAIDO COAST GUARD RADIO 周波数：16/12ch 運用時間：常時 連絡先：苫小牧海上保安署
水先	苫小牧水先区水先人会に要請する。

資料：『北海道沿岸水路誌』（海上保安庁，2008年）

『北海道沿岸水路誌 追補第5』（海上保安庁，2013年）

第 3.4-16(3) 表 苫小牧港の情報

項 目	情 報		
港 則	港則法施行規則第11条の規定による針路の表示		
	目的地に関する記号	信号	信文
	C	2代・C	第1区の開発フェリーふ頭から中央北ふ頭1号東岸壁に至る間の係留施設に向かって航行する。
	N	2代・N	第1区の木材ドルフィン2号から丸一鋼管岸壁に至る間の係留施設に向かって航行する。
	E	2代・E	第1区の勇払ふ頭から中央南ふ頭西岸壁に至る間の係留施設に向かって航行する。
	S	2代・S	第1区のホクレン用栈橋から苫小牧ふ頭に至る間の係留施設に向かって航行する。
	2E	2代・2・E	第2区の入船ふ頭から北ふ頭に至る間の係留施設に向かって航行する。
	2W	2代・2・W	第2区の西ふ頭又は南ふ頭の係留施設に向かって航行する。
信 号	苫小牧信号所 (42° 37.8' N 141° 37.4' E) および勇払信号所 (42° 38.9' N 141° 40.3' E) で、次表のとおり航行管制信号を行っている。		
	水路名	信号の方法	信号の意味
	苫小牧水路 (中央北ふ頭1号東岸壁東端から中央南ふ頭西岸壁西端まで引いた線以西の第1区および第2区)	Iの文字の点滅	入港船は、入港可 500t以上の出航船は、運転を停止して待機 500t未満の出航船は、出港可
		0の文字の点滅	出港船は、出港可 500t以上の入港船は、水路外において出航船の進路を避けて待機 500t未満の入港船は、入港可
		Fの文字の点滅	500t以上の入港船は、水路外において出港船の進路を避けて待機 500t以上の出航船は、運転を停止して待機 500t未満の入出航船は、入出港可
		Xの文字の点灯	港長の指示船以外は、入出航禁止
	勇払水路 (苫小牧水路を除いた第1区)	Iの文字の点滅	入港船は、入港可 500t以上の出航船は、運転を停止して待機 500t未満の出航船は、出港可
		0の文字の点滅	出港船は、出港可 500t以上の入港船は、運行を停止して待機 500t未満の入港船は、入港可
		Fの文字の点滅	500t以上の入港船は、運行を停止して待機 500t未満の入出航船は、入出港可
		Xの文字の点灯	港長の指示船以外は、入出航禁止

資料：『北海道沿岸水路誌』（海上保安庁，2008年）
『北海道沿岸水路誌 追補第5』（海上保安庁，2013年）

第 3.4-16(4) 表 苫小牧港の情報

項 目	情 報
航泊制限	港内において、石油類の引火による事故防止のため、一般船舶は港内に停泊中の引火性危険物積載タンカー（タンク船を含む。）から30m以内の海面に立ち入ることが禁止されている。
錨泊制限	第1区及び第2区においては、係留施設に係留する船舶以外の船舶の錨泊が制限されている。
錨泊上の注意 および 避難勧告	錨泊は、第3区の検疫錨地付近と第4区シーバース付近が主な錨地となっている。また、南寄りの風にあつては、東港中防波堤の北側が唯一波浪を防げる錨地となっているが、いずれも走錨しやすく、南寄りの強風時、走錨による乗揚げ事故が発生している。このため、苫小牧海上保安署では、南寄りの風が風速15m/s以上に達したとき（達すると予想される場合も含む。）には、「走錨注意情報」（ほっかいどうほあんから16chで周知）を発表するとともに、港長から苫小牧港及び周辺海域に錨泊する船舶に対して抜錨のうえ避難するよう勧告を行っている。
錨 地	底質は主に砂、軽石等で錨かきは悪く、南寄りの風波が大きいときには走錨のおそれがあり、錨泊には適さない。 検疫錨地は第3区の港界付近（42° 36.4' N 141° 36.0' E）にあり、危険物積載船は第4区に錨泊しなければならない。
海事関係 官 公 署	苫小牧海上保安署（港長） 0144-33-0118
	室蘭運輸支局苫小牧海事事務所 0144-32-5901
	苫小牧税関支署 0144-34-1953
	小樽検疫所 苫小牧出張所 （千歳空港検疫所支所 0144-32-2848へ連絡）
	植物防疫所室蘭・苫小牧出張所 0144-33-2913
	入国管理局苫小牧分室 0144-32-9012
	苫小牧港管理組合 0144-34-5551
医療施設	苫小牧市立総合病院 TEL 0144-33-3131
海上交通	八戸港，秋田船川港（秋田区），仙台塩釜港（仙台区），新潟港，敦賀港，大洗港及び名古屋港との間にカーフェリー便がある。

資料：『北海道沿岸水路誌』（海上保安庁，2008年）

『北海道沿岸水路誌 追補第5』（海上保安庁，2013年）



資料：『苫小牧港パンフレット』（苫小牧港管理組合，2012 年）

第 3.4-6 図 苫小牧港の概要

第 3.4-17 表 苫小牧港における入港船舶の推移

(単位：隻，トン)

年次	外航商船		内航商船		漁船・避難船 及びその他船舶		計	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
2008年	989	16,030,968	10,063	61,074,115	3,292	119,008	14,344	77,224,091
2009年	996	14,668,766	9,308	58,565,683	3,232	62,487	13,536	73,296,936
2010年	1,031	14,510,457	9,395	59,304,230	3,213	60,509	13,639	73,875,196
2011年	1,055	16,065,107	9,548	59,965,693	3,242	255,068	13,845	76,285,868
2012年	977	15,667,640	9,700	63,384,938	3,094	98,615	13,771	79,151,193

資料：『苫小牧港統計年報（平成 24 年港湾統計）』（苫小牧港管理組合，2013 年）

第 3.4-18 表 苫小牧港における船舶乗降人員の推移

(単位：人)

年次	外国航路		内国航路		合計		
	乗込人員	上陸人員	乗込人員	上陸人員	乗込人員	上陸人員	計
2008年	-	-	440,366	427,674	440,366	427,674	868,040
2009年	-	-	435,238	418,338	435,238	418,338	853,576
2010年	93	93	423,079	408,786	423,172	408,879	832,051
2011年	-	-	409,922	394,108	409,922	394,108	804,030
2012年	-	-	456,070	440,121	456,070	440,121	896,191

資料：『苫小牧港統計年報（平成 24 年港湾統計）』（苫小牧港管理組合，2013 年）

第 3.4-19 表 苫小牧港における海上出入貨物の推移

(単位：トン)

年次	外国貿易		内国貿易		総計
	輸出	輸入	移出	移入	
2009年	1,036,215	18,009,639	41,263,931	41,983,260	102,293,045
2010年	1,013,944	14,764,415	38,539,559	39,734,797	94,052,715
2011年	1,035,227	14,724,642	38,905,651	40,009,567	94,675,087
2012年	1,027,886	16,733,889	39,430,470	39,265,994	96,458,239
2013年	871,763	16,090,243	40,846,357	41,599,126	99,407,489

資料：『苫小牧港統計年報（平成 24 年港湾統計）』（苫小牧港管理組合，2013 年）

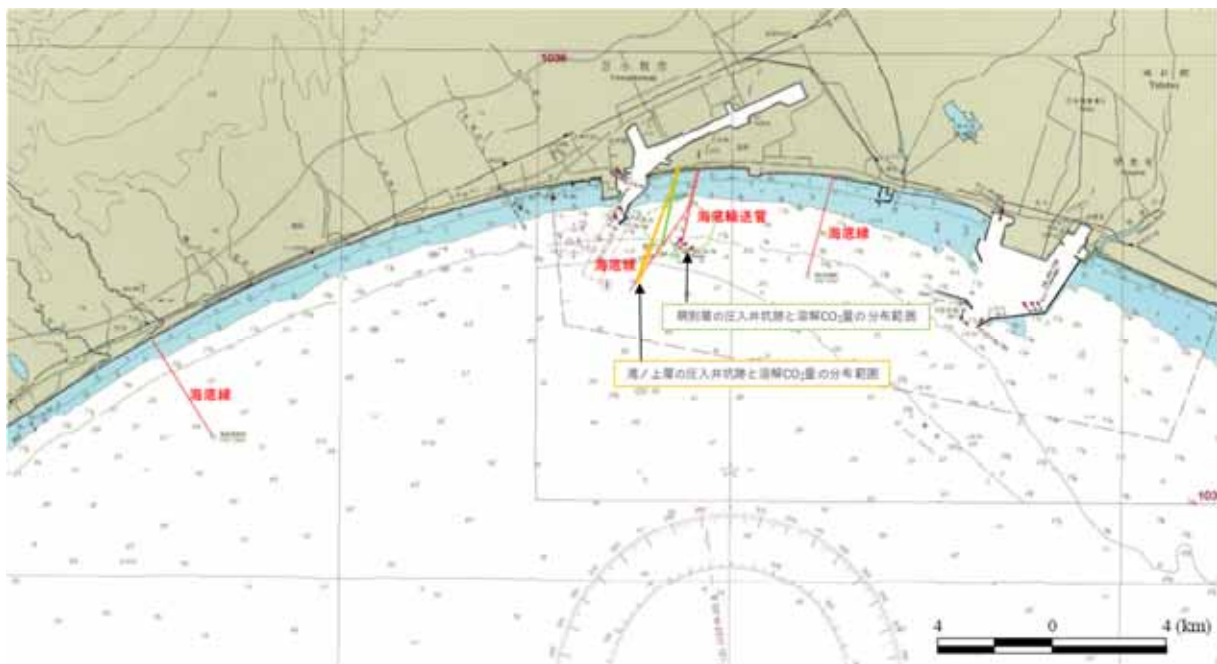
⑥ 海底ケーブルの敷設，海底資源の探査または掘削その他の海底の利用状況

7) 海底ケーブル等

苫小牧市および厚真町地先海域の海底ケーブル等の敷設状況について、『航海用海図 W1034 室蘭港至苫小牧港』（海上保安庁，2010 年）および『航海用海図 W1033A 苫小牧港西部』（海上保安庁，2013 年）での記載情報を確認し，整理した。

海底ケーブル等の敷設状況は，第 3.4-7 図に示すとおりである。

苫小牧市および厚真町地先海域では，汀線から沖合方向に伸びる海底線および海底輸送管が 4 箇所には敷設されている。圧入井および CO₂ プルームには，近接して海底ケーブル（図中では海底線）および海底油送管が認められる。



資料：『航海用海図 W1034 室蘭港至苫小牧港』（海上保安庁，2010 年）
『航海用海図 W1033A 苫小牧港西部』（海上保安庁，2013 年）

第 3.4-7 図 海底ケーブル等の敷設状況と圧入井および CO₂ プルームとの位置関係

イ) 海底資源

海底資源として、海底鉱物資源である海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン団塊のほか、メタンハイドレート、石油・天然ガスが該当する。これら海底資源の分布状況を整理し、苫小牧市および厚真町地先海域での海底資源の有無を確認した。

世界の海底鉱物資源の分布状況は第 3.4-8 図、日本周辺海域におけるメタンハイドレートの存在の指標となる海底擬似反射面（Bottom Simulating Reflector ; BSR）の分布状況は第 3.4-9 図、石油・天然ガス賦存ポテンシャルの高いエリアは第 3.4-10 図に示すとおりである。

苫小牧市および厚真町地先海域は、海底鉱物資源やメタンハイドレートの分布は確認されていないものの、石油・天然ガス賦存ポテンシャルの高いエリアに該当しており、当該海域には、民間会社により試掘権が設定されている。ただし、当該区域において、現時点で公開されている開発計画はない。

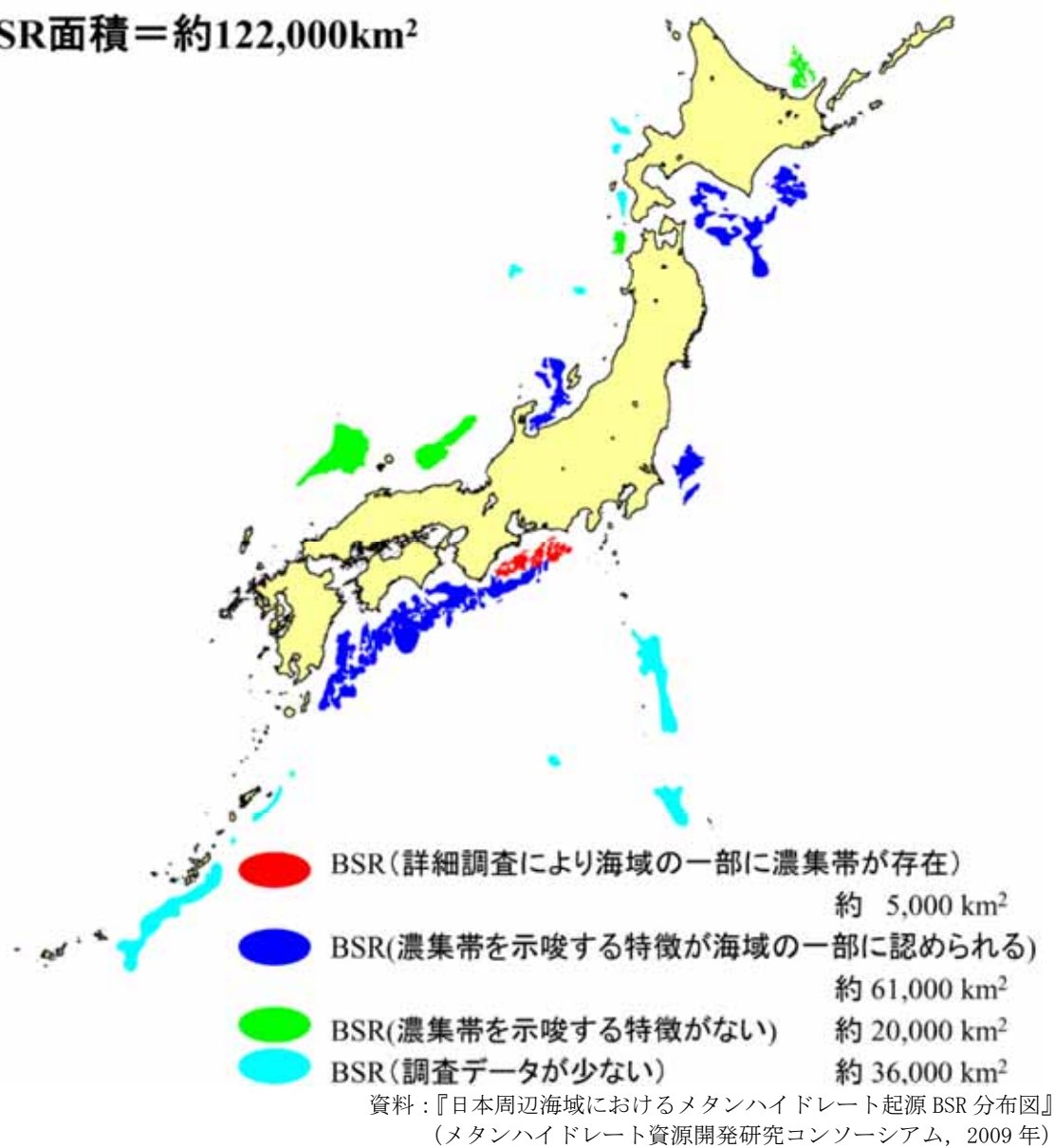


資料：独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構ウェブサイト^[1]

第 3.4-8 図 世界の海底鉱物資源の分布状況

^[1] 『深海底鉱物資源の世界分布』 (http://www.jogmec.go.jp/library/contents9_01.html, 2014/10/17 アクセス)

BSR面積＝約122,000km²



第 3.4-9 図 日本周辺海域におけるメタンハイドレート起源 BSR 分布状況



資料：『海洋エネルギー・鉱物資源開発計画』（経済産業省，2013 年）

第 3.4-10 図 日本周辺海域における石油・天然ガス賦存ポテンシャルの高いエリア（堆積量 2,000m 以上の堆積盆）

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

4.1 海洋環境の化学的な変化の予測の方法

MEC-CO₂二相流モデルを基にして、苫小牧沖を領域とするモデルを構築し、CO₂海中拡散シミュレーションを行った。

(1) シミュレーションモデル

MEC-CO₂二相流モデルは、MEC モデルに CO₂ 二相流モデルが結合された CO₂ 海中拡散シミュレーションモデルである。

① MEC モデル

MEC モデルは日本船舶海洋工学会海洋環境研究委員会海洋モデル検討専門委員会によって開発された海洋循環モデルであり^[1]、沿岸域や湾など比較的狭い海域のシミュレーションを目的とした f 平面モデルである。また、時間的にも比較的短い期間のシミュレーションを想定している。このため、側面開境界に与える境界条件の水温、塩分データや流速データは、時間的に一定値、あるいは潮汐を想定した一定の振動成分を与えるようになっている。また、海面に与える気象データも、運動量のための風速ベクトルデータを除き、時間的にも空間的にも一定値を与えるようになっている。風速ベクトルデータは、空間的には一定値だが、時間的には変動可能である。

MEC モデルは、静水圧モデルと Full-3D（非静水圧）モデルの結合モデルである。モデル領域の大部分は静水圧モデルで計算し、鉛直流が大きく静水圧近似が成り立たない部分を高解像度の Full-3D モデルで計算することができる。静水圧モデルのセルサイズ（ Δx , Δy , Δz ）は空間的に変えることができる。Full-3D モデルは静水圧モデルの xy 平面上の 1 セルにはめ込むことができるようになっている。Full-3D モデルのセルは、静水圧モデルの 1 セルを任意のセル数に均等に分割して作るため、 Δx , Δy は一定である。

水平渦動粘性係数、水平渦動拡散係数は、Richardson の 4/3 乗則に従い、セル幅の関数として決まる。鉛直渦動粘性係数、鉛直渦動拡散係数は成層化関数に従って決定される。

海面の熱フラックス（ Q_T ）は、短波放射（ Q_r ）、長波放射（ Q_b ）、顕熱フラックス（ Q_h ）、潜熱フラックス（ Q_e ）により、

$$Q_T = Q_r - (Q_b + Q_h + Q_e)$$

と与えられる。顕熱、潜熱はバルク式で計算される。淡水フラックス（ Q_s ）は、海面塩分（ s_s ）、大気密度（ ρ_a ）、飽和蒸気圧（ q_s ）、比湿（ q_a ）、風速（ W ）、降水量（ P_r ）により、

$$Q_s = S_s \{ \rho_a C_E (q_s - q_a) W - P_r \}$$

^[1] 日本造船学会海洋環境研究委員会，“MEC Ocean Model オペレーションマニュアル Version 1.1”，（2003）

と与えられる。 C_E は蒸発係数である。淡水フラックスの計算に用いる風速 (W) は、運動量フラックスのための風速データとは独立に与える。

モデル開境界の水位の境界条件として、潮汐の調和定数を与えることでモデル領域内に潮汐を再現させることができる。また、河川からの淡水流入の効果も組み込むことができる。

② CO₂二相流モデル

MEC-CO₂二相流モデルは、MEC モデルの Full-3D モデル部分に CO₂二相流モデルを組み込んだものである^[1]。CO₂二相流モデルでは、CO₂は非溶存態（気相）と溶存態の二相で計算され、非溶存態 CO₂ から溶存態 CO₂ への変換（溶解）も計算される。気泡 CO₂ の溶解しやすさや気泡が上昇するときに受ける抵抗は、気泡の大きさや形状によって変わるため、このモデルでは、気泡の体積により形状効果が組み込まれている。気泡が受ける抵抗は、

$$f_D = \frac{1}{2} C_D \frac{3}{2d_e} \rho_c |(\vec{u}_d - \vec{u}_c)|(\vec{u}_d - \vec{u}_c), \text{ 気泡の溶解率は } \Gamma = \pi d_e^2 k (C_I - C_{cell}) \text{ で表される。こ}$$

こで、 C_D は抵抗係数、 d_e は気泡の直径（気泡が球形ではない場合は、同じ体積の球の直

径）、 ρ_c は海水密度、 $\vec{u}_d$ 、 $\vec{u}_c$ はそれぞれ海水、気泡の速度、 k は溶解係数、 C_I 、 C_{cell} はそれぞれ気泡表面 CO₂ 濃度と気泡が存在するセルの溶存態 CO₂ の濃度である。抵抗係数と溶解係数が気泡の大きさによって次のように定式化されている。

気泡体積が $5 \times 10^{-10} \text{ m}^3$ 以下の場合には、球モデルが適用される。

$$C_D = 24(1 + 0.15 Rn^{0.687}),$$

$$k = D d_e^{-1} (2 + 0.6 Rn^{1/2} Sc^{1/3})$$

気泡体積が $5 \times 10^{-10} \text{ m}^3$ 以上、 $3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ 以下の場合には、楕円体モデルが適用される。

$$C_D = 48 Rn^{-1} G(\chi) (1 + H(\chi) Rn^{-1/2}),$$

$$G(\chi) = \frac{1}{3} \chi^{3/4} (\chi^2 - 1)^{3/2} [(\chi^2 - 1)^{1/2} - (2 - \chi^2) Se^{-1}(\chi)] [\chi^2 Se^{-1}(\chi) - (\chi^2 - 1)^{1/2}]^{-2},$$

$$\chi = 1 + 0.163 E_0^{0.757},$$

$$E_0 = g d_e^2 s^{-1} \Delta \rho,$$

$$k = D d_e^{-1} (2 + 0.6 Rn^{1/2} Sc^{1/3}) \chi^{1/6} [2 \chi^{1/3} (\chi^2 - 1)^{1/2} \{ \chi (\chi^2 - 1)^{1/2} + \log(\chi + (\chi^2 - 1)^{1/2}) \}]^{-1}$$

気泡体積が $3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ 以上の場合には冠球キャップモデルが適用される。

^[1] Kano, Y., T. Sato, J. Kita, S. Hirabayashi, S. Tabeta, 2010. Multi-scale modeling of CO₂ dispersion leaked from seafloor off the Japanese coast. Marine Pollution Bulletin, 60, pp.215-224.

$$C_D = \frac{8}{3} E_0 (E_0 + 4)^{-1},$$

$$k = [(kA)_F A_e^{-1} + (kA)_R A_e^{-1} \dots (Rn > 110)]$$

$$(kA)_F A_e^{-1} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} (|\dot{u}_d - \dot{u}_c| D d_e^{-1})^{1/2}$$

$$(kA)_R A_e^{-1} = \left(\frac{Sr \sin^3 \theta_w}{\pi f(\theta_w)} \right) (|\dot{u}_d - \dot{u}_c| D d_e^{-1})^{1/2}$$

$$f(\theta_w) = 2 - 3 \cos \theta_w + \cos^3 \theta_w$$

$$\theta_w = 50 + 190 \exp(-0.62 Rn^{0.4})$$

$$Sr = 0.1 C_D^{4.71} \dots (C_D \leq 2), \quad 6.13 \times 10^{-3} C_D^{4.71} \dots (C_D > 2),$$

$$k = (kA)_F A_e^{-1} [1 + (1 + V_F V_R^{-1})^{-1/2}] \dots (Rn \leq 110)$$

$$(kA)_F A_e^{-1} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} (1 + V_R V_F^{-1}) (|\dot{u}_d - \dot{u}_c| D d_e^{-1})^{1/2}$$

上記式中の Se は secant 関数, Rn はレイノルズ数, Sc はシュミット

数, E_0 はエトベス数, S は気泡表面

の表面張力, g は重力加速度, D

は分子拡散係数である。エトベス数中の $\Delta \rho$ は気泡と海水の密度差である。また, $H(\chi)$ は Moore (1965)^[1]

の表を参照している。下付添字 F , R は冠球キャップの前方部, 後

方部を意味しており, $V_R V_F^{-1}$ は 0.2 とした。

なお, MEC- CO₂ 二相流モデルでは海水に溶けた後の CO₂ の解離は考慮していない。したがって, CO₂ を気相と溶存態の 2 つにしか区別していない。ここで溶存態 CO₂, あるいは溶存 CO₂ と表現しているものは, 全炭酸 (TCO₂) のことである。

(2) 苫小牧沖海中拡散シミュレーションモデル

① モデル領域

日高湾のおよそ北緯 42.4 度以北を静水圧モデル領域とし (第 2.1-1 図), 解像度 (Δx , Δy) を 1km×1km とした。x, y はそれぞれ東西, 南北の座標である。ただし, CO₂ 二相流モデルが結合された Full-3D モデルで計算する領域が 2km×2km になるように, そのセルが含まれる x, y のみ, Δx , Δy をともに 2km にした。地形 (水深) データは JODC の 500m メッシュ水深データを用い, モデルセル内に存在するデータを平均してモデル地形を作成した。Full-3D モデル領域は 2km×2km の領域を 80 セル×80 セルに分割した。したがって, Full-3D モデルの解像度は 25m×25m である。鉛直方向の解像度 (Δz) は深度 24m までは 2m とし, それ以深は Δz を徐々に大きくした。Full-3D モデルをはめ込むセルの水深は 20m で, Full-3D モデル領域は全層に渡って Δz が 2m である。

② 境界条件データ

モデルの海面境界条件データとして与える気象データ (全天日射量, 雲量, 降水量, 蒸気圧, 風速, 気温) は, 気象庁ウェブサイト掲載の観測値 (月平均値) を用いた。このうち, 降水量, 蒸気圧, 風速, 気温は苫小牧の観測値を用い, 全天日射量, 雲量は苫小牧の観測値がなかったため室蘭の観測値を用いた。運動量計算用の風速ベクトルデータは, 一般財団法

^[1] Moore, D.W., 1965. The velocity of rise of distorted gas bubbles in a liquid of small viscosity. Journal of Fluid Mechanics, 23, pp.749-766.

人気象業務支援センターのアメダス 10 分値データの苫小牧のデータを用いた。気象データはシミュレーションケースごとに一定値を用い、風速ベクトルデータは 1 か月分のデータを繰り返し用いた。

モデル領域南境界（開境界）では放射境界条件を用い、水温、塩分、水位、流速を与えた。水温、塩分については、JODC の水温統計、塩分統計の北緯 42～43 度、東経 141～142 度の値をベースにしてチューニングを行った。

Rosa et al. (2009)^[1]によると日高湾は津軽暖流や親潮が流れ込む湾で、その流路や流量は季節によって変わる。日高湾の沿岸では、冬季は季節風によって作られる時計回りの流れが、少し沖側には親潮由来の反時計回りの流れが卓越し、夏季は津軽暖流の支流により反時計回りの流れが卓越する。そこで、これらの流れの効果を模するため、Rosa et al. (2009)^[1]の結果を参考にして、冬季は西端陸棚域に 0.03m/s、東側斜面域に 0.1m/s の北上流を、夏季は東端陸棚域に 0.075m/s の北上流をそれぞれ南境界の境界条件として与えた。

潮汐による水位変動については、日本近海の潮汐モデルである nao99b モデル^[2]の結果を用いた。nao99b で求められた主要 16 分潮の調和定数を空間的に線形内挿して、モデル領域南境界の各格子に与えた。

河川は、モデル領域内で比較的大きい沙流川、鶴川、安平川、厚真川、敷生川の 5 河川を考慮した。河川流量は、国土交通省水文水質データベースおよび北海道建設部河川課のウェブサイトを参考にして与えた。

また、苫東厚真火力発電所の温排水の効果として、同発電所のセルに周囲より 7℃高い流量 70m³/s の温水によって水温が変化する効果を与えた。

③ シミュレーションに用いたコンピュータ

シミュレーションは北海道大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ（HITACHI SR16000 モデル M1）で行った。

(3) 静水圧モデル単体での計算

MEC モデルは、静水圧モデルの 1 つのセルを Full-3D モデルで計算することができるモデルであるが、静水圧モデル単独で計算することもできる。ここでは、CO₂漏出シミュレーションのスピンアップのためおよびモデルの再現性の検証のために、静水圧モデル単体での計算を複数ケース行った。計算期間は 90 日間とした。初期条件として、水温、塩分は JODC の水温統計、塩分統計の値を採用し、流速は 0 にした。

スピンアップは、CO₂の漏出を始める前に平衡状態にしておくための、いわば初期条件作成のための計算である。静水圧モデルの計算がおおよそ平衡状態に達した後、Full-3D モデルを結

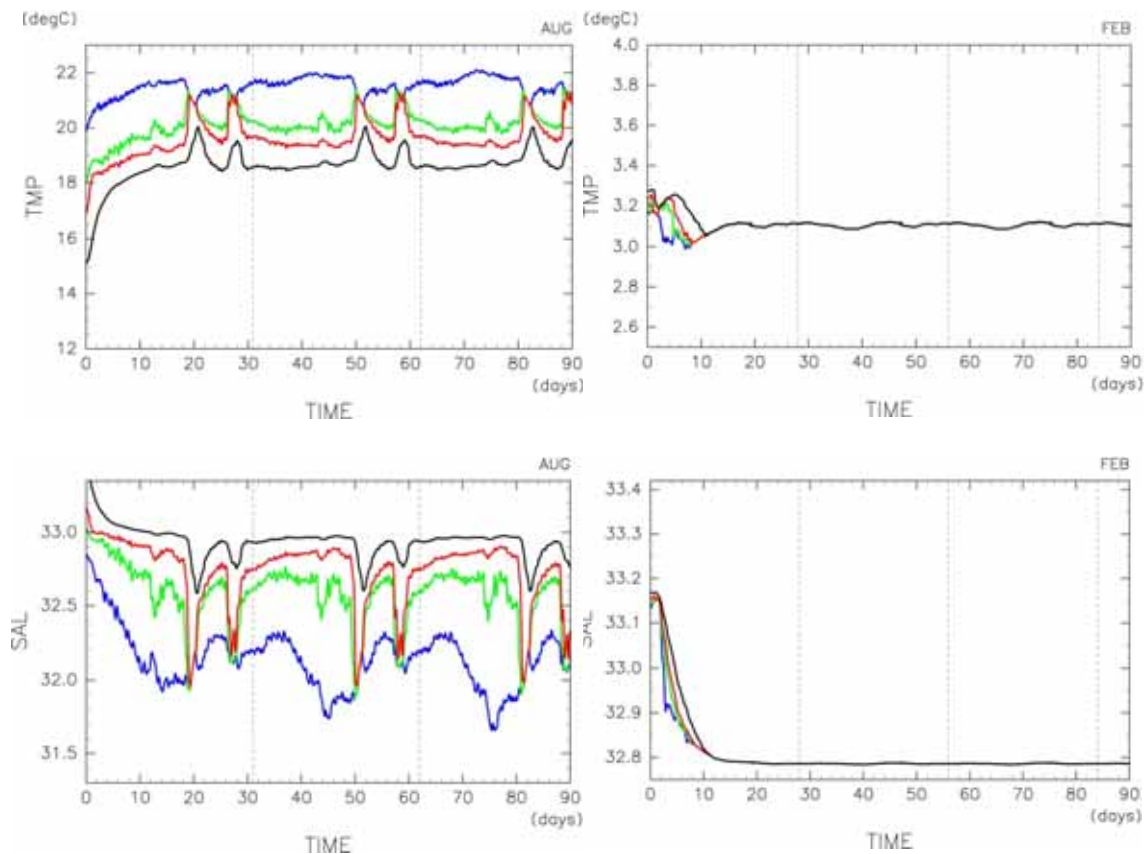
^[1] Rosa A.L., Isoda, Y., Kobayashi, N., 2009. Seasonal variations of shelf circulation in Hidaka Bay, Hokkaido, Japan, with an interpretation of the migration route of juvenile walleye Pollock. *Journal of Oceanography*, 65, pp.615-626.

^[2] Matsumoto, K., Takanezawa, T., Ooe, M., 2000. Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydrodynamical model: A global model and a regional model around Japan. *Journal of Oceanography*, 56, pp.567-581.

合し CO₂ 漏出シミュレーションを行った。第 4.1-1 図は、Full-3D モデルをはめ込むセルの水
温と塩分の時系列図である。

夏季は 2008 年 8 月、冬季は 2003 年 2 月の条件での計算結果である。夏季、冬季ともに 10
日くらいまでは初期値から急激に変化しているが、その後はほぼ平衡に達している。点線は
風速ベクトルデータの繰り返し期間を表している。この時系列の変化から 90 日の計算期間は
スピニングアップとして十分な時間であることがわかる。よって、CO₂ の漏出シミュレーションに
おいては、この時系列の最後の状態を初期値として行った。

モデルの再現性を検証するために、観測データと比較することとし、観測データの年月に
合わせた気象条件で計算を行った。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
の観測データを見ると、夏季に関しては 2008 年 7 月のデータが比較的多く、冬季に関しては
2003 年 1 月のデータが比較的多かったので、2008 年 7 月と 2003 年 1 月の境界条件データ
を用いた。また、2004 年 7 月下旬から 8 月上旬、2005 年 1 月下旬から 2 月上旬に苫小牧港湾事
務所による苫小牧港潮流観測調査が行われたが、CO₂ 漏出点（圧入点）のごく近傍（St. 02）で
流速観測が行われていたため、2004 年 7 月、2005 年 1 月の境界条件データを使った計算も行
った。



注：上が水温，下が塩分。左は夏季（2008 年 8 月）条件のモデル計算結果，右は冬季（2003 年 2 月）条件のモデル計算結果。青，緑，赤，黒の順に 0～2m 層（最上層），8～10m 層，12～14m 層，18～20m 層（最深層）。点線は風速データの繰り返し期間を表している。

第 4.1-1 図 静水圧モデルの Full-3D モデルをはめ込むセルの水温と塩分の時系列

(4) モデル計算結果と観測データの比較

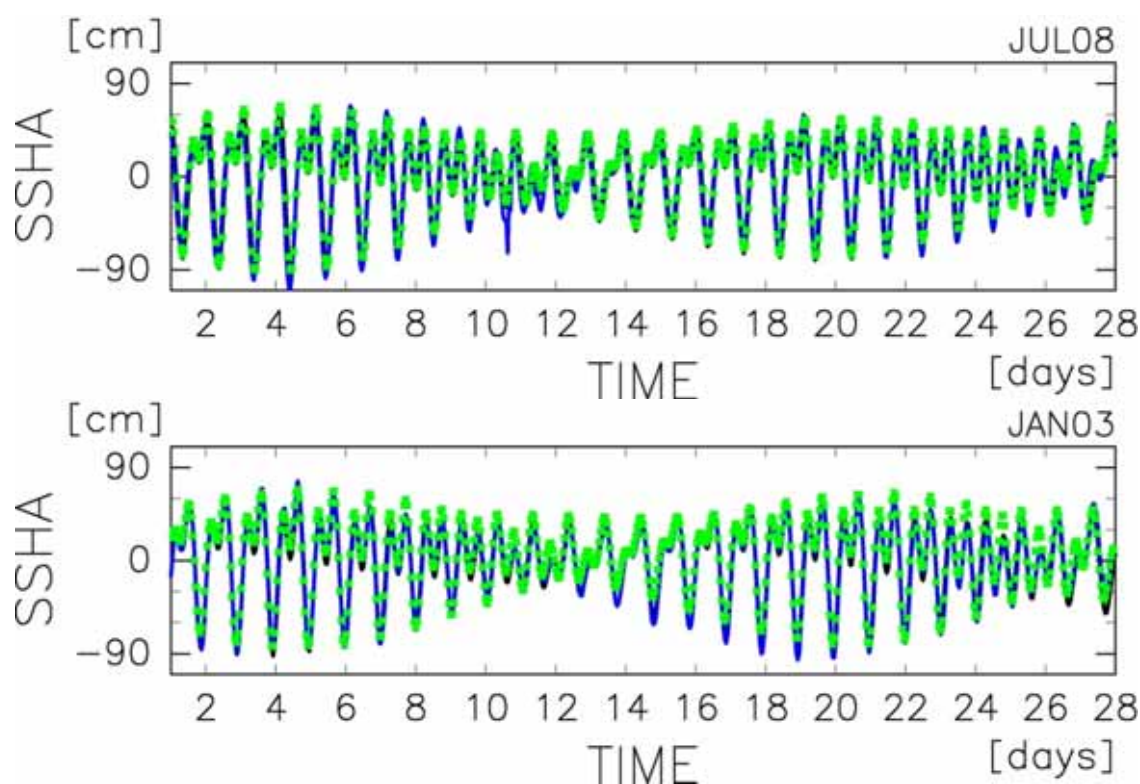
本モデルが実際の海の状況を再現できるモデルかどうかを検証するために，観測値とモデル計算結果を比較した。

前出の第 2.1-3 図に，観測データとモデル計算結果の水温と塩分の鉛直プロファイルを示す。観測データは北海道大学水産学部附属練習船うしお丸で観測された白老周辺のデータと JODC から得られた統計値を用いた。また，モデル計算結果は観測データと同じ海域の計算データを 2 週間平均したものをを用いた。実線がうしお丸で観測されたデータである。7 月は 2003 年，2006 年，2008 年の観測データがあり，それを順に黒，赤，緑でプロットしている。1 月は 2003 年，2008 年，2012 年の観測値があり，順に黒，赤，緑でプロットしている。水色の＋印は JODC のそれぞれ 7 月と 1 月の統計値（北緯 42～43 度，東経 141～142 度の値）である。青の＊印がそれぞれ 2008 年 7 月，2003 年 1 月の条件で計算したモデル計算結果である。

夏季（7 月）の観測値には，海面付近で高温，低塩分で，深くなるにつれて低温，高塩分になるという成層構造が見られ，冬季（1 月）は海面から海底まで水温，塩分とも変化が小さくほぼ一定という構造が見られる。観測結果には年や場所によってある程度ばらつきがみられるが，モデル計算結果はそのばらつきの範囲内に入っており，本モデルで夏季，冬季それぞれの水温，塩分の分布，および成層状態が適切に表現できていることがわかる。

第 4.1-2 図は水位偏差の図である。観測値（青線）は苫小牧西港験潮所の潮位データから平均値を除いた偏差である。験潮所のデータは、1hPa の気圧低下（上昇）で 1cm の水位上昇（低下）が生じるという Inverted Barometer 応答（IB 応答）を仮定して、気圧の影響を除いている^[1]。気圧補正には気象庁観測の苫小牧の気圧データを用いた。緑点がモデルの結果である。観測値とシミュレーション結果はほとんど一致しており、モデルで潮汐がよく再現されていることが示されている。

なお、潮流については必ずしも十分に再現されているわけではない。しかし、潮流による物質輸送流速 u と潮流の流速振幅 U の比 u/U を潮位変動の振幅 a と水深 h を用いて $a/(2h)$ で見積もると、 10^{-2} 程度となり潮流による輸送効果は小さいと考えられる。また、生物影響の予測には $\Delta p\text{CO}_2$ の 24 時間平均値あるいは 3 週間平均値を用いている。したがって、潮流が必ずしも十分に再現されていないことは生物影響の予測に大きな影響を与えないと考えられる。



注：観測値（青）と苫小牧西港の位置のセルのモデル計算結果の水位（緑）。上は 2008 年 7 月の観測値と 2008 年 7 月の条件で計算したモデル計算結果，下は 2003 年 1 月の観測値と 2003 年 1 月の条件で計算したモデル計算結果。なお，観測値は IB 応答を仮定して気圧の影響を除去した。

第 4.1-2 図 苫小牧西港験潮所の潮位データから平均値を除いた水位偏差図

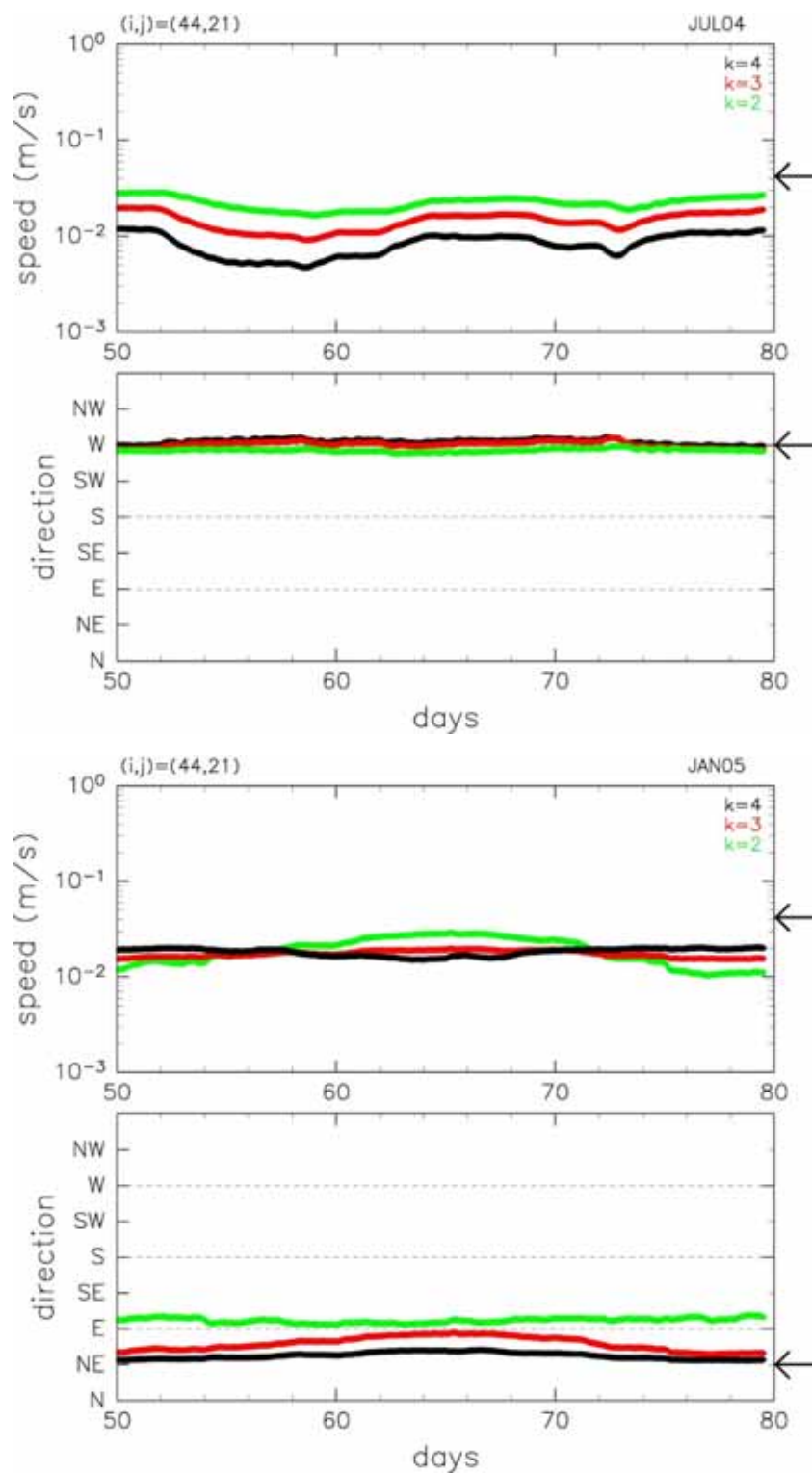
CO_2 漏出点（圧入点）の近傍の北緯 $42^\circ 36' 59.022''$ ，東経 $141^\circ 39' 26.722''$ での流速観測との比較を行った。流速観測は夏季の 2004 年 7 月 22 日～8 月 7 日，冬季の 2005 年 1 月 19 日～2 月 7 日に行われた（第 2.1-2 表参照）。観測は海面下 5m 層で行われた。観測期間の恒流（観測期間のベクトル平均値）は夏季が 4.19cm/s で流向は W（西向き），冬季が 4.18cm/s で

^[1] 稲津大祐，木津昭一，花輪公雄，2005. 気圧変動に対する日本沿岸水位の応答. 海の研究，14，pp. 57-69.

流向は NE（北東向き）であった。第 4.1-3 図はモデル計算結果の上記観測点を含むセルの流速と流向の時系列であり、2004 年 7 月の境界条件データと 2005 年 1 月の境界条件データを使って計算した結果を観測期間に近い 3 週間で移動平均したものである。緑、赤、黒の実線はそれぞれ 2～4m 層、4～6m 層、6～8m 層を示す。

流向については夏季が西向き、冬季が東～北東向きでモデル計算結果と観測結果がよく一致している。流速については夏季、冬季とも観測値に比べて計算値はやや小さめではあるが、オーダーとしてのずれはなく、概ね観測された平均流が再現されている。

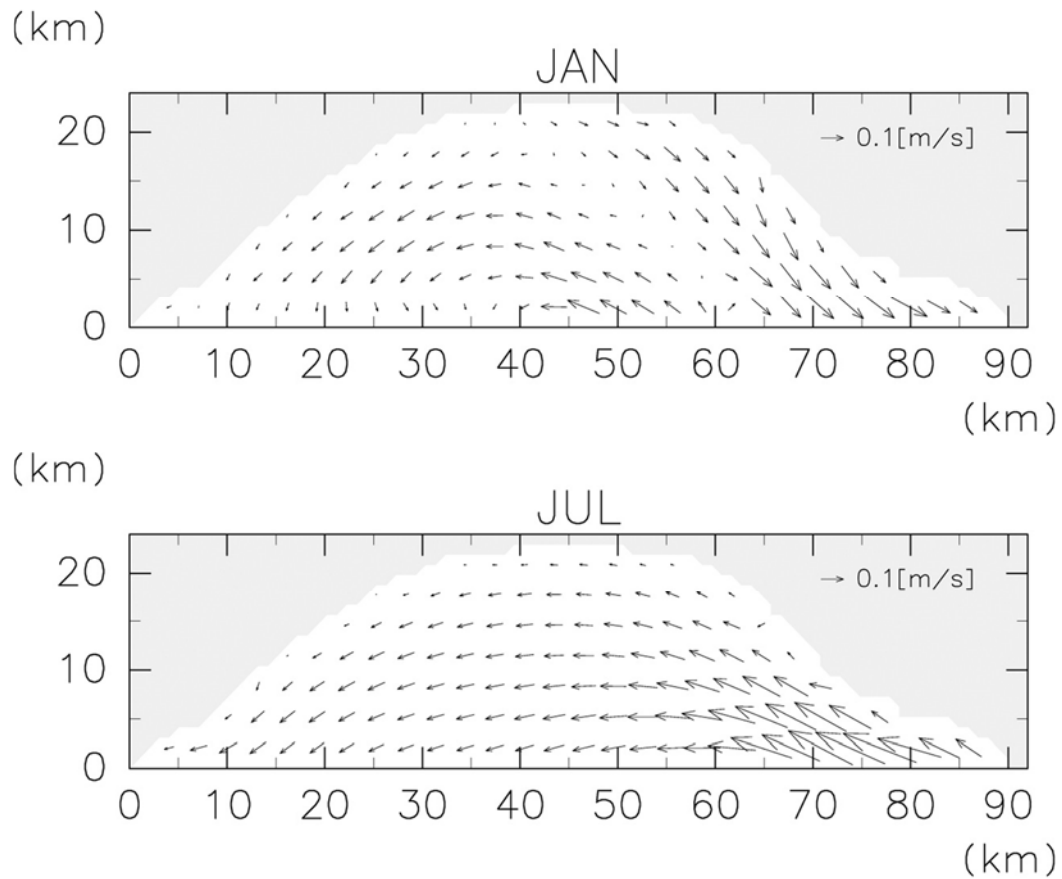
現地調査により得た夏季および冬季の表層（海面下 2m）の流況（第 3.1-13 図および第 3.1-15 図参照）をみると、流向は夏季および冬季ともに海岸線に平行な流れを示す傾向が認められ、文献により把握した流況およびシミュレーション結果の流況と一致している。流速をみると、全調査測点の平均流速は夏季に 10.0cm/s、冬に 13.4cm/s を示しており、文献により把握した流況およびシミュレーション結果の流況（第 4.1-3 図参照）よりやや大きい、これは現地調査における流速の測定期間が短いためと考えられる。



注：緑が2～4m層，赤が4～6m層，黒が6～8m層。流向の軸は下から上に向かって北から時計回りになっている。N，E，S，Wがそれぞれ北向き，東向き，南向き，西向きである。上が2004年7月条件，下が2005年1月条件でそれぞれ計算した結果の3週間移動平均値。縦軸右端の矢印は観測値を示す。

第 4. 1-3 図 流速観測点を含むセルのモデル計算結果の流速と流向の時系列

また、第 4.1-4 図は、モデル領域表層の流れ場を示したものである。1 月は岸沿いに時計回りの流れがあり、沖合に反時計回りの流れがある。一方、7 月は領域全体で反時計回りの流れになっている。第 2.1-8 図と比べると、シミュレーション結果は、定量的にも定性的にも日高湾の流れ場の特徴を再現できていると言える。



注：1 月（上）と 7 月（下）の表層の流れ場。計算期間での時間平均値。

第 4.1-4 図 モデル領域表層の流れ場（計算結果）

以上より、本モデルは適切な境界条件（海面境界条件，側面開境界条件）を与えれば現実的な流況や成層をおおむね再現できるモデルであることが確認された。

4.2 海洋環境の化学的な変化の予測—CO₂漏出シミュレーション

(1) シミュレーション条件

CO₂漏出点は、2つの圧入点の直上と仮定した。圧入点は、滝ノ上層が北緯 42° 36' 10.4807" , 東経 141° 37' 56.6067" , 萌別層が北緯 42° 36' 44.0224" , 東経 141° 38' 27.5915" である。この2つの圧入点（漏出点）は海洋モデルの同じセルに含まれるので、ここでは2つの圧入点を区別していない。

① CO₂漏出量

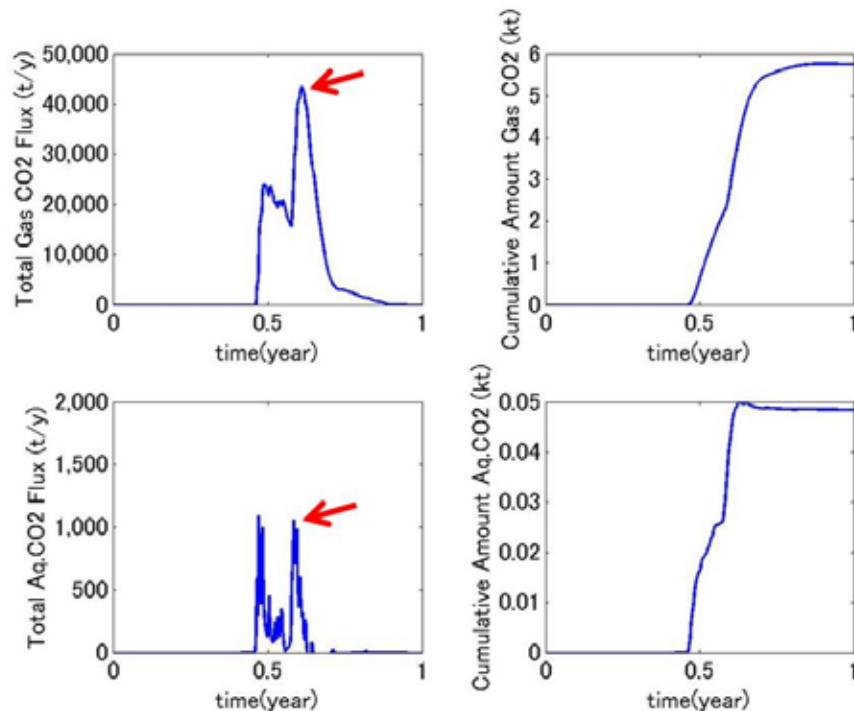
CO₂漏出量については、「2.3 特定二酸化炭素ガスの海洋への漏出の位置及び範囲並びに漏出量の予測」の結果を勘案し、次の2ケースを行った。また、Kano et al. (2010)^[1]が海底から出てくる気泡 CO₂の初期半径、0.5cm, 1cm, 2cmのうち1cmの場合に海水中の pCO₂が最も高くなることを示していることから、気泡 CO₂の初期半径はいずれのケースも1cmとした。

ア) シナリオ2 萌別層ケース（シナリオ2 ケース）

地層中での CO₂ 移行挙動シミュレーションにおけるシナリオ2は、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が新たに発生し、この断層を通じて CO₂ が漏出する極端なシナリオである。このシナリオによるシミュレーション結果（第4.2-1図）は、気相 CO₂ フラックスの最大値が 0.0175kg/s (=551.88 トン/年)、その時間付近の溶存 CO₂ フラックスの極大値が 12.4×10^{-4} kg/s を示し、海中拡散シミュレーションではこれらの値を与えた。

なお、前述のシナリオ1（弾性波探査の検出限界以下の小規模な断層/フラクチャを通じて CO₂ が移行するシナリオ）では、海底面までの CO₂ 漏出は起きないという結果が得られている。

^[1] Kano, Y., Sato, T., Kita, J., Hirabayashi, S., Tabeta, S., 2009. Model prediction on the rise of pCO₂ in uniform flows by leakage of CO₂ purposefully stored under the seabed. International Journal of Greenhouse Gas Control, 3, 617-625.



注：上が気相のフラックス，下が溶存態のフラックス。右は積算漏出量。赤矢印で示した極大値がシナリオ2 ケースで与えた漏出フラックス。

第 4.2-1 図 シナリオ 2 萌別層ケースのシミュレーション結果

イ) 貯留量の 1%が漏出するケース（1%漏出ケース）

CO₂ の貯留予定量（60 万トン）の 1%が 1 年で漏出する場合を想定し，0.190kg/s（＝6,000 トン/年）の気相 CO₂ フラックスと 4.611×10^{-3} kg/s の溶存 CO₂ フラックスを与えた。

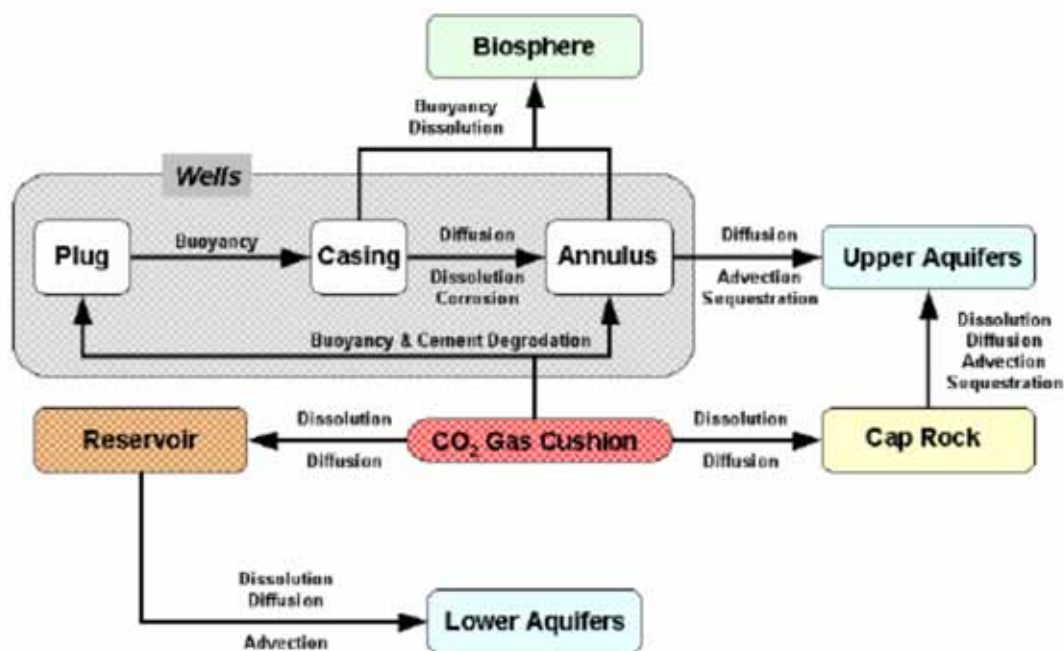
貯留量の 1%が漏出するという想定は，気候変動に関する政府間パネル（以下，IPCC と称する）の検討に基づいている^[1]。IPCC は CO₂ の漏出に関していくつかのシミュレーション結果に基づいて検討を実施した。そのなかで，Walton et al. (2004)^[2]や Zhou et al. (2004)^[3]による移行挙動シミュレーションに基づき，貯留層から CO₂ が何らかの事象で漏出，拡散する量は最大で圧入量（総量）の 1%以下と設定している。

[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., and Zhou, D., 2005. Underground geological storage. In: Metz, B. et al. (Eds), IPCC Special Report on carbon dioxide capture and storage. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp.195-276.

[2] Walton, F.B., Tait, J.C., LeNeveu, D., and Sheppard, M.I., 2004. Geological storage of CO₂: A statistical approach to assessing performance and risk. In: Rubin, E.S. et al. (Eds), Proceedings of 7 the International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Vol. I., pp.693-700.

[3] Zhou, W., Stenhouse, M.J., Arthur, R., Whittaker, S., Law, D.H.-S., Chalaturnyk, R., and Jazrawi, W., 2004. The IEA Weyburn CO₂ Monitoring and storage project -modeling of the long-term migration of CO₂ from Weyburn. In: Rubin, E.S. et al. (Eds), Proceedings of 7 the International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Vol. I., pp.721-730.

Walton et al. (2004)^[1]は、貯留層へ圧入した超臨界 CO₂が遮蔽層へ溶解、拡散もしくは坑井から漏出して生物圏、地圏（地中）、貯留層の中を移動する割合（マスバランスの変化）を統計的に計算し、特に生物圏へ移動する CO₂を漏出と認定した（第 4.2-2 図）。

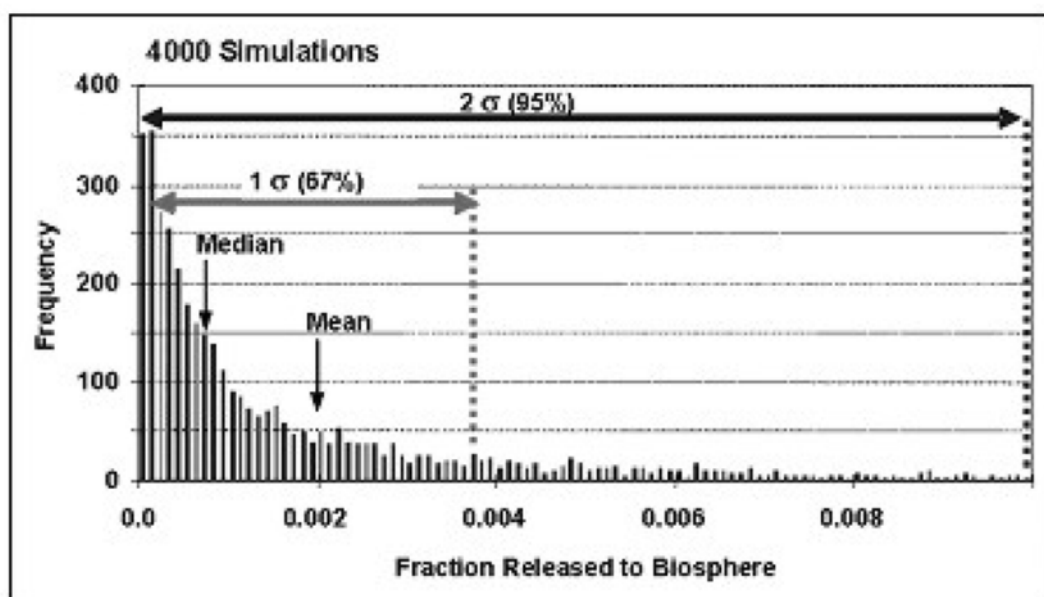


注：出典：Walton et al. (2004)^[1]

第 4.2-2 図 貯留層からの CO₂ の漏出経路

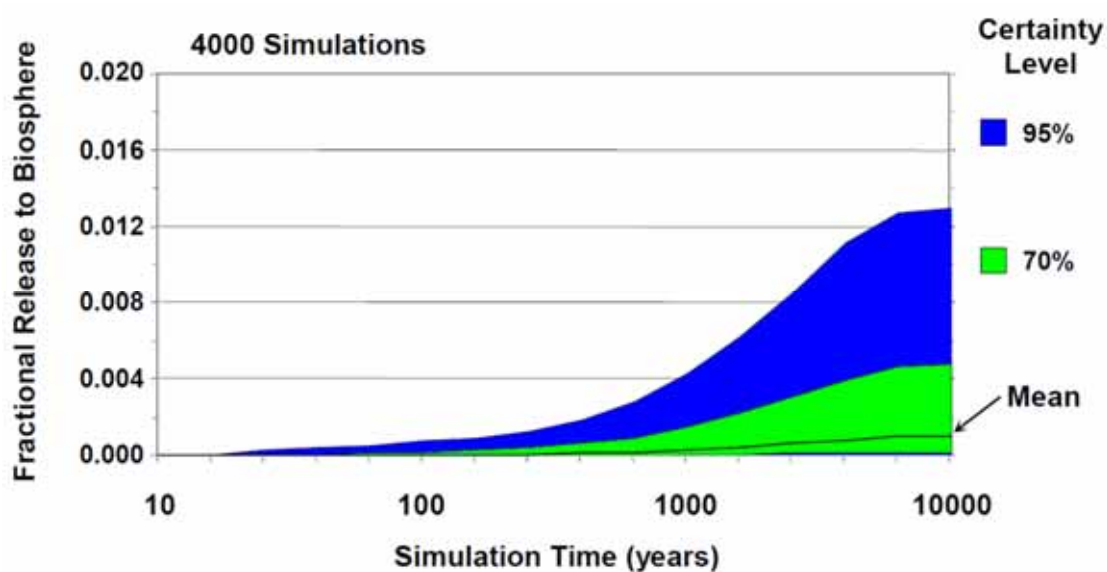
結果として、4,000 ケースの計算を実施した上で標準偏差の 2 σ （全体の 95%）は生物圏への漏出割合が 0.012 となることを示し（第 4.2-3 図）、圧入後 8,000 年から 10,000 年後に坑井などを通じて生物圏へ漏出する CO₂の量は、最大でも圧入量の 1.2%であることを示唆した（第 4.2-4 図）。

^[1] Walton, F.B., Tait, J.C., LeNeveu, D., and Sheppard, M.I., 2004. Geological storage of CO₂: A statistical approach to assessing performance and risk. In: Rubin, E.S. et al. (Eds), Proceedings of 7 the International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Vol. I., pp.693-700.



注：出典：Walton et al. (2004)^[1]

第 4.2-3 図 生物圏への漏出量



注：出典：Walton et al. (2004)^[1]

第 4.2-4 図 生物圏への圧入後から 10,000 年後の漏出量

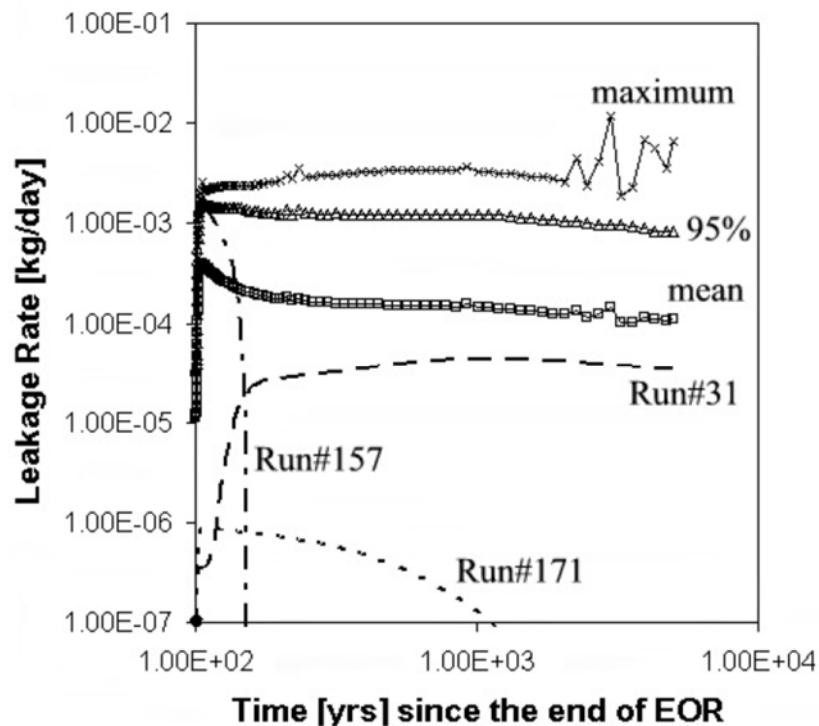
また、Zhou et al. (2004)^[2]も貯留層から生物圏への CO₂ の漏出を課題とし、貯留層に達している坑井のプラグやアニュラスを通じて CO₂ が漏出する場合を想定して漏出レート（フ

^[1] Walton, F.B., Tait, J.C., LeNeveu, D., and Sheppard, M.I., 2004. Geological storage of CO₂: A statistical approach to assessing performance and risk. In Rubin, E.S. et al. (Eds), Proceedings of 7 the International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Vol. I., pp.693-700.

^[2] Zhou, W., Stenhouse, M.J., Arthur, R., Whittaker, S., Law, D.H.-S., Chalaturnyk, R., and Jazrawi, W., 2004. The IEA Weyburn CO₂ Monitoring and storage project -modeling of the long-term migration of CO₂ from Weyburn. In Rubin, E.S., Keith, D.W., and Gilboy, C.F., (Eds), Proceedings of 7 the International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Vol. I., pp.721-730.

ラックス)の時系列変化を計算した。その結果に基づくと、フラックスは圧入直後に急激に増加し、およそ100年後に最大値を示した後に減少傾向が認められる。また、直後に急減する例(RUN)も顕著である(第4.2-5図)。

以上より、貯留量の1%が漏出開始直後の最大のフラックスで全て漏出してしまうというのが最も危険側での想定となる。そこで、貯留量の1%が1年で漏出する高い漏出フラックスを想定し、1%漏出ケースのフラックスとした。



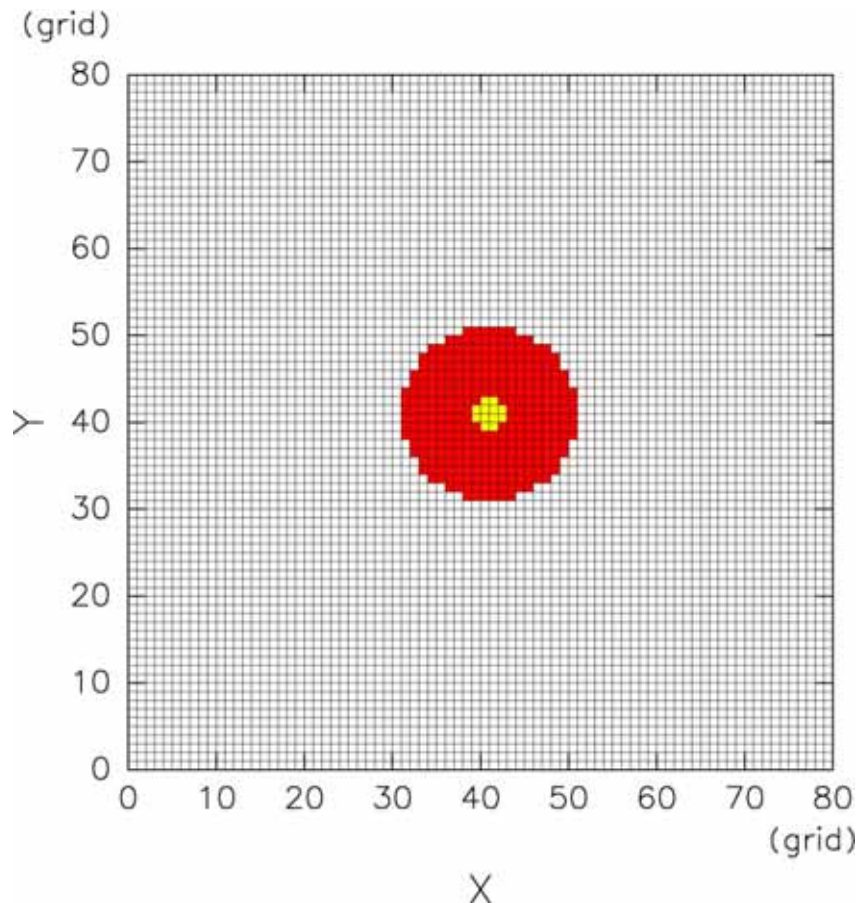
注：出典：Zhou et al. (2004)^[1]

第4.2-5図 CO₂漏出レート(フラックス)の時系列変化

② 漏出域

漏出域は、円形に設定した(第4.2-6図)。断層からの漏出を仮定したものであれば、線状の漏出域になる可能性があるが、線上では向き依存性が生じる。例えば、東西流が卓越しているような場合に、線状の漏出域を東西向きにするか南北向きにするかでCO₂の濃度分布結果が変わる可能性がある。しかし、円形ならそういう可能性がない。また、漏出したCO₂は移行挙動シミュレーションの上面から海底堆積層を通して海水に到達する間に広がる可能性があり、線上の断層から漏出したとしても、必ずしも線状で海底(海底堆積層上面)に達するとは限らない。これらの理由により、円形の漏出域を設定するのは妥当だと考えられる。

円形漏出域の直径は、シナリオ2ケースと1%漏出ケースについて500mと100mの2ケースを行った。ここでは、それぞれ「500mケース」、「100mケース」と記した。また、この漏出域の直径と前項の漏出量を合わせて、例えば1%漏出ケースの500mケースであれば「1%漏出-500mケース」のように記した。



注：赤が直径 500m の円形漏出域の場合、黄色が直径 100m の円形漏出域の場合の漏出セル。

第 4.2-6 図 Full-3D モデル領域 (2km×2km) の CO₂ 漏出域

③ 季節

シミュレーションは夏季と冬季の 2 季節について行った。夏季は 2008 年 8 月の境界条件データを用い、冬季は 2003 年 2 月の境界条件データを用いた。2 季節を選んだのは、海の状態が夏季と冬季で両極端となるためである。夏季は水温が高く強く成層している。一方、冬季は水温が低く成層がほとんどない。第 4.2-2 図や第 4.2-3 図に示されているとおり、水深 20m 程度の浅い海域では冬季は強く鉛直に混合されており海底から海面までほぼ同じ水温、塩分になる。夏季（8 月）は海面と海底の水温差が約 4℃となり、上下混合が起きにくい。また、夏季は最も低温の海底付近でも水温は約 18℃で、冬季（2 月）の約 3℃に比べると非常に高い。気体の CO₂ の溶解は水温に大きく依存するので、季節間での水温の違いも重要な因子である。

④ シミュレーションケース

上記①～③の組み合わせによりシミュレーションは 8 ケース行った。また、漏出による CO₂ 濃度の増加量を求めるためにバックグラウンドとなる CO₂ 無漏出シミュレーションも行った。したがって、下記 10 ケースの計算を行った。

1. シナリオ 2-100m ケース, 夏季条件
2. シナリオ 2-100m ケース, 冬季条件
3. シナリオ 2-500m ケース, 夏季条件
4. シナリオ 2-500m ケース, 冬季条件
5. 1%漏出-100m ケース, 夏季条件
6. 1%漏出-100m ケース, 冬季条件
7. 1%漏出-500m ケース, 夏季条件
8. 1%漏出-500m ケース, 冬季条件
9. 無漏出ケース, 夏季条件
10. 無漏出ケース, 冬季条件

単位面積当たりの気相 CO₂ の漏出量は, シナリオ 2-100m ケースが $2.33 \times 10^{-6} \text{kg/m}^2/\text{s}$, シナリオ 2-500m ケースが $8.86 \times 10^{-8} \text{kg/m}^2/\text{s}$, 1%漏出-100m ケースが $2.54 \times 10^{-5} \text{kg/m}^2/\text{s}$, 1%漏出-500m ケースが $9.63 \times 10^{-7} \text{kg/m}^2/\text{s}$ である。

CO₂ 漏出シミュレーションは, 静水圧モデル単体で 90 日計算 (スピニングアップ) した状態を初期値とした。

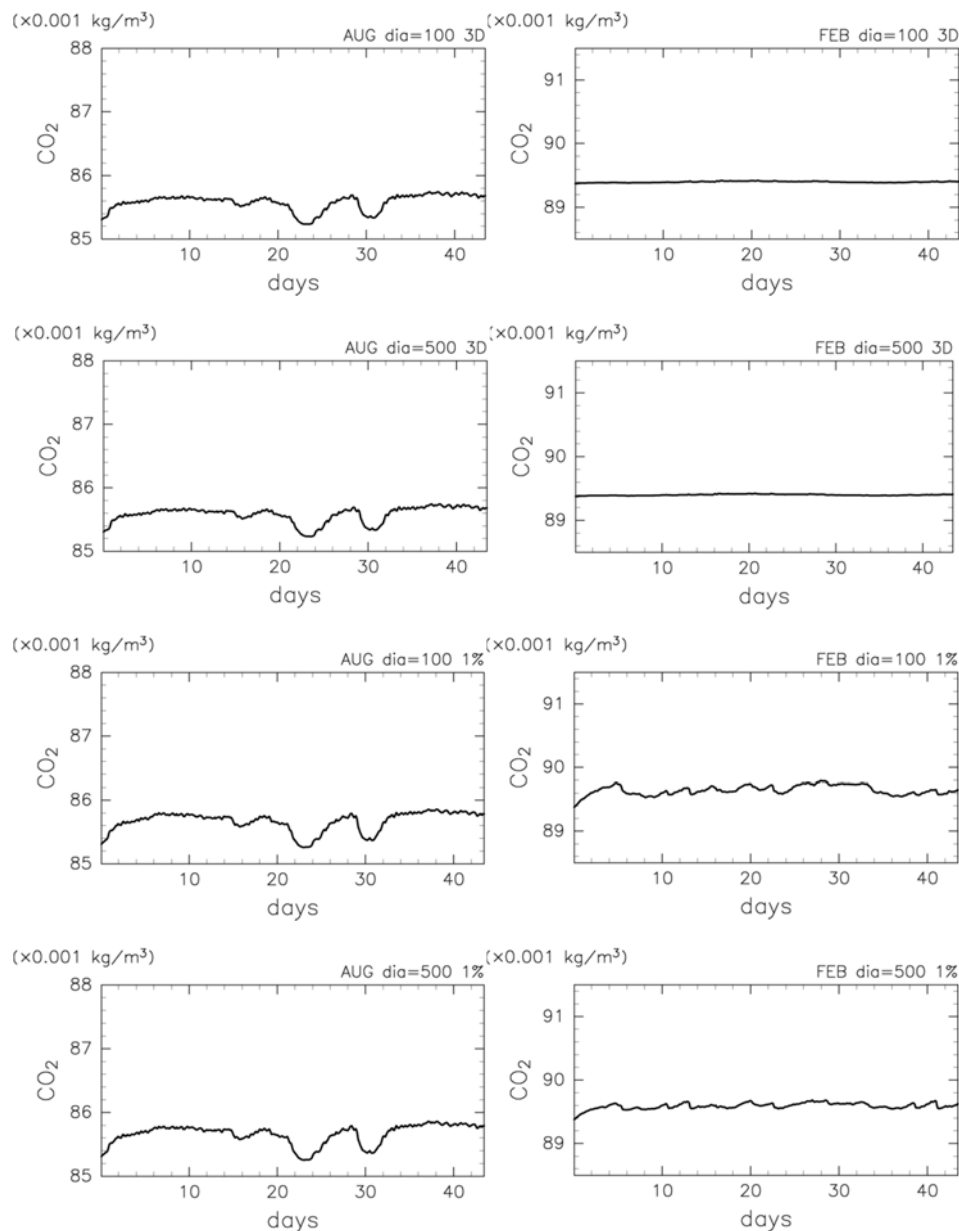
4.3 シミュレーション結果

(1) 潜在的環境影響評価項目

第 3-1 表に示した潜在的海洋環境影響調査項目のうち、 CO_2 が海水中に漏出した際に直接的な影響が及ぶと考えられるのは、水環境については炭酸系の項目（水素イオン濃度指数、全炭酸、アルカリ度、 pCO_2 ）であり、その他の調査項目は直接的な影響がでるとは考えにくい。海底環境については、極端に危険側の CO_2 漏出であっても、漏出の範囲は最大で水平方向に 500m であり（第 4.2-6 図参照）、漏出範囲は、広範囲に一樣な砂質が広がる海底のごく一部であることから、漏出の影響は限定的であるため、影響評価の対象としては選定しない。海洋生物については、浮遊生物は水塊の移動に伴って季節的に大きく種組成が変化すること、海草および藻類は現存量が極めて小さいこと、さんご類は生息していないことから、これらの影響評価は困難である。したがって、影響評価の対象として魚類等遊泳動物および底生生物を選定した。生態系については、産卵場または生育場として当該海域を利用している重要な生物は魚類等遊泳動物および底生生物であり、藻場および干潟は極小域しか認められず、さんご群集その他の脆弱な生態系は認められない。また、熱水生態系その他の特殊な生態系は、当該海域に存在しない。さらに、海洋の利用等については、海洋レクリエーション、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、漁場、主要な航路、港湾区域および港域、海底ケーブルの敷設、海底資源の探査または掘削その他としての利用について調査を行った。漁場としての利用については、魚類等遊泳動物および底生生物を対象として漁業が行われていることから、魚類等遊泳動物および底生生物を環境影響評価項目とすることで対応する。その他の項目については、海洋レクリエーションの場として公園等が存在することや、自然環境の保全を目的として設定された区域として、陸上における自然公園等が存在すること等が確認されているが、ここで検討した極端に危険側の CO_2 漏出であっても、海底の漏出地点から水平方向に 500m、垂直方向には海面までの範囲において、 pCO_2 が最大で 100 μatm 上昇する程度（第 4.4-2 図～第 4.4-4 図参照）であることや、海水中から大気へ微量の CO_2 が出た場合においても、大気中では海水中に比べて CO_2 は急速に拡散することから、ヒトや人間活動に直接的な影響を与えないレベルであると考えられる。したがって、潜在的環境影響評価項目は水環境における炭酸系の項目および海洋生物（魚類等遊泳動物および底生生物）に焦点を絞り、その影響評価を行った。海水中の炭酸系の項目のうち pCO_2 は海洋生物への影響を評価する際に有用となるので、この解析を主に行った。

(2) 溶存 CO_2

海水中の CO_2 濃度は漏出開始後時間とともに継続的に高くなっていくわけではなく、およそ 7 日以内でほぼ平衡状態に達する（第 4.3-1 図）。ただし、その後も変化する危険性を考え、平均値等の算出には平衡状態に達している漏出開始後 22 日～43 日の 3 週間を採用した。以下で「3 週間」という記載はこの 3 週間を意味するものとする。なお、ここに示す図、結果は Full-3D モデルの結果である。



注：上から順にシナリオ 2-100m ケース，シナリオ 2-500m ケース，1%漏出-100m ケース，1%漏出-500m ケース。それぞれ左が夏季条件，右が冬季条件。夏季と冬季のグラフは縦軸の値が異なっているが，縦軸の最大値と最小値の差は同じ (0.003kg/m^3)。

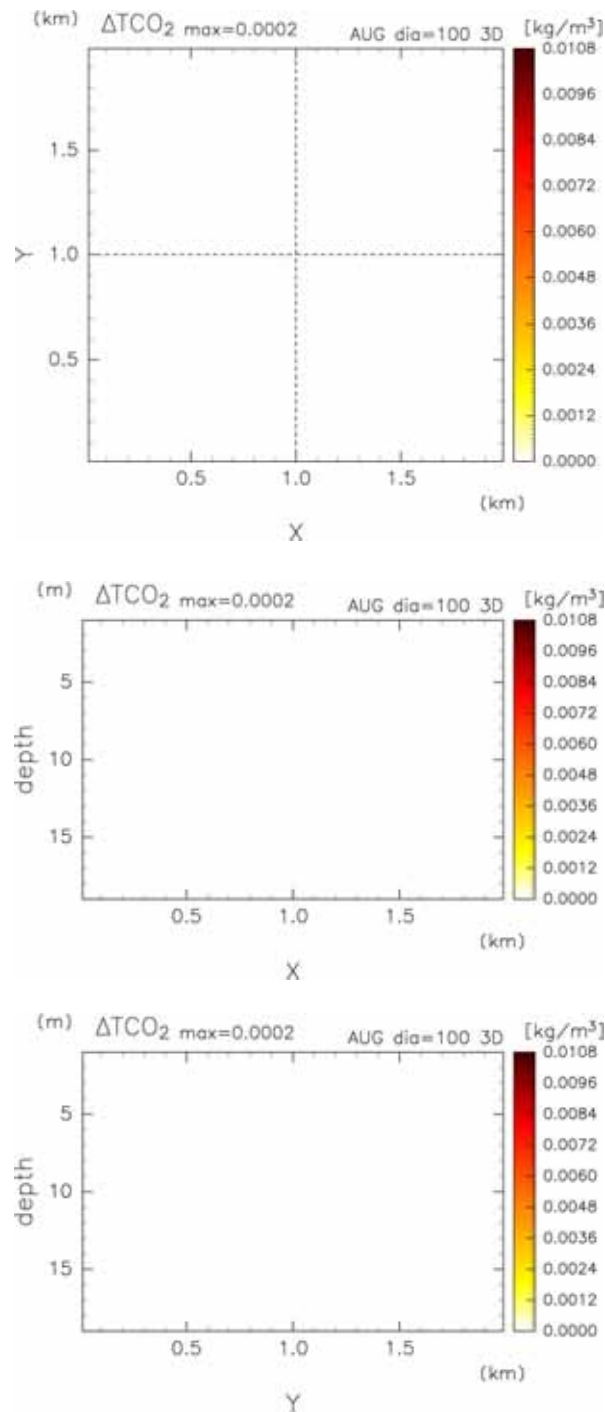
第 4.3-1 図 Full-3D モデル全領域で平均した溶存 CO_2 濃度の時系列

第 4.3-1 図は，シナリオ 2 ケース全領域で平均した溶存 CO_2 濃度の時系列である。ここでは溶存 CO_2 濃度は全炭酸 (TCO_2) 量で示している。いずれのケースも，夏季，冬季ともに漏出直後から溶存 CO_2 濃度が増加していくが，どのケースもおおよそ 7 日以内で増加が止まり以降はほぼ平衡状態に達している様子が見られる。夏季と冬季で溶存 CO_2 濃度が異なっているのは，夏季は冬季に比べて水温が高く CO_2 ガスが溶解しにくいいためである。気体は水温が低くなると水への溶解度が上がるため，漏出のない自然状態においても夏季よりも冬季の方が溶存 CO_2 濃度は高くなる。シナリオ 2-100m ケース，500m ケースとも，冬季ケースはほぼ一定値なのに対し夏季ケースでは変動が見られる。これらの変動は，1%漏出ケースでも大きさは異なるものの同じタイミングで見られることから，風によって起こされる流れによるものと

考えられる。また、1%漏出－100m ケースと 500m ケースに大きな違いが見られないことから、漏出域の広さの影響は 2km×2km の領域全体を考えた場合には小さいことが示唆される。

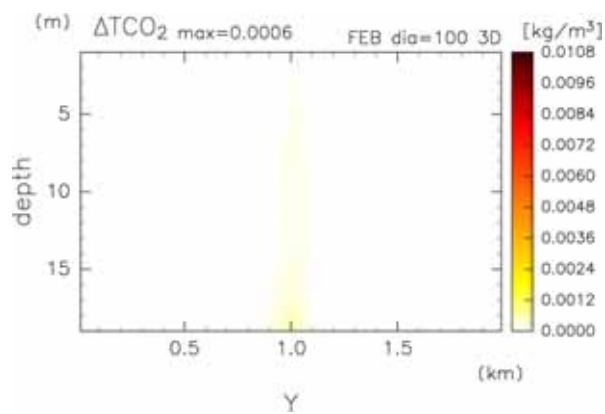
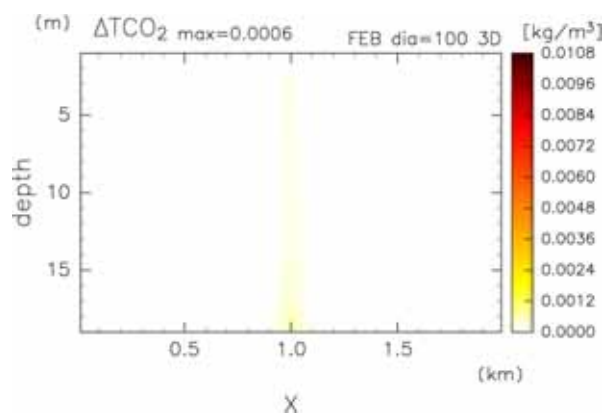
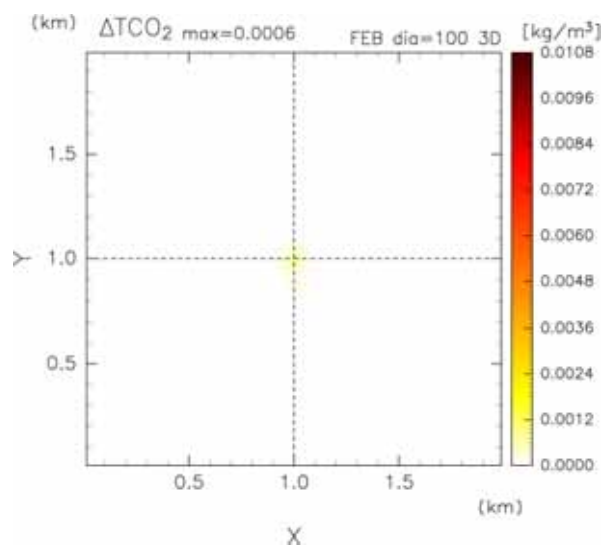
上述のとおり、溶存 CO₂ の濃度は水温依存性が大きいので、漏出 CO₂ がなくても夏季と冬季では溶存 CO₂ 濃度が大きく異なる。そのため、溶存 CO₂ の分布からだけでは漏出による濃度増加やその影響範囲がはっきりしない。そこで、各シミュレーションケースの溶存 CO₂ 濃度の 3 週間平均から同じ季節条件で行った無漏出シミュレーションの溶存 CO₂ 濃度の 3 週間平均を引いた差、すなわち漏出による溶存 CO₂ 濃度の増分 (ΔTCO_2) を示した (第 4.3-2 図～第 4.3-7 図)。

シナリオ 2－100m ケースは、冬季 (第 4.3-3 図) は漏出域付近で ΔTCO_2 が高くなっているが、夏季 (第 4.3-2 図) はこの図のカラースケールではほとんど色につかない程度にしかない。シナリオ 2－500m ケースは夏季、冬季とも漏出による TCO_2 の増加が極めて小さく、このカラースケールでは色につかないため図は省略した。1%漏出－100m ケース (第 4.3-4 図、第 4.3-5 図) は漏出域付近で ΔTCO_2 が大きい漏出域から離れると急速に小さくなる。1%漏出－500m ケース (第 4.3-6 図、第 4.3-7 図) も漏出域付近で ΔTCO_2 が高くなっているが、増加量は非常に小さい。いずれのケースにおいても同じ漏出量・漏出率の場合、夏季に比べて冬季の溶存 CO₂ 濃度増分が大きい。これは、漏出した気相 CO₂ が海水温度の低い冬季の方が夏季よりも海水によく溶けるためと考えられる。



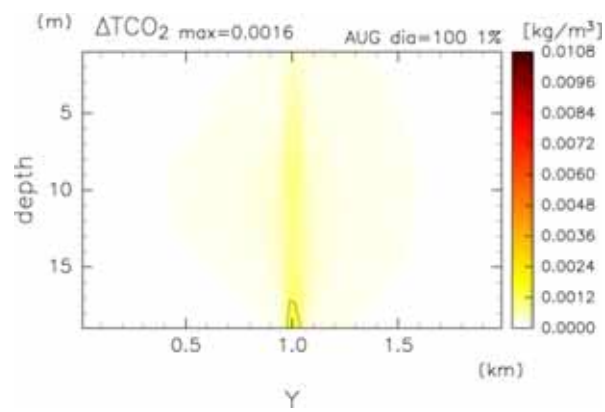
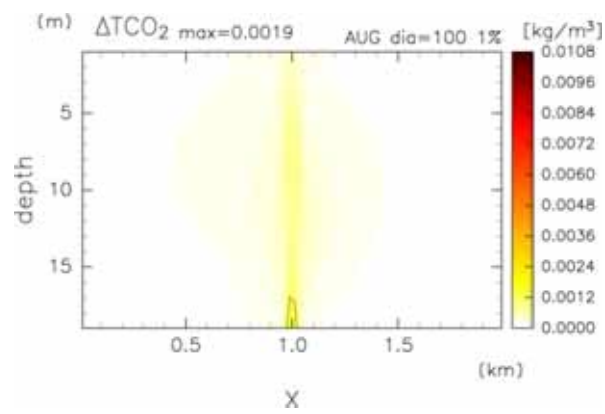
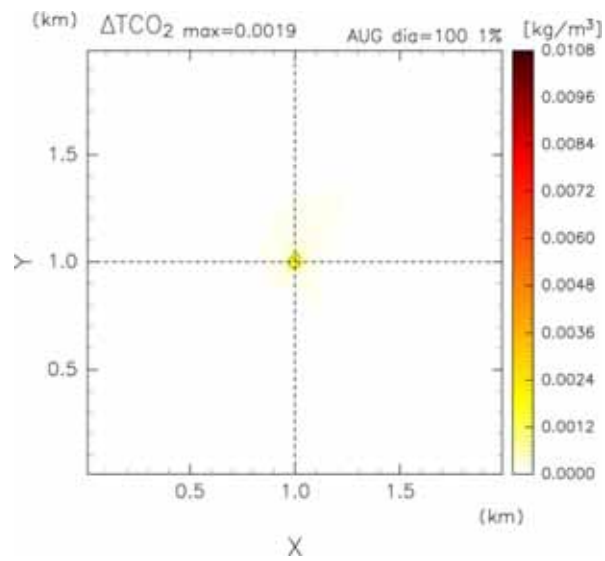
注：上から順に最下層の水平面（xy 平面）と y, x の中央での鉛直断面（xz 断面, yz 断面）。
シナリオ 2-100m ケース, 夏季条件。

第 4.3-2 図 CO_2 漏出ありケースとなしケースの溶存 CO_2 濃度の
3 週間平均値の差（ ΔTCO_2 ）の分布図



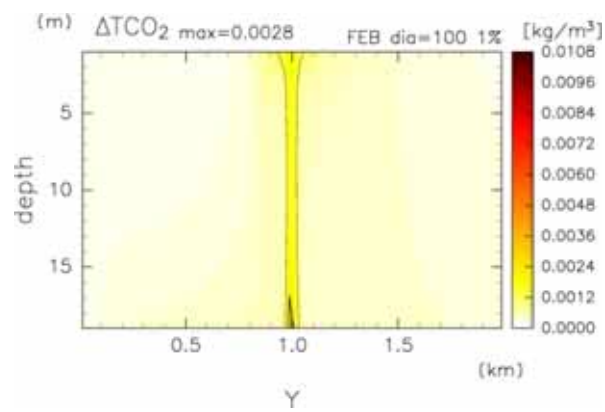
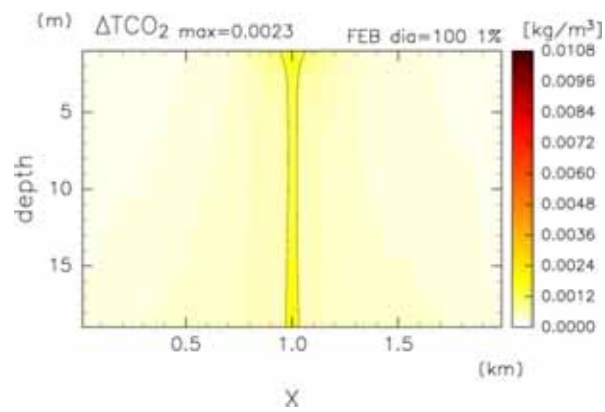
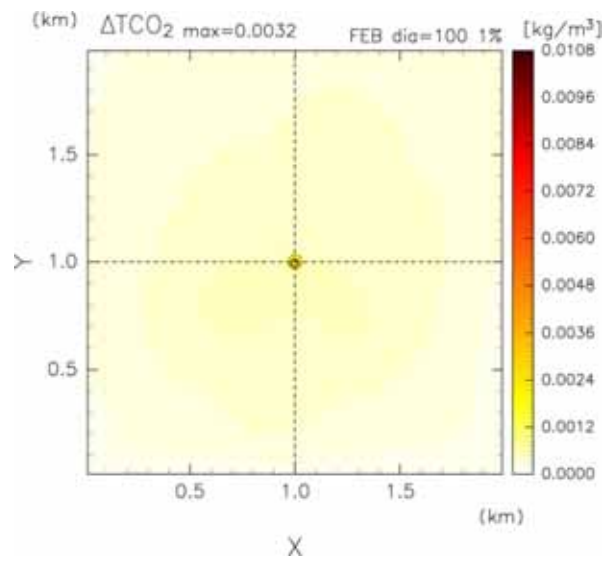
注：第 4. 3-2 図と同じ。シナリオ 2-100m ケース，冬季条件。

第 4. 3-3 図 CO_2 漏出ありケースとなしケースの溶存 CO_2 濃度の 3 週間平均値の差 (ΔTCO_2) の分布図



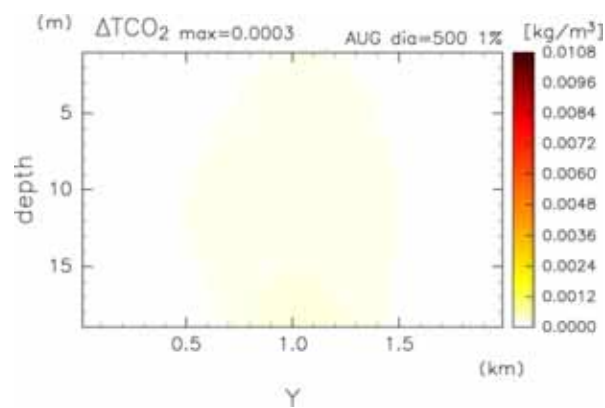
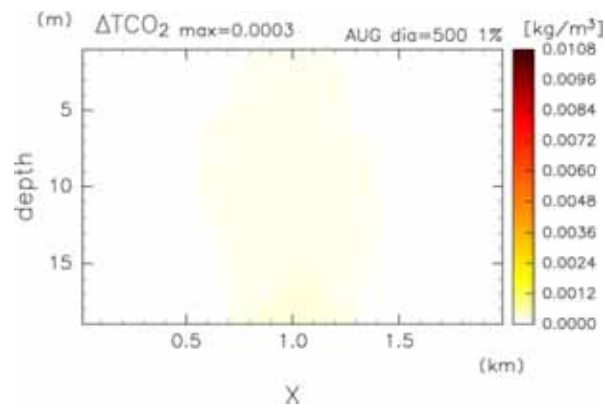
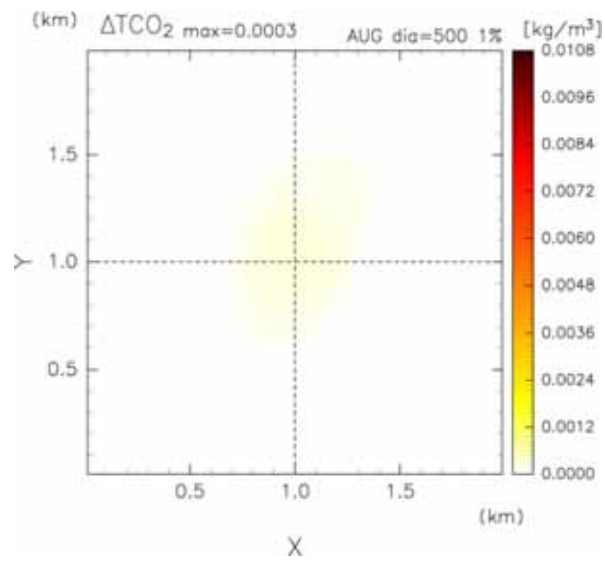
注：第 4.3-2 図と同じ。1%漏出-100m ケース，夏季条件。

第 4.3-4 図 CO₂ 漏出ありケースとなしケースの溶存 CO₂ 濃度の
3 週間平均値の差 (ΔTCO_2) の分布図



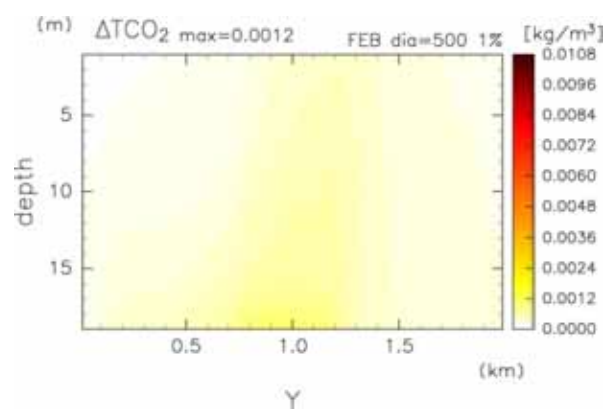
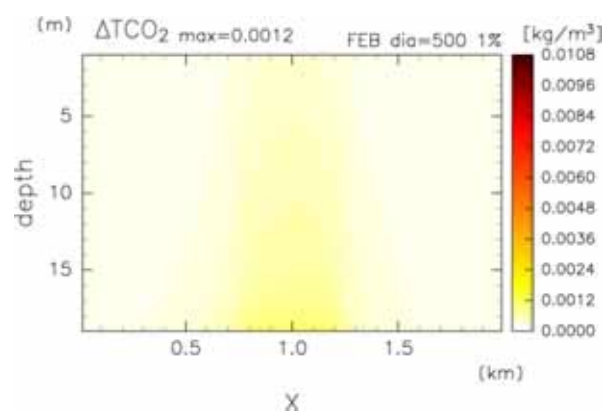
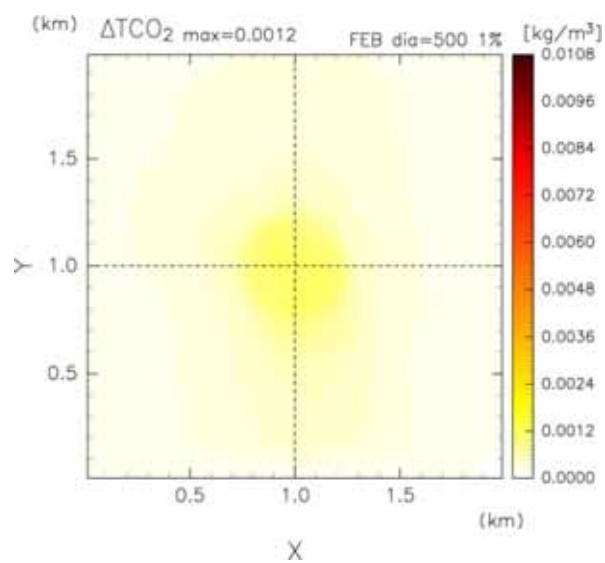
注：第 4. 3-2 図と同じ。1%漏出-100m ケース，冬季条件。

第 4. 3-5 図 CO₂ 漏出ありケースとなしケースの溶存 CO₂ 濃度の
3 週間平均値の差 (ΔTCO₂) の分布図



注：第 4. 3-2 図と同じ。1%漏出－500m ケース，夏季条件。

第 4. 3-6 図 CO_2 漏出ありケースとなしケースの溶存 CO_2 濃度の 3 週間平均値の差 (ΔTCO_2) の分布図



注：第 4.3-2 図と同じ。1%漏出－500m ケース，冬季条件。

第 4.3-7 図 CO₂ 漏出ありケースとなしケースの溶存 CO₂ 濃度の
3 週間平均値の差 (ΔTCO₂) の分布図

4.4 海洋生物への影響の予測方法

(1) 生物影響閾値の設定

万が一のCO₂漏出を仮定し、生物影響を予測評価するためには、海洋生物に及ぼすCO₂影響の指標値が必要となる。ここでは、科学文献において影響が報告されている最も低いCO₂分圧(pCO₂)を採用し、安全側で影響を評価することとした。

CO₂が生物に与える影響について記載された論文を網羅的に検索、解析して、生物影響データベースを構築した。このデータベースには、21門33綱84目143科246種の情報が収録されており、広範な海洋生物種を対象として影響閾値の検討を行った。なお、データベースは、環境省が「海水中のCO₂濃度上昇が海洋生物に及ぼす影響に係る知見」として公開している資料^[1]を参照して構築した。

生物に対するCO₂の影響は、「死亡影響」と「死亡以外の影響」に分けて考えることができる。「死亡影響」は、生物個体の死亡や卵の孵化率低下などを通じて、直接的に個体群の減少を招く。「死亡以外の影響」は、繁殖速度の低下など個体群の再生産能力に係る影響、石灰質の殻形成不全・形成速度低下、血液の酸塩基平衡の変化や耳石形成不全などの生理的な影響、帰巢能力や逃避などの行動に関する影響などをもたらす。ここでは、致死作用あるいは成長阻害など個体の生残影響に関する報告をとりまとめ、14門21綱93種についての報告をもとに、生物影響閾値の検討を行った。

生物影響閾値に関してはCO₂分圧を指標とし、実験対照区からのCO₂分圧の増加分(ΔpCO_2)として取りまとめた。なお、対照区のCO₂分圧は、大部分の実験において380~400 μ atm(現在の平均的な海洋表層の値)が採用されているが、一部の実験では産業革命以前のCO₂分圧であるおよそ280 μ atmが採用されている。ここでは現在の状況においてCO₂が漏出した場合を想定するので、現在のCO₂分圧を基準にすることが望ましい。したがって、産業革命以前のCO₂分圧を対照区とした実験結果は対象外とした。

CO₂分圧の上昇により影響がみられたデータを取りまとめ、分類群ごとに整理した(第4.4-1表)。表中には、分類群、その分類群に含まれる代表的な生物の一般名、石灰質殻の有無、実験に用いた生物の生活史段階に対して影響閾値を示している。これらの生物の中で、石灰質は酸性に傾くと溶解しやすいことから、石灰質殻を持つ生物種は酸性化に対する耐性が低いことが一般的に知られている。例えば、石灰質殻を持たない水産上重要な魚類では、トウゴロウイワシ稚魚の一例をのぞき、10,000 μ atm以上の影響閾値を示す。また、タコやイカも同様に耐性が高く、成体で9,600 μ atm、幼体では38,000~84,000 μ atmであった。一方、石灰質殻を持つ生物としては、コケムシ、サンゴ類、ヒトデやウニなどの棘皮動物、二枚貝や巻貝、有孔虫、一部のハプト藻やサンゴモが知られているが、生物影響閾値はコケムシでは1,000 μ atm、サンゴ類では310~1,700 μ atm、ウニでは200~79,000 μ atm、二枚貝では300~1,300 μ atm、巻貝では200~2,400 μ atmが得られており、石灰質殻を持つ生物は相対的にCO₂の濃度上昇に弱いことがわかる。

^[1] 『海水中のCO₂濃度上昇が海洋生物に及ぼす影響に係る知見』(環境省ウェブサイト：
https://www.env.go.jp/water/kaiyo/ccs/eikyo_db/database.htm, 2014/10/21 アクセス)

これらの中で最も影響閾値が低い値は、棘皮動物門ウニ綱に含まれるバフンウニとナガウニ、および軟体動物門腹足綱に含まれるマガキガイを用いた実験で得られた 200 μ atm であった。いずれも 6 ヶ月にわたる飼育実験による影響を示したもので、これは慢性的な影響であることから、報告された文献の中で最も低い値といえる。

この結果、生物影響を検討するにあたり、CO₂ 分圧の増加量 ($\Delta p\text{CO}_2$) として 200 μ atm を生物影響閾値として採用した。

第 4. 4-1 表 CO₂ 分圧上昇による生物影響のまとめ ー分類群別の生物種の影響閾値ー

門	綱	代表的な生物	石灰質殻の有無	生活史段階	影響閾値 ($\Delta p\text{CO}_2 \mu\text{atm}$)	備 考
Annelida (環形動物門)	Polychaeta (多毛綱)	ゴカイ等		—	—	実験で影響みとめられず (pHデータのみ。およそ2,000と推察)
Arthropoda (節足動物門)	Malacostraca (軟甲綱)	エビ、カニ、ロブスター、オキアミ等		卵	620*	高濃度では短時間で、低濃度では長時間で生残率が低下 *ナンキョクオキアミ 卵孵化率低下 **イソスジエビ 30週間飼育
				幼生	910-140,000	
				成体	620**-59,000	
Arthropoda (節足動物門)	Maxillopoda (顎脚綱)	ミジンコ類、フジツボ類		幼生	4,900	高濃度では短時間で、低濃度では長時間で生残率が低下 *フジツボ 104日間飼育
				成体	580*-53,000	
Bryozoa (外肛動物門)	Gymnolaemata (裸喉綱)	コケムシ	○	—	1,000	
Chordata (脊索動物門)	Actinopterygii (条鰭綱)	硬骨魚類の殆ど (キス、アジ、イワシ、ヒラメ等)		卵	50,000-120,000	*トウゴロウイワシ:8日間曝露で生残率減少
				胚	13,000	
				稚仔魚	240*	
					24,000-100,000	
				幼魚／若魚成体	30,000-59,000	
					30,000-50,000	
	Elasmobranchii (板鰓綱)	軟骨魚類 (サメ、エイ等)		成魚	68,000	
Cnidaria (刺胞動物門)	Anthozoa (花虫綱)	イソギンチャク、サンゴ類	○	—	310*-1700	*8週間飼育で白化増加
	Scyphozoa (鉢虫綱)	クラゲ類		幼生	—	実験で影響みとめられず (～50,000)
Echinodermata (棘皮動物門)	Asteroidea (ヒトデ綱)	ヒトデ類	○	幼生	—	実験で影響みとめられず (～400)
				成体	—	実験で影響みとめられず (～2,800)
	Echinoidea (ウニ綱)	ウニ類	○	幼生	900-79,000	
				幼体	200	バフンウニ <i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> ナガウニ <i>Echinometra mathaei</i> 曝露期間6ヶ月 生残率減少
	Ophiuroidea (クモヒトデ綱)	クモヒトデ類	○	幼生	300	

注：この表は、268 編の文献から、14 門 21 綱 93 種の海洋生物の影響閾値についてまとめたデータベースに基づく。

第 4.4-1 表（つづき） CO₂ 分圧上昇による生物影響のまとめ 一分類群別の生物種の影響閾値－

門	綱	代表的な生物	石灰質殻の有無	生活史段階	影響閾値 ($\Delta p\text{CO}_2$ μatm)	備 考
Mollusca (軟体動物門)	Bivalvia (二枚貝綱)	二枚貝 (アサリ、カキ、ウバガイなど)	○	幼生	300-520	
				稚貝	350-1,300	
				成体	590	
	Cephalopoda (頭足綱)	タコ、イカ等		幼体	38,000-84,000	
				成体	9,600	
	Gastropoda (腹足綱)	巻貝 (サザエ、アワビ等)	○	幼生	610-700	
				稚貝	200	マガキガイ <i>Strombus luhuanus</i> 曝露期間6ヶ月 生残率減少
				成体	2,400	
Sipuncula (星口動物門)	Sipunculidea (スジホシムシ綱)		△	－	9,700	
Foraminifera (有孔虫門)	Polythalamia	有孔虫類 (石灰質殻をもつ原生動物)	○	－	740	
Chlorophyta (緑藻植物門)	Bryopsidophyceae	アオサ、ハネモ、ミルなどの海藻		－	2,100	
Haptophyta (ハプト植物門)	Prymnesiophyceae (ハプト藻綱)	植物プランクトン	○ (一部の種)	－	－	実験で影響みとめられず (～520)
Rhodophyta (紅色植物門)	Florideophyceae (真正紅藻綱)	サンゴモ等	○ (一部の種)	－	550-890	
Myzozoa (渦鞭毛植物門)	Peridinea (渦鞭毛藻綱)	植物プランクトン、共生褐虫藻 (クラゲ、イソギンチャク、サンゴ等)		－	－	実験で影響なし (～1,700)

注：この表は、268 編の文献から、14 門 21 綱 93 種の海洋生物の影響閾値についてまとめたデータベースに基づく。

(2) CO₂漏出シミュレーションによる pCO₂の増分 (ΔpCO₂)

① ΔpCO₂

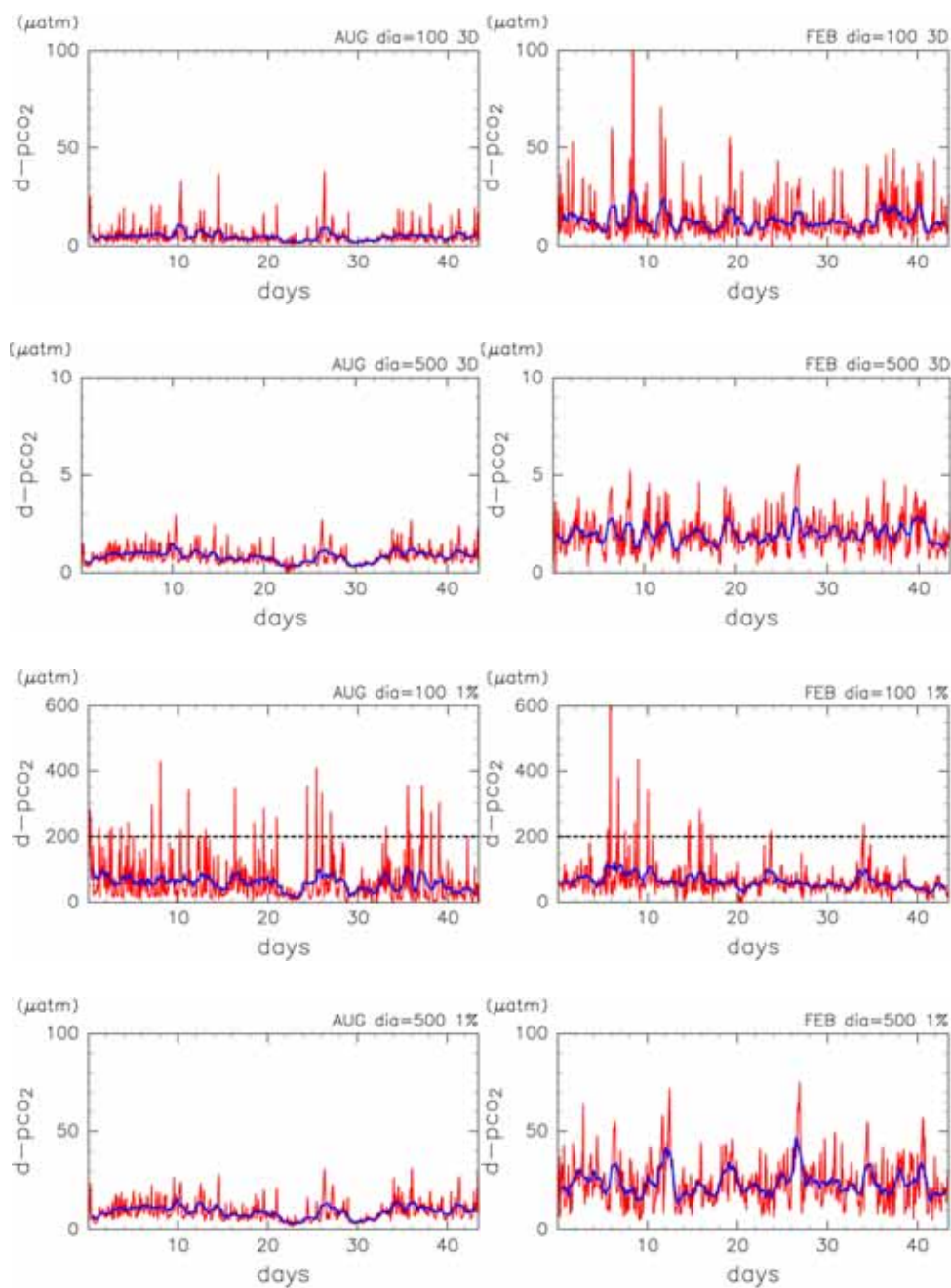
pCO₂は、海水中の二酸化炭素分圧である。4.4節のとおり、漏出 CO₂の海洋生物への影響の有無は、CO₂漏出による pCO₂の増分、すなわち ΔpCO₂で見積もられる。ΔpCO₂が 200μatm 以上になると影響を受ける生物種が存在する。そこで、ΔpCO₂=200μatm を漏出 CO₂が海洋生物に与える 1つの目安と考えた。ここでは ΔpCO₂を、漏出ありのシミュレーションの pCO₂と漏出なしのシミュレーションの pCO₂の差と定義する。

第 4.4-1 図は、漏出域の中心の最下層セル（海底直上）における ΔpCO₂の時系列である。赤線は生データ、青線は 24 時間の移動平均で、点線は生物が影響を受け得る目安である ΔpCO₂=200μatm である。01 分潮の効果を打ち消すことを考えると 25 時間移動平均にすべきであるが、苫小牧港潮流観測調査業務報告書によると、P1 分潮、K1 分潮が卓越しているため、生物影響の予測に影響は生じないと考えられる。

シナリオ 2 の場合、ΔpCO₂はもっとも高い値をとる 100m ケースの冬季でもほとんどの時間で 50μatm 以下であり、24 時間平均すると 30μatm 以下である。100m ケースの夏季は最大値が 50μatm 未満で、24 時間平均値はほとんどの時間で 10μatm 以下である。500m ケースは夏季、冬季ともにほとんどの時間において 5μatm 以下で非常に小さい値にしかない。1%漏出-100m ケースは、夏季、冬季ともシミュレーション期間中に数回 200μatm を超えるが、24 時間平均すると概ね 100μatm 以下である。1%漏出-500m ケースは冬季でも最大値が 80μatm 以下で、夏季は概ね 30μatm 以下と pCO₂の増加は非常に小さい。

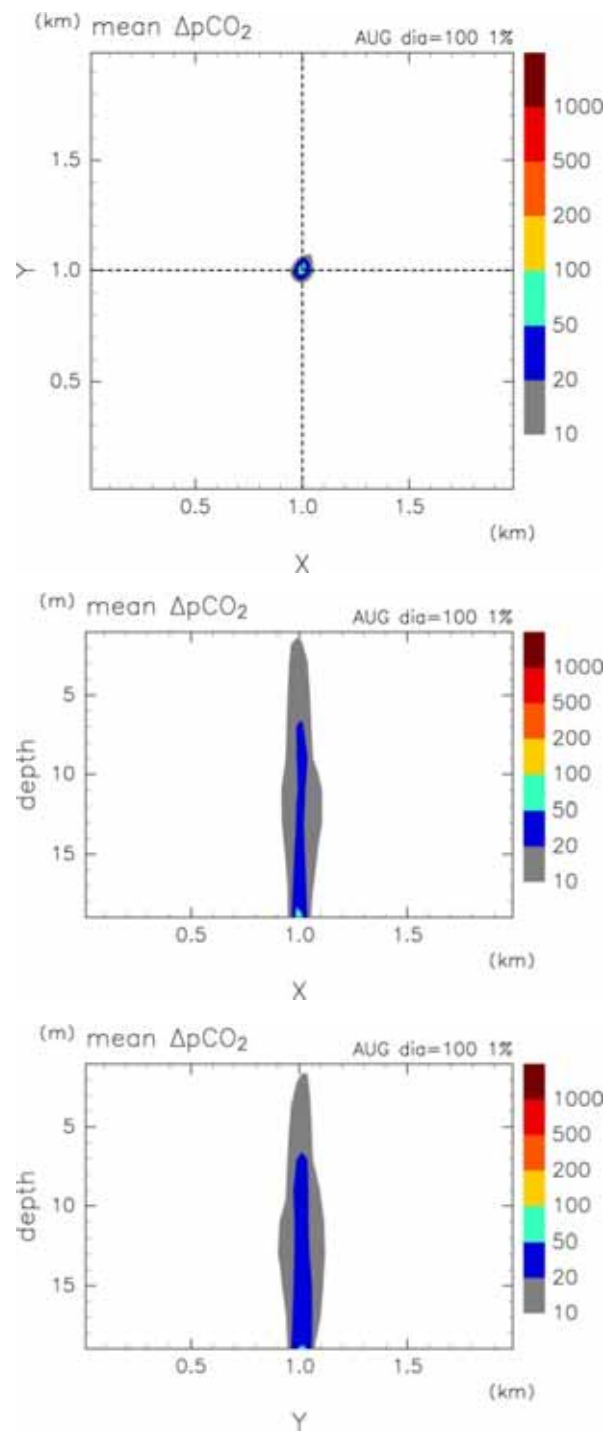
今回グラフとして示したこの時系列のセルは、漏出域が 500m の場合、周囲 8 セル全てが漏出域のセルで囲まれており、非漏出域のセルまで十分離れている。それに対し漏出域が 100m のケースは漏出セル数が 12 個しかないので、この時系列グラフに用いたセルの周囲 8 セルの 1つは非漏出域のセルになってしまう（第 4.2-6 図）。1%漏出-100m ケースにおいて単位面積当たりの漏出量があり高い値にならないことや、1%漏出-500m ケースほど夏季と冬季の違いがはっきりしないのは、周囲の非漏出域から CO₂濃度の低い水が混ざり込みやすいことが影響していると考えられる。

第 4.4-2 図～第 4.4-4 図は、3 週間平均した ΔpCO₂の分布図である。シナリオ 2-100m ケースの冬季では、領域内最大値が 13μatm であるが、他のケースは最大値が 10μatm 未満である（第 4.3-1 表）。1%漏出-100m ケース（第 4.4-2 図、第 4.4-3 図）は、冬季の漏出域直上でも 100μatm を超えることはなく、夏季は漏出域直上でも 50μatm をわずかに超える程度である。1%漏出-500m ケースの冬季（第 4.4-4 図）は、漏出域の海底付近に 20μatm を超えるところがわずかにある程度である。夏季は最大値が約 9μatm（第 4.3-1 表）と漏出域直上ですら非常に小さい値である。なお、シナリオ 2 ケースおよび 1%漏出-500m ケースの夏季については、ここで示したカラースケールではコンターが描かれないため、図を省略した。



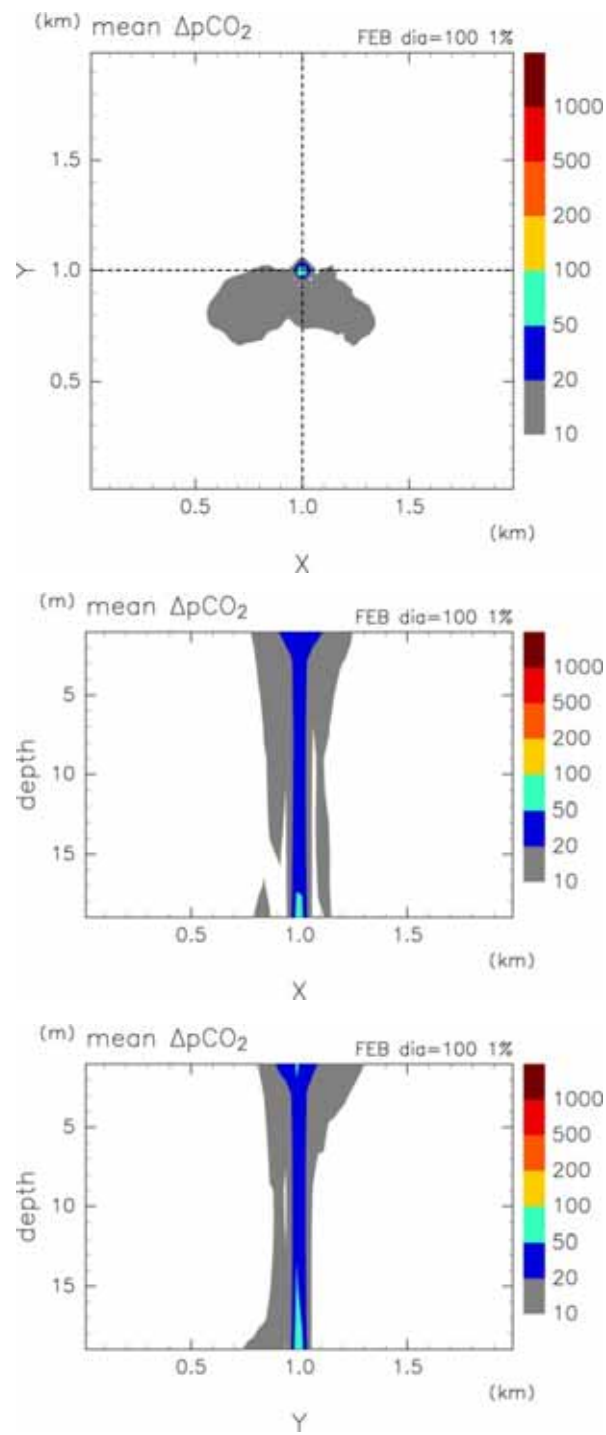
注：上から順にシナリオ 2-100m ケース，シナリオ 2-500m ケース，1%漏出-100m ケース，1%漏出-500m ケース。左が夏季条件，右が冬季条件。赤は生データ，青は 24 時間移動平均したもの。点線は生物影響の目安である $\Delta pCO_2 = 200\mu\text{atm}$ 。

第 4.4-1 図 漏出域中心の最下層セル（海底直上）の ΔpCO_2 の時系列



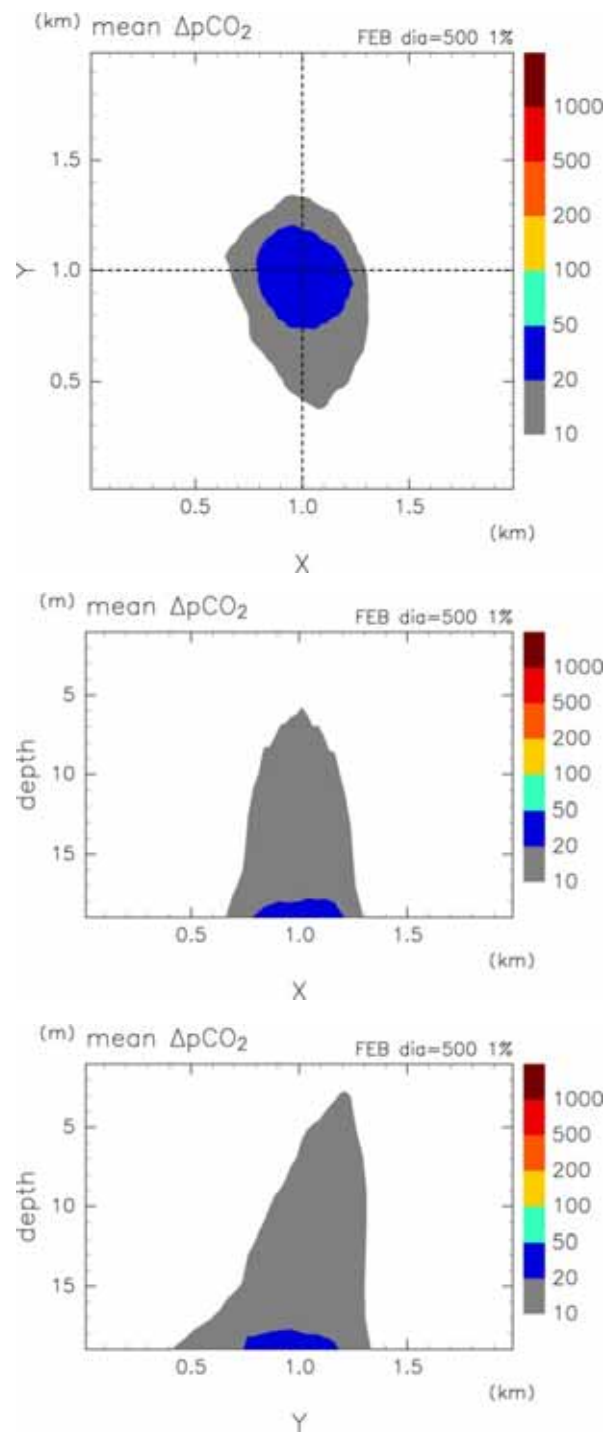
注：上から順に最下層の水平面（xy 平面）と y, x の中央での鉛直断面（xz 断面, yz 断面）。1%漏出-100m ケース，夏季条件。

第 4. 4-2 図 $\Delta p\text{CO}_2$ の分布図



注：第 4.4-2 図と同じ。1%漏出-100m ケース，冬季条件。

第 4.4-3 図 $\Delta p\text{CO}_2$ の分布図



注：第 4. 4-2 図と同じ。1%漏出－500m ケース，冬季条件。

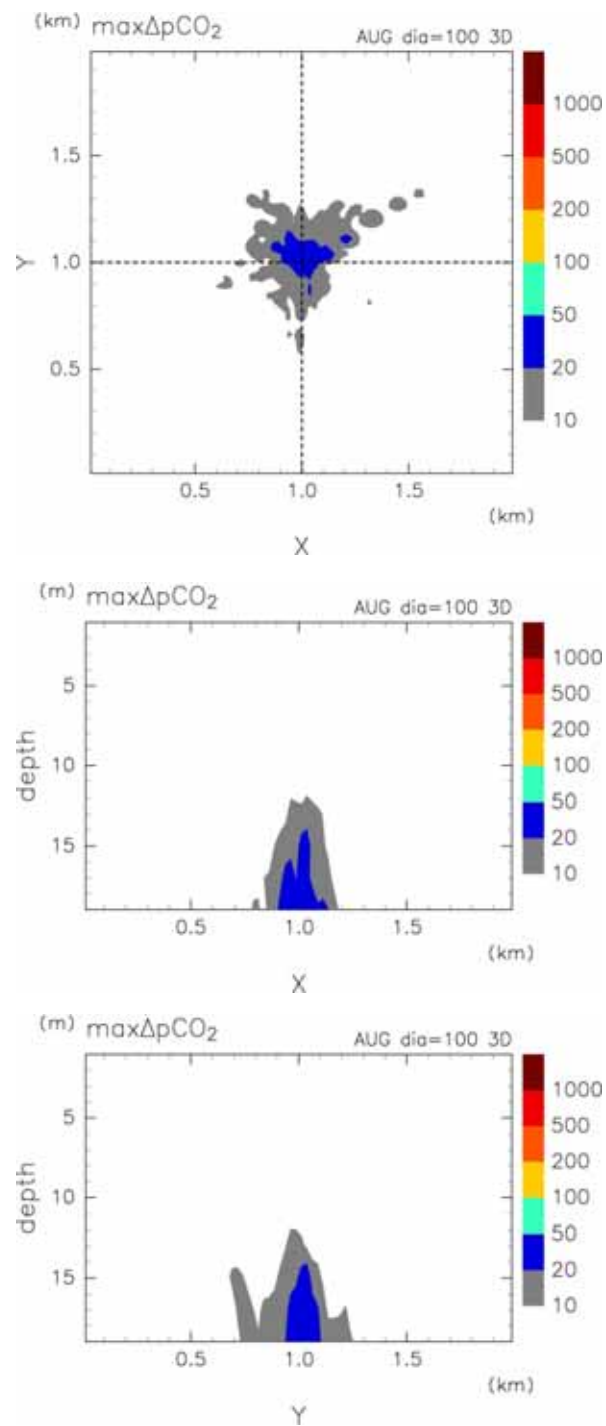
第 4. 4-4 図 $\Delta p\text{CO}_2$ の分布図

② $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値

第 4.4-5 図～第 4.4-11 図は、夏季および冬季のシミュレーション期間（3 週間）を通しての各セルの $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値の分布図である。すなわち、各セルで、第 4.4-1 図で示すような赤線のグラフの最大値を求め、それらの値を基に分布図を描いたものである。最大値を取る時間はセルごとに異なるため、ある瞬間にこのような分布になるわけではないことに注意が必要である。また、第 4.4-1 図に示されているとおり、最大値はシミュレーション期間中に数回しか生じないような大きな値をとる場合もあることに注意が必要である。また、シナリオ 2-500m ケースについては値が非常に小さいため、最下層の xy 平面の分布図のみを載せているが、他のケースと異なるカラースケールで示されていることに注意が必要である。

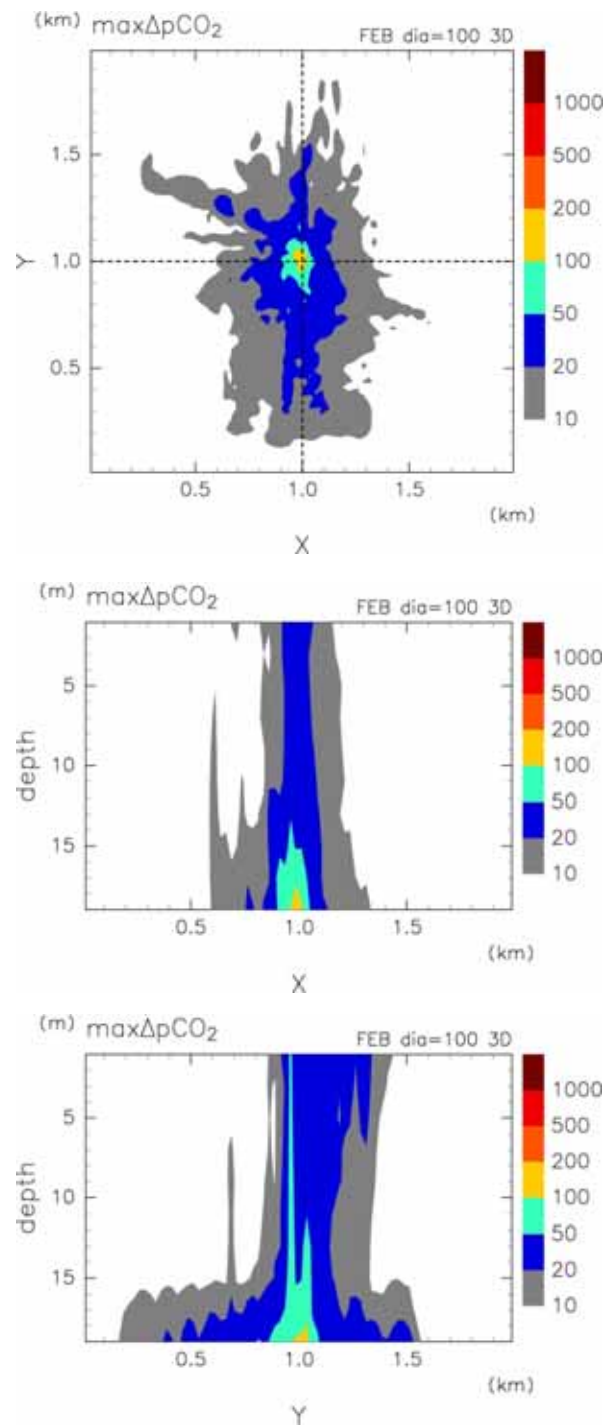
シナリオ 2-100m ケースの冬季（第 4.4-6 図）は、漏出域直上で $100\mu\text{atm}$ を超えるところが見られるがごく狭い範囲である。夏季（第 4.4-5 図）は $50\mu\text{atm}$ を超えるところもなく、図で色がついている $10\mu\text{atm}$ を超える範囲も狭い範囲となっている。第 4.4-7 図はカラースケールを他の図の 1/10 にしている。漏出域から離れるほど小さな値になるという分布が示されているが、漏出域直上ですら極めて小さい値であることに注意が必要である。

1%漏出-100m ケースの冬季（第 4.4-9 図）は、漏出域の直上で海底から海面まで全ての層で $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値が $200\mu\text{atm}$ 以上になっている。しかし、最大値が大きいのは漏出域の上だけで、その周囲では海底直上でも $\Delta p\text{CO}_2$ が $200\mu\text{atm}$ を超えることはない。夏季（第 4.4-8 図）も漏出域付近で $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値は高い。しかし、冬季とは違い、最大値が $200\mu\text{atm}$ 以上のところは海面までは到達せず、海底面上 10m 辺りまでになっている。冬季に比べて夏季の方が水平方向の広がりはやや大きい。1%漏出-500m ケース（第 4.4-10 図、第 4.4-11 図）では、冬季の海底直上にごくわずかに $\Delta p\text{CO}_2$ が $100\mu\text{atm}$ を超えるところが見られるが、それ以外は冬季では $100\mu\text{atm}$ 以下、夏季では $50\mu\text{atm}$ 以下である。



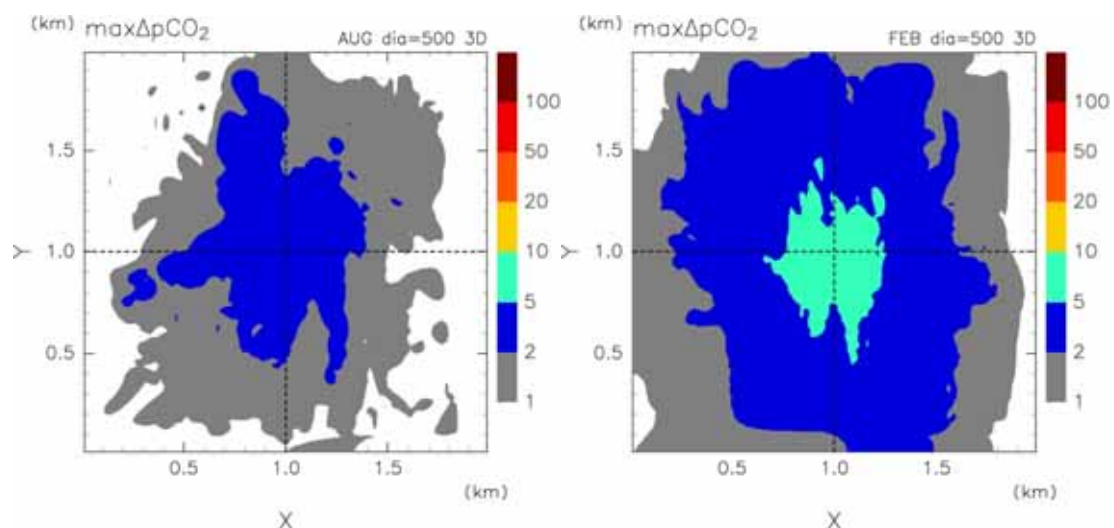
注：上から順に最下層の水平面（xy 平面）と y, x の中央での鉛直断面（xz 断面, yz 断面）。シナリオ 2-100m ケース, 夏季条件。

第 4. 4-5 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値の分布図



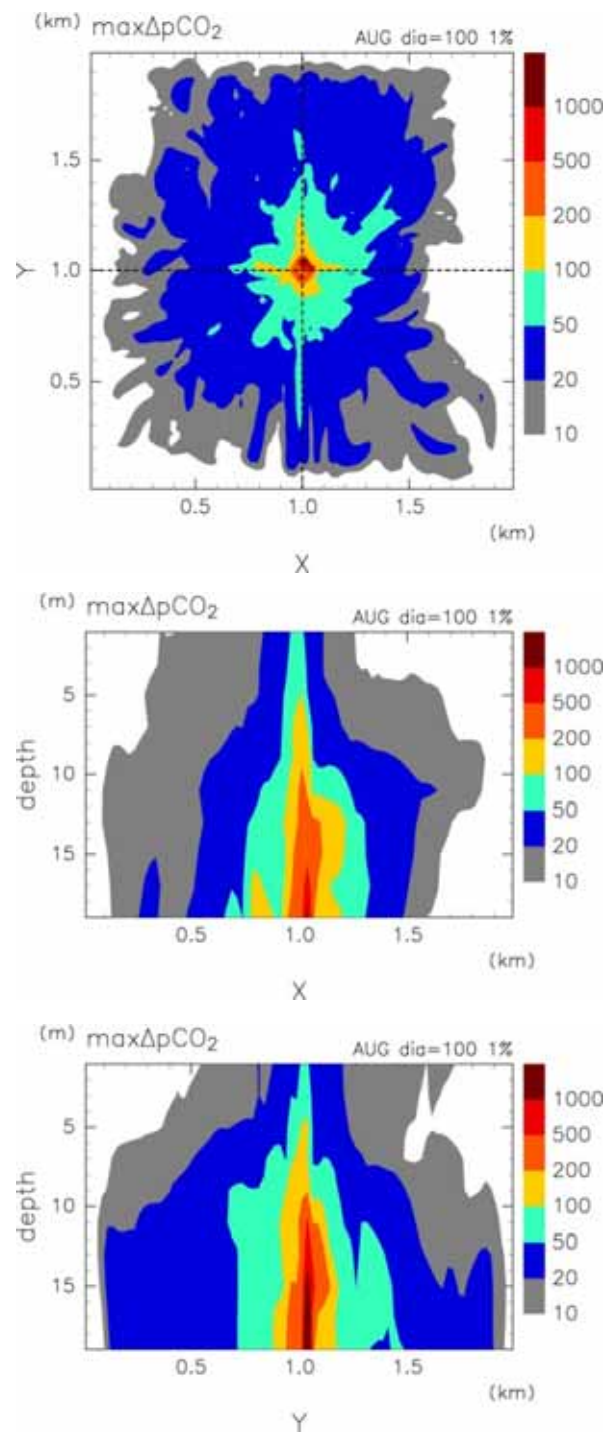
注：第 4.4-5 図と同じ。シナリオ 2-100m ケース，冬季条件。

第 4.4-6 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値の分布図



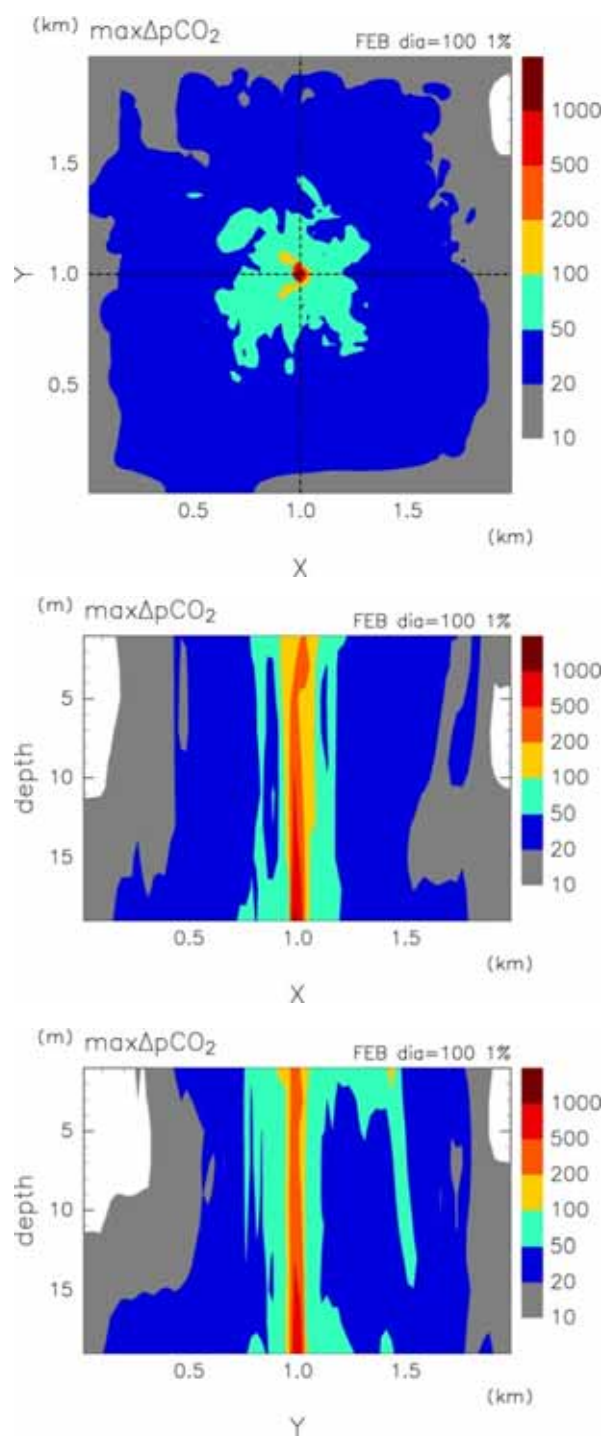
注：最下層の水平面（xy 平面）図。シナリオ 2-500m ケース。左が夏季条件，
右が冬季条件。ただしカースケールが異なっている。

第 4.4-7 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値の分布図



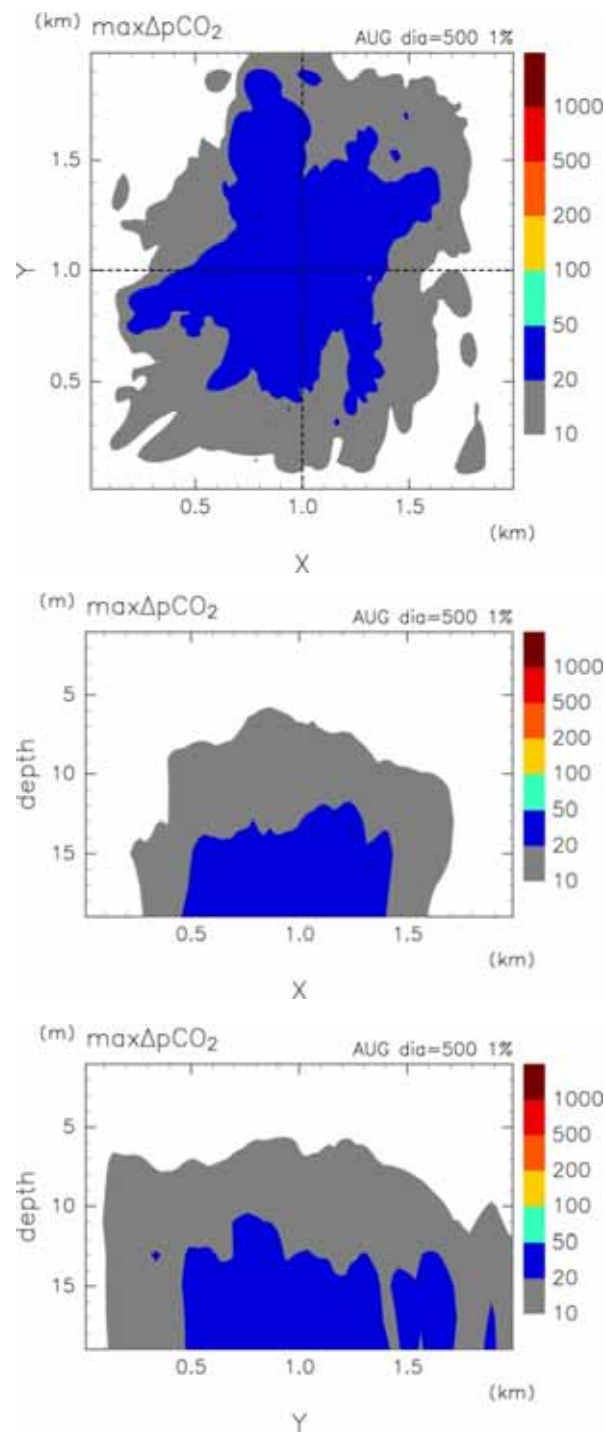
注：第 4. 4-5 図と同じ。1%漏出-100m ケース，夏季条件。

第 4. 4-8 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値の分布図



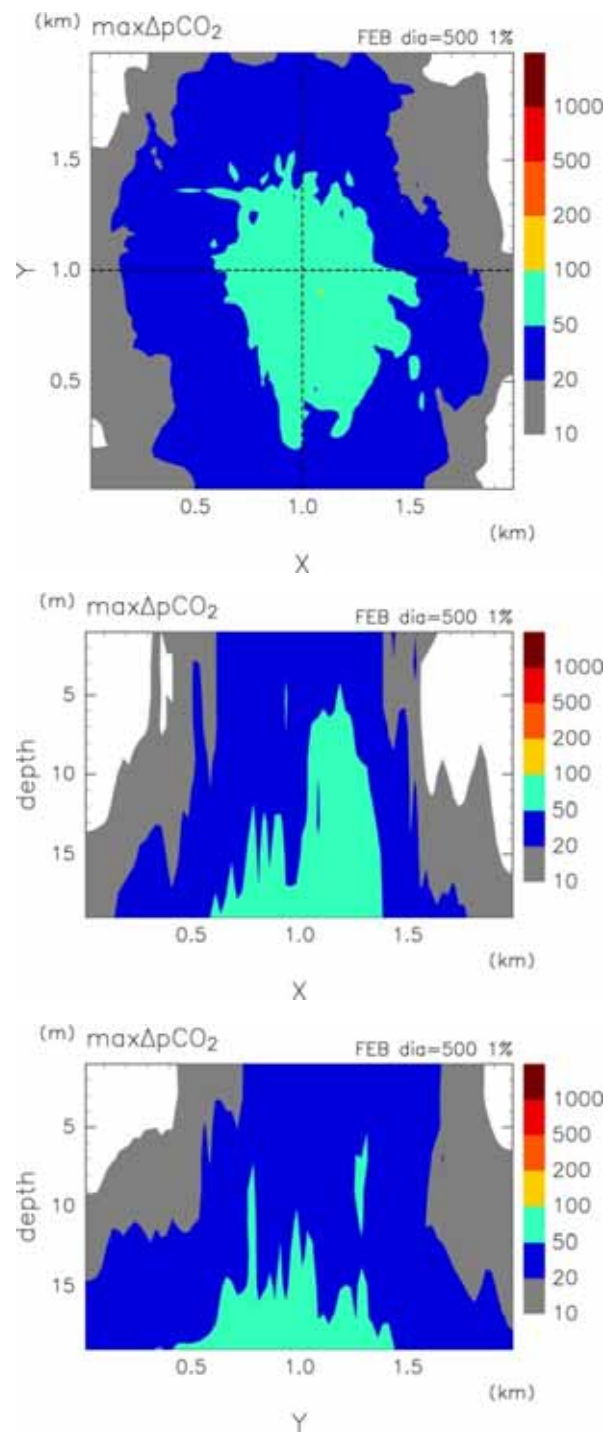
注：第 4. 4-5 図と同じ。1%漏出-100m ケース，冬季条件。

第 4. 4-9 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値の分布図



注：第 4.4-5 図と同じ。1%漏出-500m ケース，夏季条件。

第 4.4-10 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値の分布図



注：第 4.4-5 図と同じ。1%漏出-500m ケース，冬季条件。

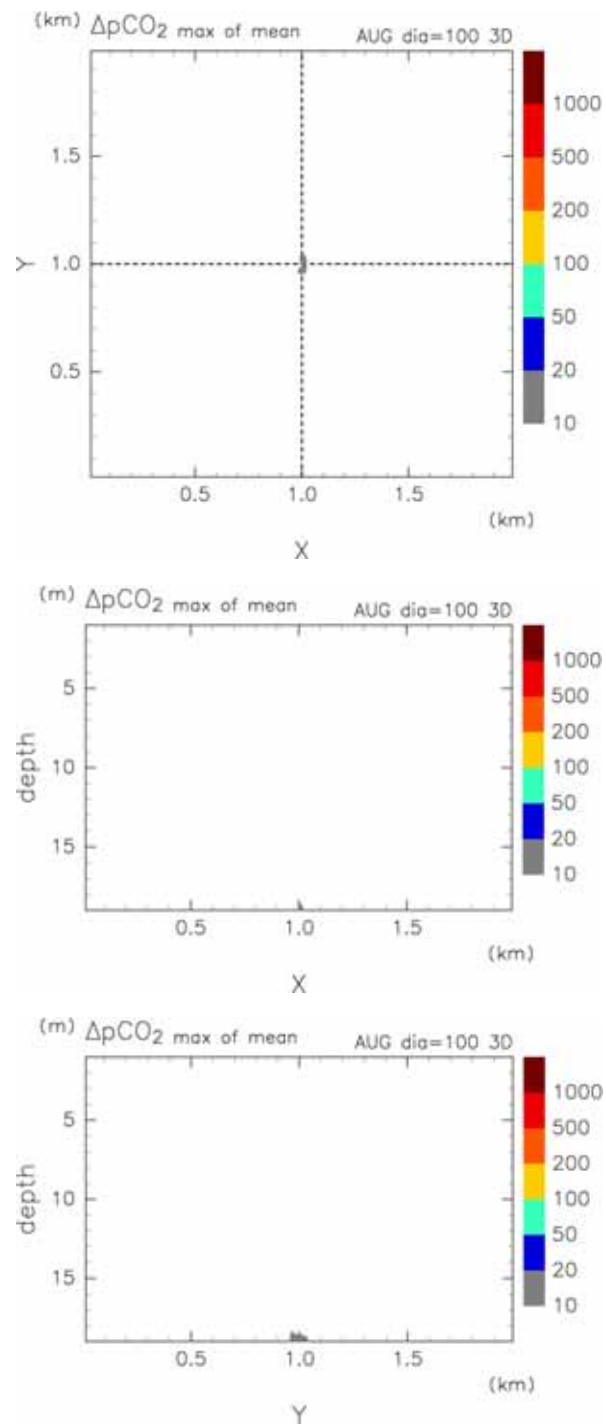
第 4.4-11 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値の分布図

③ ΔpCO_2 の 24 時間移動平均値

生物への影響を考えた場合、 ΔpCO_2 の値が $200\mu atm$ というのが 1 つの目安ではあるが、一瞬でも $200\mu atm$ になれば生物が影響を受けるわけではない。ある程度の期間、例えば 24 時間以上に渡って ΔpCO_2 が $200\mu atm$ 以上の環境に曝露されると影響が出るという値である。そこで、ここでは 1 日平均値を考えることにし、1 日平均値で ΔpCO_2 が $200\mu atm$ を超える範囲を示すために、セルごとに ΔpCO_2 の時系列を 24 時間移動平均し、その最大値の分布をプロットした（第 4.4-12 図～第 4.4-17 図）。すなわち、セルごとに第 4.4-1 図で示すような青線を求め、その最大値をプロットしたものである。

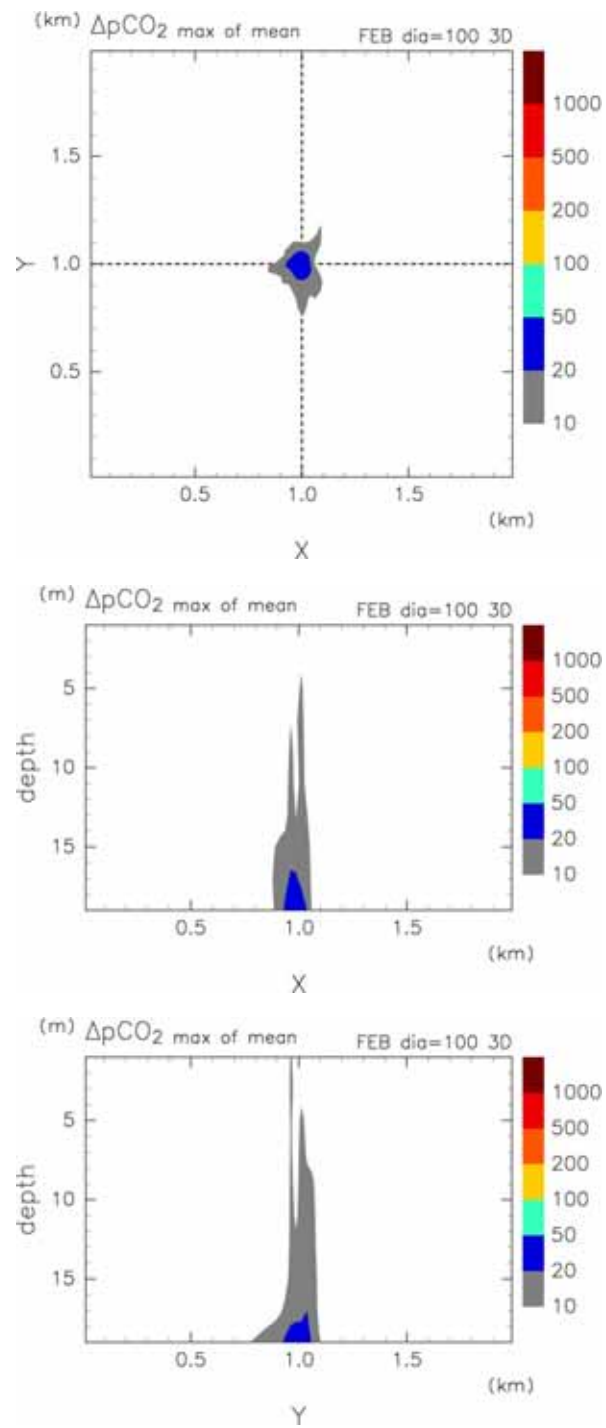
シナリオ 2-100m ケースの冬季（第 4.4-13 図）は漏出域直上に $20\sim 50\mu atm$ を示す青色が見られ、その周囲のごく狭い範囲に $10\mu atm$ 以上のところがある。夏季（第 4.4-12 図）は漏出域直上で $10\mu atm$ を超えるところがあるだけである。シナリオ 2-500m ケースは夏季、冬季ともモデル領域内の最大値が $5\mu atm$ 未満のため図は省略した。

1%漏出-100m ケース（第 4.4-14 図、第 4.4-15 図）では、冬季、夏季とも漏出域直上に ΔpCO_2 が $200\mu atm$ 以上のところがあり、上方へと広がっているが、海底から数 m 離れると $200\mu atm$ 未満になる。1%漏出-500m ケース（第 4.4-16 図、第 4.4-17 図）では冬季でも ΔpCO_2 はほぼ $50\mu atm$ 以下であり、夏季には $20\mu atm$ 以下と非常に小さい値になっている。



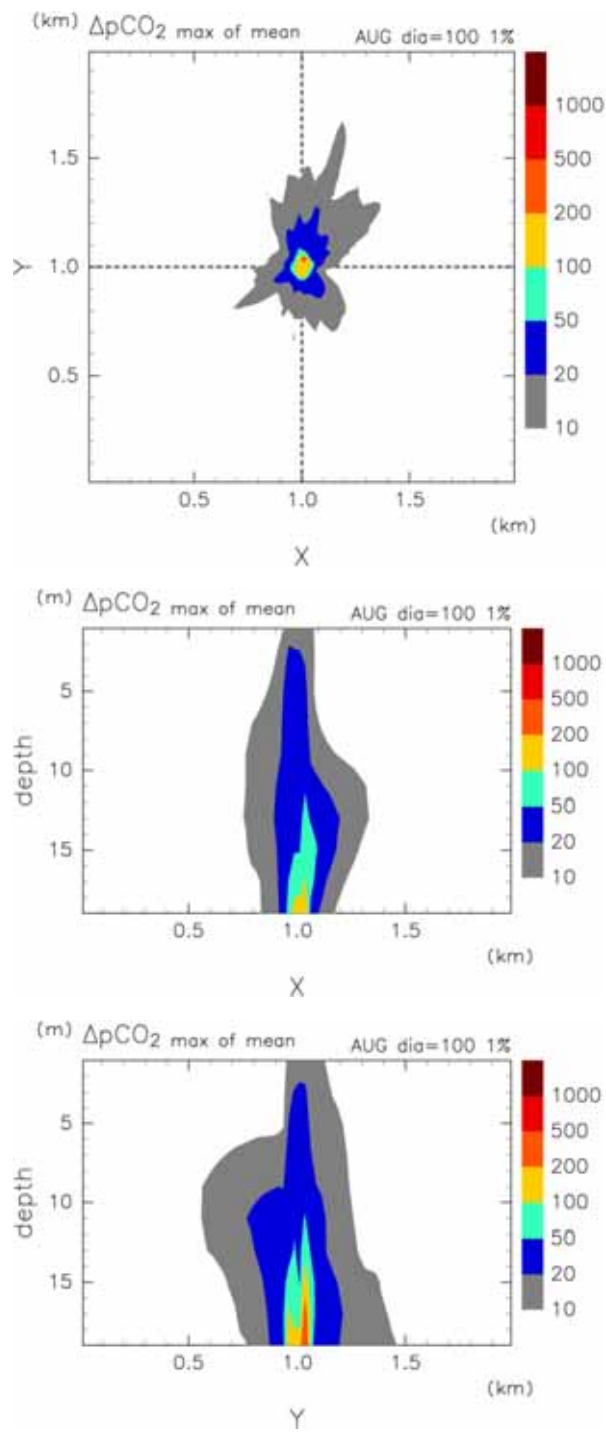
注：上から順に最下層の水平面（xy 平面）と y, x の中央での鉛直断面（xz 断面, yz 断面）。シナリオ 2-100m ケース, 夏季条件。

第 4. 4-12 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の 24 時間移動平均の最大値の分布図



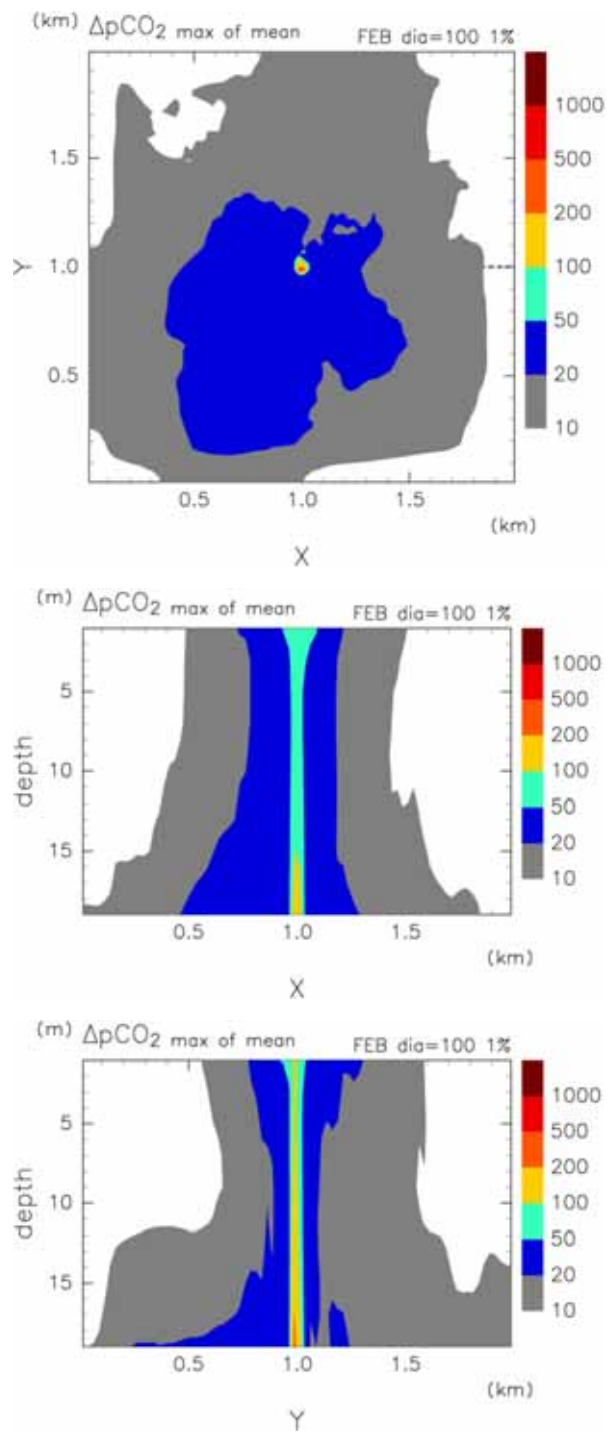
注：第 4. 4-12 図と同じ。シナリオ 2-100m ケース，冬季条件。

第 4. 4-13 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の 24 時間移動平均の最大値の分布図



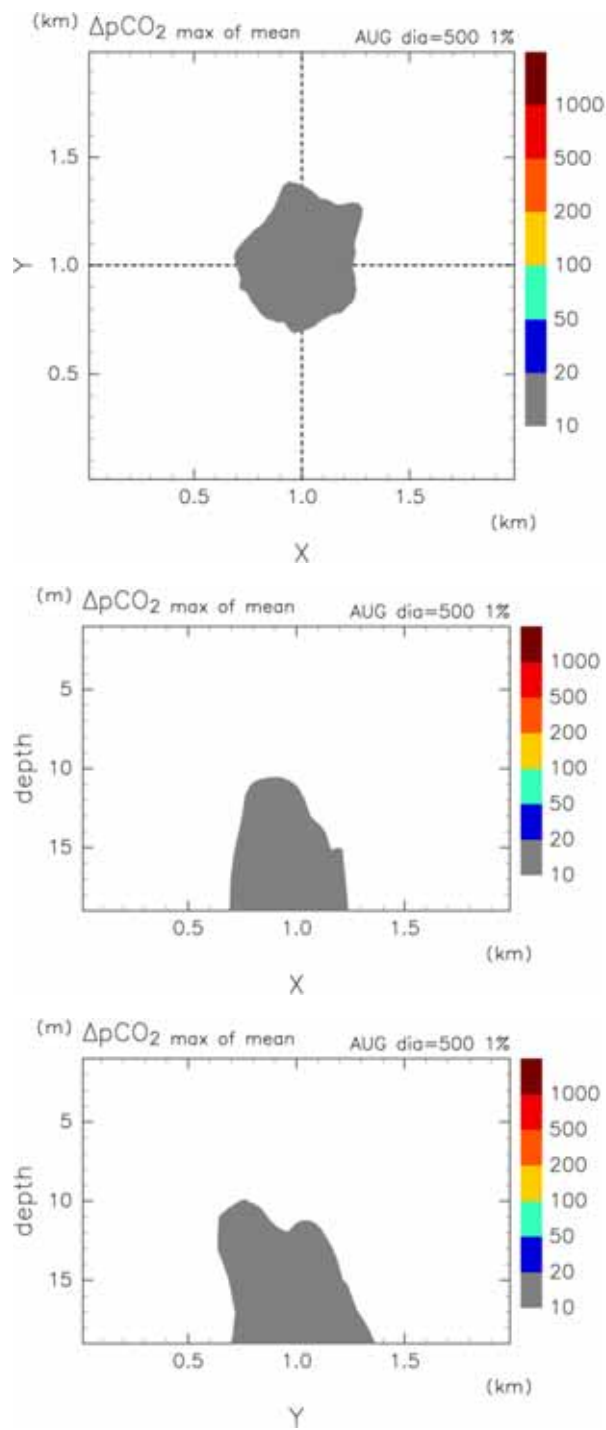
注：第 4. 4-12 図と同じ。1%漏出-100m ケース，夏季条件。

第 4. 4-14 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の 24 時間移動平均の最大値の分布図



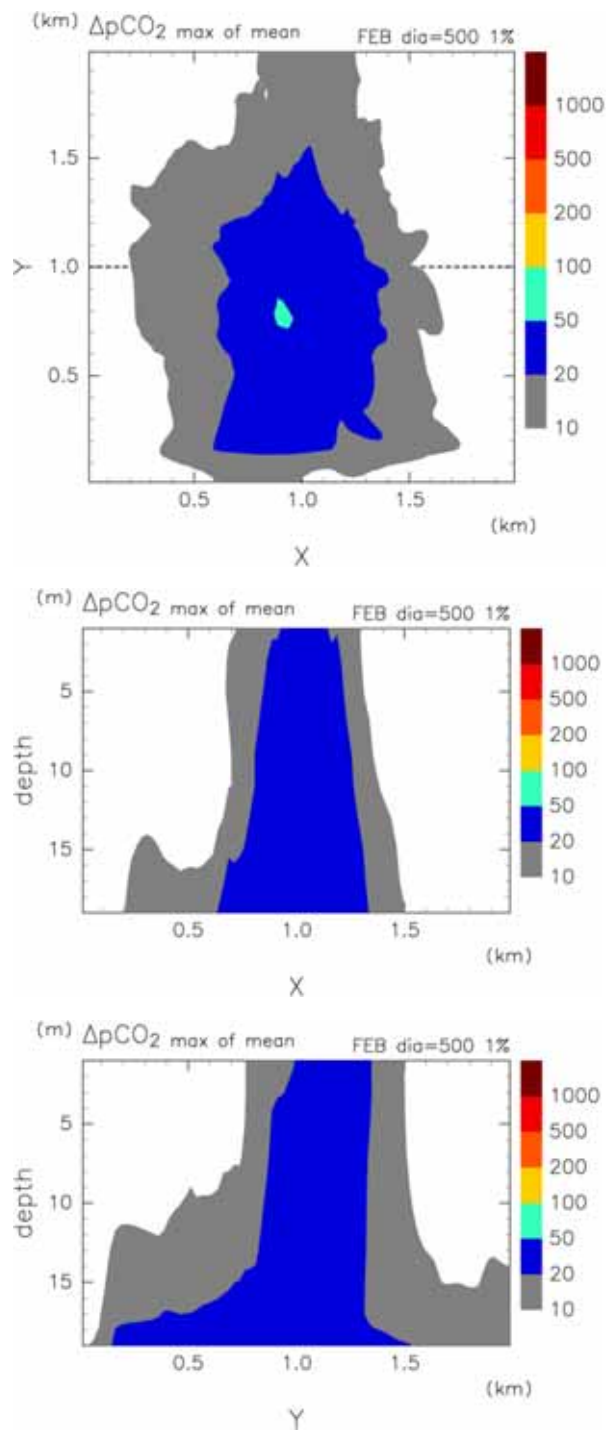
注：第 4. 4-12 図と同じ。1%漏出-100m ケース，冬季条件。

第 4. 4-15 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の 24 時間移動平均の最大値の分布図



注：第 4. 4-12 図と同じ。1%漏出－500m ケース，夏季条件。

第 4. 4-16 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の 24 時間移動平均の最大値の分布図



注：第 5. 1-12 図と同じ。1%漏出－500m ケース，冬季条件。

第 4. 4-17 図 シミュレーション期間中の $\Delta p\text{CO}_2$ の 24 時間移動平均の最大値の分布図

(3) 生物影響の予測結果

2つの漏出シナリオ（シナリオ2ケース，1%漏出ケース）に基づきシミュレーションした溶存CO₂濃度の3週間平均値（3週間平均TCO₂），漏出による溶存CO₂濃度の増分の3週間平均値（3週間平均ΔTCO₂），3週間平均ΔpCO₂，ΔpCO₂の最大値，24時間移動平均したΔpCO₂の最大値（平均ΔpCO₂最大値）についてFull-3Dモデル領域内の最大値，最小値を第4.4-1表にまとめた。

第4.4-1表 Full-3Dモデル領域内の3週間平均TCO₂，3週間平均ΔTCO₂，3週間平均ΔpCO₂，ΔpCO₂最大値および24時間移動平均ΔpCO₂最大値の最小値と最大値

ケース名	3週間平均TCO ₂		3週間平均ΔTCO ₂		3週間平均ΔpCO ₂		ΔpCO ₂ 最大値		平均ΔpCO ₂ 最大値	
	領域最小	領域最大	領域最小	領域最大	領域最小	領域最大	領域最小	領域最大	領域最小	領域最大
シナリオ2-100m ケース 冬季	0.089387	0.090016	7.81×10 ⁻⁶	6.29×10 ⁻⁴	0.152	13.348	0.208	151.02	0.174	40.88
シナリオ2-100m ケース 夏季	0.085363	0.086025	4.07×10 ⁻⁶	2.02×10 ⁻⁴	0.095	5.233	0.207	42.161	0.144	11.69
シナリオ2-500m ケース 冬季	0.089387	0.08959	7.43×10 ⁻⁶	1.10×10 ⁻⁴	0.145	2.149	0.187	7.193	0.338	4.3
シナリオ2-500m ケース 夏季	0.085362	0.086024	3.25×10 ⁻⁶	3.19×10 ⁻⁵	0.083	0.802	0.233	3.449	0.15	1.59
1%漏出-100m ケース 冬季	0.089487	0.092601	1.07×10 ⁻⁴	3.21×10 ⁻³	2.094	96.11	2.974	1614	2.705	288.5
1%漏出-100m ケース 夏季	0.085404	0.08758	3.25×10 ⁻⁵	1.87×10 ⁻³	0.828	58.37	1.996	2528	1.422	379.2
1%漏出-500m ケース 冬季	0.089461	0.090572	8.12×10 ⁻⁵	1.19×10 ⁻³	1.585	25.61	2.071	104.4	1.853	56.48
1%漏出-500m ケース 夏季	0.0854	0.086058	3.53×10 ⁻⁵	3.46×10 ⁻⁴	0.893	9.015	1.955	41.07	1.407	17.63

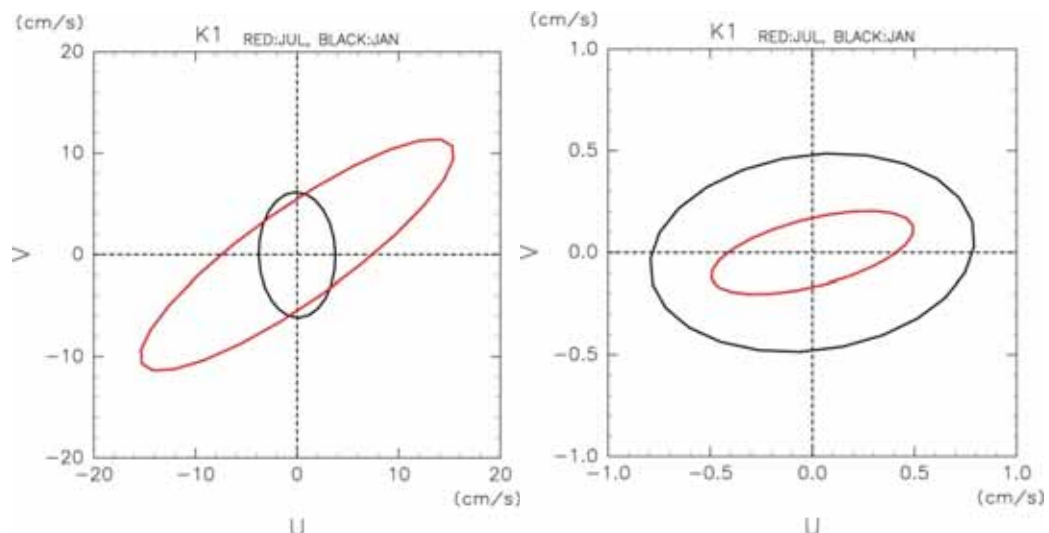
注：単位はTCO₂とΔTCO₂がkg/m³，ΔpCO₂はμatm。

シミュレーション期間中のΔpCO₂の最大値については，1%漏出-100m ケース夏季と冬季において1,000μatm以上と高いが，24時間移動平均したΔpCO₂の最大値（平均ΔpCO₂最大値）をみると，この2つのケースでは288.5～379.2μatmであり，生物影響への目安となる200μatmをわずかに超える程度である。また，その範囲は4.4(2)で示したとおり漏出域のごく一部に限られる。

シナリオ2-100m ケースについては，最も漏出の影響が大きい冬季でもΔpCO₂の最大値が151.02で，24時間移動平均したΔpCO₂の最大値は40.88と小さな値になっている。シナリオ2-500m ケースは，ΔpCO₂の最大値が10μatm未満で観測によって検知できない程度の低い値にしかない。1%漏出-500m ケースはΔpCO₂の最大値でも冬季が104μatm，夏季が41μatmで，生物影響の目安となる200μatmに比べて十分小さい。

CO₂は水温が低いほど海水によく溶けるため，各ケースとも夏季よりも冬季の方が，溶存CO₂濃度が高い。1%漏出-100m ケースについては，ΔpCO₂の最大値や24時間移動平均したΔpCO₂の最大値は夏季の方が高いが，3週間平均したΔpCO₂は冬季の方が高い。この点は4.4(2)で分布を示したとおり，夏季に局所的に高い値があるために，最大値が冬季より高くなっているだけと考えられる。なお，平均流（時間平均値）は第2.1-3図に示したように計算値は観測値を概

ね再現できているが、潮流など時間変動成分については必ずしも十分に再現されているわけではない（第 4.4-18 図）。そのため、本シミュレーションでは流れの時間変動成分による CO_2 の拡散効果を若干過小評価している可能性も考えられる。しかし、その場合、 CO_2 が広がった分だけ濃度がより薄まることになるため、本シミュレーションで示された漏出 CO_2 による影響範囲（第 4.4-2～4.4-4 図）がより広くなるとは考えにくい。



注：左図が H16 年度苫小牧港潮流観測調査の結果。右図がシミュレーション結果。赤は夏季(7 月)，黒は冬季(1 月)。

第 4.4-18 図 観測とシミュレーションによる K1 潮の潮流楕円の比較

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

弾性波探査の検出限界以下の小規模な断層/フラクチャを通じてCO₂が移行するシナリオでは、海底面までのCO₂漏出は起きないという結果が得られた。そこで、極端に危険側の漏出として、CO₂圧入期間中に貯留層から海底面付近まで達する断層（断層全体が1Darcyという最大の浸透率）が新たに発生してCO₂が漏出するシナリオ（シナリオ2ケース）と貯留量の1%が漏出開始直後の最大のフラックスで全て漏出するシナリオ（1%漏出ケース）を想定し、それぞれに円形漏出域として直径100m（100mケース）あるいは500m（500mケース）を設定し、CO₂漏出シミュレーションを行った。シミュレーション期間中の24時間移動平均した $\Delta p\text{CO}_2$ の最大値（平均 $\Delta p\text{CO}_2$ 最大値）をみると、1%漏出-100mケースでは288.5~379.2 μatm であったが、その他のケースでは200 μatm を超えることはなかった。

一方、生物影響閾値に関しては、CO₂分圧を指標として影響がみられたデータを取りまとめ、分類群ごとに整理した。その結果、最も影響閾値が低い値は、棘皮動物門ウニ綱に含まれるバフンウニとナガウニ、および軟体動物門腹足綱に含まれるマガキガイで得られた200 μatm （ $\Delta p\text{CO}_2$ ）であった。そこで、生物影響を評価するにあたり、この値を生物影響閾値とした。

これらを総合的にみると、極端に危険側の漏出を想定しても、海水中では生物影響閾値をわずかに超える値が見られる程度であり、その範囲は漏出域の極近傍に限られていることが示されたとと言える。したがって、万が一の漏出が起こった場合でも、生物影響は極めて軽微であると評価することができる。

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

CO₂ 海底下地層貯留の安全性検証のために、英国自然環境調査局（Natural Environment Research Council; NERC）が出資する QICS プロジェクト（Quantifying and Monitoring Potential Ecosystem Impacts of Geological Carbon Storage）が 2012 年に実施された^[1]。このプロジェクトは世界初の実海域での海底下二酸化炭素（CO₂）漏出実験であり、世界的な注目が集まっている。実験には英国の研究機関とともに、日本の研究機関が参加した。

実験はスコットランド西海岸の Ardmucknish 湾で実施された。陸地から岩盤を通して未固結堆積物まで、すなわち湾の沖合 350m、海底下 12m まで達する水平坑井が掘削された。CO₂ ガスを 37 日間このパイプに注入し、最終的に合計 4.2 トンのガスが堆積物中に放出され、CO₂ 気泡の海底面からの漏出が観察された。この CO₂ ガス放出前、放出中および放出後に、広範な地球物理学的、生物地球化学的、生物学的調査が行われた。その結果、CO₂ 漏出による海底および海水中の物理、化学的变化は、様々なモニタリング機器によって観測することが可能であることが示された。また、底生性の生物について、CO₂ 漏出による影響は漏出点の極近傍でわずかに認められる程度であり、漏出が止まると影響から短期間で回復することが示された。

これらの実験結果については、Nature climate change 誌に総説論文^[2]が掲載されるとともに、International Journal of Greenhouse Gas Control 誌に特集号^[3]として 21 編の詳細な論文が掲載されている。

^[1] 『QICS - Quantifying and Monitoring Potential Ecosystem Impacts of Geological Carbon Storage』（英国地質調査所ウェブサイト：<https://www.bgs.ac.uk/qics/1>, 2016/02/01 アクセス）

^[2] Blackford, J., Stahl, H., Bull, J.M., Bergès, B.J.P., Cevatoglu, M., Lichtschlag, A., Connelly, D., James, R.H., Kita, J., Long, D., Naylor, M., Shitashima, K., Smith, D., Taylor, P., Wright, I., Akhurst, M., Chen, B., Gernon, T.M., Hauton, C., Hayashi, M., Kaieda, H., Leighton, T.G., Sato, T., Sayer, M.D.J., Suzumura, M., Tait, K., Vardy, M.E., White, P.R., Widdicombe, S., 2014. Detection and impacts of leakage from sub-seafloor deep geological carbon dioxide storage. Nature Climate Change, 4, 1011-1016.

^[3] Blackford, J., Stahl, H., Kita, J., Sato, T. (eds.), 2015. Special Issue: CCS and the Marine Environment. International Journal of Greenhouse Gas Control, 38, 1-229.