

【公表用資料】 2019年度苫小牧沖における秋季調査結果（概要版）

2016年4月から苫小牧沖において、海洋汚染等防止法に基づく環境大臣の許可を受けた国内第1号の海底下 CCS 事業である苫小牧沖海底下 CCS 実証試験事業が開始され、海底下への CO₂ の圧入が経済産業省により実施されていきました。2019年11月末までに約30万tのCO₂が圧入され終了しました。

2019年度秋季（2019年8月～9月）に環境省が調査した結果、2011年度から2015年度までの調査（以下「過年度調査」¹⁾という）と比較して、海水の化学的性状調査で DIC 濃度と pCO₂ がやや高く、DO 飽和度が低い調査測点がみられましたが、その他は大きな変化は見られず、海洋への CO₂ の漏出が懸念されるデータはありませんでした。

【調査の概要】

海底下 CCS 事業に係る許可制度の規制当局である環境省として独自に、最新の知見に基づくモニタリング技術を活用し、結果を検証していくことにより、海底下 CCS 事業における適切な海域のモニタリング技術及びその適用方法の確立を図ることを目的として、苫小牧沖において海洋調査を実施しました。

調査海域は苫小牧沖の約10km×8kmの範囲とし、海水の化学的性状、底質、海洋生態系の変化について、図1に示す調査測点で調査しました。

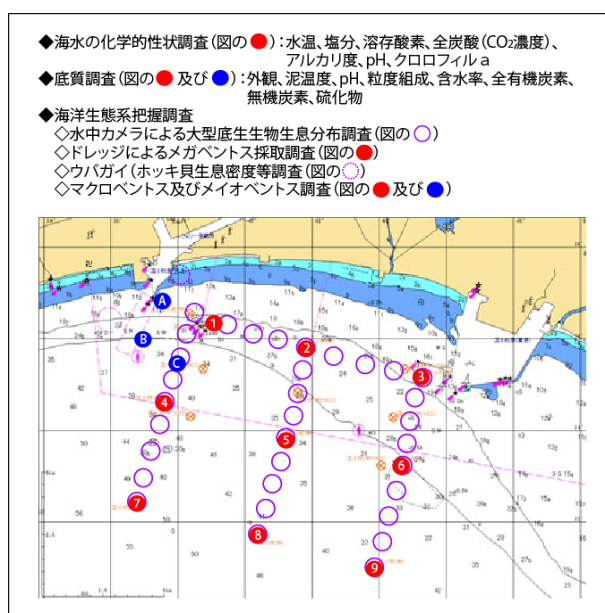


図1 調査海域及び調査測点

¹⁾ 2011～2015年度に実施した海底下 CCS 実施のための海洋調査事業

1. 海水の化学的性状調査

万が一、圧入された CO₂ が漏出した場合、海水中の CO₂ 濃度や平衡状態が変化すると予想され、例えば CO₂ の分圧 ($p\text{CO}_2$) 及び全炭酸 (DIC) 濃度の上昇や pH の低下が起こることが考えられます。このような変化を検知するため、採水を行い、海水中の CO₂ に関係するパラメータとして DIC、アルカリ度、pH 及び塩分について分析し、 $p\text{CO}_2$ を算出しました。

海水中の CO₂ 濃度は、CO₂ の漏出のような外的な要因だけでなく、例えば海水の混合度合いや生物の呼吸・光合成などにより著しく変化します。これらの影響を把握するため、多項目センサを用いて水温及び塩分の分布を把握し、溶存酸素 (DO) や光合成を行う植物プランクトンの指標となるクロロフィル a 濃度についても分析しました。

海水の化学的性状調査は 2019 年 11 月 22 日、23 日に実施しました。

2. 底質調査

底泥中の水分 (間隙水) に CO₂ が溶解することで pH の低下が起こります。この変化を検知するため、採泥を行い、pH を測定するとともに、関連項目として含水率、有機炭素、無機炭素、全窒素及び硫化物について分析しました。

底質調査は 2019 年 11 月 21 日、12 月 6 日、8 日に実施しました。

3. 海洋生態系調査

海洋生態系のうち、海底面上または底泥中に生息する底生生物は、海中を遊泳する魚類等と比較して移動範囲が狭いことから、底泥中の間隙水に CO₂ が溶解した場合、影響をより強く受ける可能性があります。特に炭酸カルシウムの殻を持つ生物は、底質の pH 低下の影響を受けやすいと考えられます。

底生生物については、肉眼で見える大きさでドレッジやトロール等の底引き網で採取できるような大型の底生生物 (メガベントス)、1mm 以上の中型の底生生物 (マクロベントス)、1mm 未満の小型の底生生物 (メイオベントス) に区分されます。

水中カメラによる大型の底生生物生息分布調査は 2019 年 12 月 5 日～21 日に、ドレッジによる大型の底生生物採取調査は 2019 年 12 月 7 日に、苫小牧地域の水産重要種であるウバガイ (ホッキガイ) 生息密度等調査を 2019 年 11 月 20 日に実施しました。

また、中型の底生生物及び小型の底生生物調査は 2019 年 11 月 21 日、12 月 6 日、8 日に実施しました。

【調査の結果】

1. 海水の化学的性状調査

水温は 6.79～9.64 °C、塩分は 33.54～34.00、アルカリ度は 2,250～2,270 $\mu\text{mol/kg}$ 、DIC は 2,082～2,154 $\mu\text{mol/kg}$ 、pH は 7.78～7.92、 $p\text{CO}_2$ (計算値) は 378～529 μatm 、DO は 220～265 $\mu\text{mol/kg}$ 、DO 飽和度 (計算値) は 73～92 %、クロロフィル a 濃度は 0.1～1.8 $\mu\text{g/L}$ の範囲でした。2019 年度秋季調査の結果は、DIC 及び $p\text{CO}_2$ の値が過年度調査と比較してやや高く、沖合の調査測点の下層及び底層で高い傾向がみられました。また、DO 飽和度は表層で高く、下層及び底層で低い傾向がみられました。

前述したように、海水中の CO_2 の漏出が起こらなくても、海域での光合成や呼吸 (有機物の分解を含む) など生物的な要因によっても大きく変化します。光合成と呼吸は海水中の酸素の放出と消費を伴うことから、これら生物的な要因による変化分を $p\text{CO}_2$ と DO の関係から見積もることが可能であると考えられました。過年度調査で得られたデータの解析により、調査海域における $p\text{CO}_2$ と DO 飽和度には曲線で示す関係があることが確認されています。この曲線の 95% 予測区間の上限を超過するデータが確認された場合、 CO_2 圧入開始以前の過去の傾向から統計的に外れたとみなされることから、漏出を懸念することとしました。ただし統計学的には、漏出が発生していない場合においても、2.5% の確率で上限を超過するデータが確認される可能性があります。

2019 年度秋季の $p\text{CO}_2$ と DO 飽和度との関係を過年度調査結果と比較したところ、図 2 のとおり、過年度調査結果と比べて $p\text{CO}_2$ が高く、DO 飽和度が低い調査測点がみられましたが、ほぼ累乗曲線上にプロットされており、95% 予測区間の上限を超過するデータ、すなわち CO_2 漏出を懸念されるデータはありませんでした。

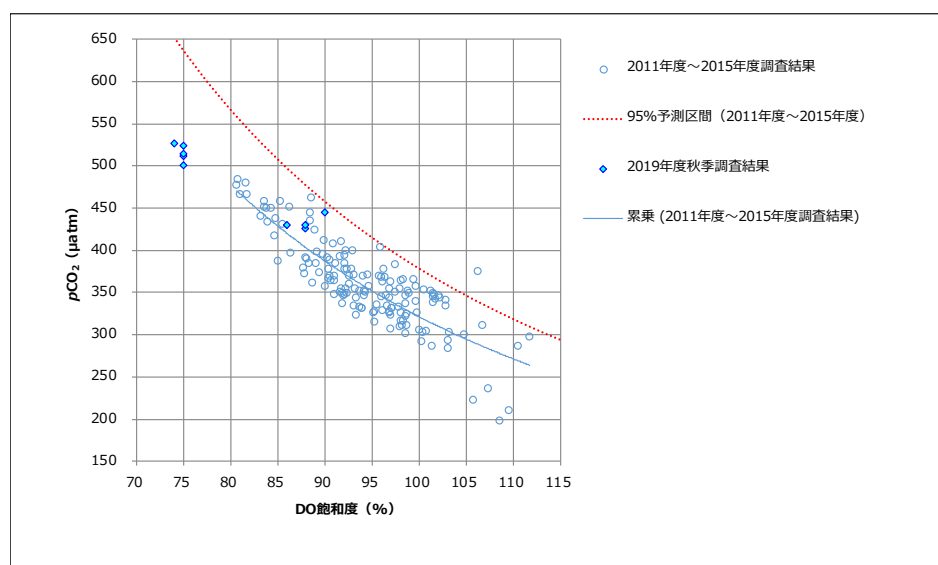


図 2 $p\text{CO}_2$ と DO 飽和度との関係

2. 底質調査

pH は 7.41~8.16、含水率は 17.7~32.3%、有機炭素は 0.7~9.0 mg/g-dry、無機炭素は定量下限値未満~0.3 mg/g-dry、全窒素は 0.11~1.01 mg/g-dry の範囲でした。硫化物は調査地点調査測点 3、5 及び C で検出され、0.1~0.4 mg/g-dry の範囲でした。

2019 年度秋季の調査結果は、2019 年度秋季の調査結果は、有機炭素の値が調査測点 9 及び B で、全窒素の値が調査測点 9 でそれぞれ過年度の最小値より小さい値を示しました。それ以外の結果は、過年度秋季の調査結果と比較して大きな変化は見られませんでした。

3. 海洋生態系調査

(1) 水中カメラによる大型底生生物（メガベントス）生息分布調査結果

スナヒトデ属、ヒダベリイソギンチャク、イソギンチャク目、エゾボラ、多毛綱、ヤドカリ亜目、カレイ目、カサゴ目カジカ科の一種等が確認されました。

2019 年度秋季の調査結果は、過年度秋季の調査結果と比較して大きな変化は見られませんでした。

(2) ドレッジによる大型底生生物（メガベントス）採取調査結果

出現個体数は、ゴカイの仲間が多数を占めた環形動物門、クモヒトデの仲間が多数を占めた棘皮動物門、二枚貝の仲間が多数を占めた軟体動物門の順でした。

底質の pH 低下の影響を受けやすいと考えられる炭酸カルシウムの殻を持つもので出現個体数が多かったのは *Ophiura* 属、エゾハマグリ、エゾヌノメアサリでした。

2019 年度秋季の調査結果は、過年度秋季の調査結果と比較して大きな変化は見られませんでした。

(3) ウバガイ（ホッキ貝）生息密度調査結果

ウバガイ調査は 2 回曳網を行いました。1 回目の曳網では、生息密度は 325 個体/100m²、湿重量は 105.2 kg-wet/100m²、2 回目の曳網では、生息密度は 471 個体/100m²、湿重量は 154.1 kg-wet/100m² でした。また、個体重量に対する貝殻重量の割合は 1 回目の曳網では 69 %、2 回目の曳網では 70 % でした。

2019 年度秋季の調査結果は、過年度秋季の調査結果と比較して生息密度、貝殻重量、軟体部重量及び個体重量に対する貝殻重量の割合に大きな変化は見られませんでした。

(4) 中型底生生物（マクロベントス）及び小型底生生物（メイオベントス）調査結果

中型底生生物の出現個体数は、多毛綱（ゴカイの仲間）が最も多く、次に軟甲綱、二枚貝綱の順でした。

底質の pH 低下の影響を受けやすいと考えられる炭酸カルシウムの殻を持つもので出現個体数が多かったのは、キヌタソコエビ属、エゾハマグリ、フクロスガメでした。

2019 年度秋季の調査結果は、調査測点 5 及び 6 で過年度秋季の調査結果と比較して出現数が低下する傾向が見られましたが、生物分類の組成比は 2018 年度秋季調査と比較して大きな変化は見られませんでした。その他の調査測点では全体的に大きな変化は見られませんでした。

小型底生生物の出現個体数は、線形動物門（線虫の仲間）が最も多く、次に有孔虫目（有孔虫の仲間）、ソコミジンコ目の順でした。

底質の pH 低下の影響を受けやすいと考えられる炭酸カルシウムの殻を持つもので出現個体数が多かったのは、有孔虫目、ソコミジンコ目、二枚貝綱でした。

2019 年度秋季の調査結果は、調査測点 2 及び 7 で過年度秋季の調査結果と比較して出現数が低下する傾向が見られました。出現数が低下傾向であった調査測点 2 及び 7 における生物分類の組成比を 2018 年度秋季調査と比較して、調査測点 2 については炭酸カルシウムの殻を持つ有孔虫目の比率が高くなっており、調査測点 7 については生物分類の組成比に大きな変化は見られませんでした。その他の調査測点では全体的に大きな変化は見られませんでした。