

Ⅲ. 気候変動緩和策としての海洋利用とその課題

Ⅲ-1. CCSと環境影響評価

吉川貴志

1. はじめに

気候変動の対策には、「緩和策」と「適応策」がある。緩和策とは、気候変動の直接の原因である温室効果ガスそのものを削減するような、根本的な対策を指す。例えば、省エネルギーや再生可能エネルギーの導入といった化石燃料を使わない対策や、大気中に放出してしまった二酸化炭素(CO₂)を植林等の手段によって吸収する対策、そして、CO₂を大気へ放出することなく回収し、地中深くに貯留するCO₂の分離・回収・貯留(Carbon dioxide Capture and Storage ; CCS)等が、この緩和策として挙げられる。他方、適応策とは、すでに生じている影響に適応していくものであり、渇水や洪水への対応、熱中症の予防や、高温に強い農作物を作出することなどを指す。こうした気候変動対策は、持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals ; SDGs)の一つとして、193の国連加盟国が全会一致で採択しており、注力すべき優先課題となっている。なお、我が国の対策については、「気候変動の影響への適応計画(2015年11月27日閣議決定)」や「地球温暖化対策計画(2016年5月13日閣議決定)」として公表されている。本稿では、気候変動緩和策として海洋を利用するCCSと、その環境影響評価について現状を報告する。

2. 日本のCCSプロジェクト

CCSとは、製油所や発電所など大規模なCO₂排出源からCO₂を分離・回収し、地中深くに貯留する技術である。日本においては、CO₂を海底下1,000m以深の地層に圧入する、「海底下CCS」の実証試験が進んでいる(経済産業省, 2016)。パリ協定のいわゆる「2°C目標」を達成するためには、2040年には2,500のCCS設備が稼働している必要があるとも言われている(Global CCS Institute, 2017)。そしてCCSによるCO₂排出量削減は、電力業界では再生可能エネルギーと同様に、主要なオプションであると位置づけられている(OECD/IEA, 2017)。

CCSのプロジェクトは世界中に存在しており、17の大規模な商用CCS設備が稼働している(Global CCS Institute, 2017)。日本においては、2003年から2005年にかけて新潟県長岡市において、総量1万トンのCO₂を陸域で圧入した実証プロジェクト

が実施された。次いで、2016年からは、北海道苫小牧市において、10万トン規模(実用規模の10分の1規模)の海底下へのCO₂圧入が、実証試験として行われている(以下、「実証試験」という)。実証試験は、経済産業省が事業主体であり、2015年に設備建設、2016年から2018年にかけて監視を行いながら海底下へCO₂を圧入し、圧入終了後も継続して監視を行うものである。この圧入試験と同時並行で、安全性評価等の研究開発や、CO₂貯留ポテンシャル調査も実施されており、国は2020年頃の技術実用化を目指している(経済産業省, 2016)。

3. 海底下CCSの環境影響評価

大規模な事業を実施する際には、「環境影響評価法」に基づいて、事業実施前に環境への影響を評価する、環境アセスメント制度がある。同法では道路、ダム、鉄道、空港、発電所など13種類の事業を評価の対象としており、事業者は、事業の実施、工事中・供用中の影響を事前に予測評価しなければならない。これに対して、海底下CCSは、「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」(海洋汚染防止法)に基づいて、環境影響評価を行う。

海底下CCSは、圧入したCO₂が海底下から漏れ出てこない場所を選定して実施することが前提となる。しかし、海洋汚染防止法に基づく海底下CCSの環境影響評価では、「CO₂が海底下から海洋へ漏出する」という仮説を立て、海洋環境への影響を評価する必要がある。ただし、海水中へのCO₂漏出があった場合においても、海洋環境の保全に障害を及ぼすおそれがないこと、すなわち、万が一漏出しても、影響の範囲が限定的で、二次的な影響を引き起こさない、あるいは生じる変化が軽微と推定されることが求められる。影響が大きいと予測される場合は、環境に配慮するよう計画の見直しが求められることになる。つまり、環境影響評価法と同様の「環境保全」の考え方が、海底下CCSの環境影響評価においても適用されているといえる。

事業実施前の環境影響評価を中心に、CCS事業着手までの手順を以下に述べる。大まかな手順としては、①事前調査、②潜在的影響評価、③申請書作成、④許可申請、⑤CO₂圧入と監視実施(事業着手)、と整理できる。

まず、事前の現地調査で、監視のベースラインとなるデータを取得する(前述の手順①)。そして、机上でのシミュレーション等を経て、「万が一の漏出」という潜在的な影響評価を行う(②)。

これらの結果をもって、環境大臣に対する事業の許可申請書を作成する。許可申請にあたっては、指針（環境省、2008）を参照しつつ準備を進めていく。実証試験では、この指針が例示する事前評価項目例（第1表）を参考に、水質、底質および海洋生物の一部について四季調査を実施し、その他文献調査を行って、ベースラインデータを整備した。②の潜在的影響評価を実施した後は、申請書を作成して許可申請を行うこととなる（③および④）。

第1表 事前評価項目の例*

環境要素等の区分	調査項目
水環境（水質）	二酸化炭素濃度（関連指標；全炭酸，アルカリ度等），水素イオン濃度（pH），有害物質の濃度等
海底環境（底質）	二酸化炭素濃度（技術的に困難），有害物質の濃度
海洋生物	浮遊生物，魚類等遊泳動物，海藻・草類，さんご類，および底生生物の生息状況
生態系	藻場，干潟，さんご群集，脆弱な生態系，産卵・生育場，熱水生態系等特殊な生態系
海洋の利用等	レクリエーション，海中公園等の保全区域，漁場，航路，海底ケーブル，資源探査・掘削

*環境省（2008）

申請書には、事前評価結果に関する書類、その他、省令で定める書類を添付しなければならない。これらの許可申請書等の記載要領は、告示で示されている（環境省、2007a, 2007b）。なお、許可申請では、環境影響評価法に見られる「配慮書」、「方法書」、「準備書」、および「評価書」に相当するステップがなく、今のところ必要な書類を整備すれば、申請が可能である。ただし、実証試験では、必要書類の内容を事前に環境省と協議する必要があった。

実証試験においてこれら一連の手順に要した期間は、①と②が約1年間、③と④で約1.5年間、公告縦覧が1ヶ月であった。

4. 海洋環境の監視計画

監視計画全体は、圧入ガスに関する監視、地層内に関する監視、そして海洋の監視から成る。また、監視段階は、監視結果等の状況により次のよ

うに移行するシステムである。

通常は「通常時監視」を実施し、CO₂漏出のおそれが生じていることを類推させる異常を検出した場合、確認の調査を行う。それでもなお同様の結果を得た時は、CO₂の圧入を停止して「懸念時監視」を実施する。懸念時監視の、状況を的確に把握する調査により、漏出のおそれがあると判断された場合、「異常時監視」に移行する。異常時監視では、具体的な漏出防止措置（あるいは影響緩和措置）を検討する観点からの詳細な監視を実施することになる。いずれのケースにおいても、漏出のおそれが解消されていけば、すなわち、漏出していないことが確認されれば、通常時監視に戻る。

5. 監視の実態

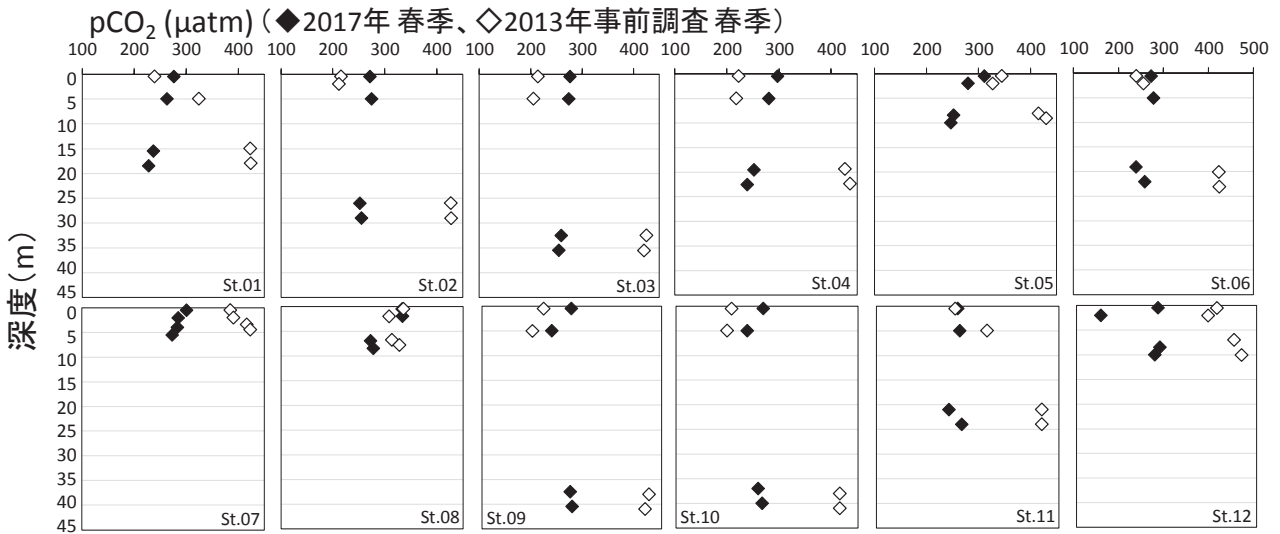
監視は、海洋環境調査によって、CO₂貯留海域における環境影響が事前の予測・評価の範囲に収まっていることを確認するものである。この業務は経済産業省が日本CCS調査株式会社に委託しており、海生研では、海洋環境調査と監視報告（監視計画に従って、事業者である経済産業省が環境大臣へ報告するまで）の一部を、平成28年度より担当している。

監視では、北海道苫小牧西港沖、約5km四方のエリアに設定してある12調査測点を対象に調査を行っている。調査測点の最大水深は約40mである。

監視結果の例を幾つか紹介する。2017年春季の二酸化炭素分圧（pCO₂）を第1図に示す。事前調査と比較すると、底層のpCO₂は低いことがわかる。しかしながら、2016年の春季、2017年の夏季、および2018年冬季では、事前調査よりも高いpCO₂を観測しており、確認のための調査を実施した。

生物監視の例として、メガロベントスの監視について述べる。ここでは、遠隔操作無人探査機を使った観察と、苫小牧特産の水産物であるウバガイを対象とした貝けた網調査を組み合わせ、メガロベントスの分布状況を調べている。事前調査では、ウバガイ、カシパン類、キヒトデ、キンコ、クモヒトデ類、ゴカイ類、ニッポンヒトデ、ヒダベリイソギンチャク、およびホタテガイを主要種としており、2017年夏季の調査では、すべての主要種を確認した。

実証試験では、事前調査を各季節1回ずつ実施したのみであるが、監視によってデータを蓄積していくことにより、ベースとなるデータの年変動や日変動などがより明らかになると期待される。



第1図 二酸化炭素分圧の観測結果例。

前述のとおり、通常時監視で漏出のおそれが生じていることを類推させる異常を検出した場合には、確認調査を行う。この確認調査の第1段階である「現地概況調査」の内容を以下に述べる。

この調査では、漏出懸念範囲の絞り込み、特定を試みる。まず、 $p\text{CO}_2$ が高かった調査測点で、採水の再調査を実施する。そして、気泡確認調査とセンサー調査を実施する。気泡確認調査は、 $p\text{CO}_2$ が高かった調査測点を中心とした1km四方のエリアについて、サイドスキャンソナーを曳航し、海底下から CO_2 が気泡となって漏出してないかを調べるものである。また、センサー調査は、気泡確認調査と同じエリアについて、底層のpH分布状況を確認するものである。このような調査データに、地層内データ等をあわせて、漏出懸念点の絞り込みや特定ができるかについて環境省が総合的に判断する。なお、これまで実施した現地概況調査では、いずれも「漏出のおそれなし」と環境省が判断し、通常時監視を継続する結果となった。

6. おわりに

これまで実証試験の海洋監視を実施した実績から言えることをいくつか述べる。まず、ベースラインデータの不足が挙げられる。監視結果を正しく評価し事業を進めるためには、事前調査データの拡充が必要である。 CO_2 の圧入前に、ベースとなる水質の変動幅等が十分に把握できるようなデータを保有することが望ましい。ベースデータの拡充に関して言えば、事業者以外の調査・監視データも共有できれば、非常に効率的である。海洋環境調査は費用も時間もかかり、個々のデータ

はいずれも大変貴重なものと言える。このことから事業者の調査以外で使えるデータがあるならば、それらを集約して活用することで、当該海域の性状の理解を深めることができる。現行の許可申請指針は、知見の集積や技術の発展によって改訂していくものとされている。改訂にあたっては、実証試験のプロセスから、例えば影響評価項目の選定、実施頻度、監視段階の移行基準の設定方法等について、蓄積した監視データ等をもとに、科学的な検討が加えられるものと思われる。

引用文献

- Global CCS Institute (2017). The global status of CCS: 2017, Australia. 1-82.
- 環境省 (2007a). 特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄の許可等に関する省令 (平成19年環境省令第23号).
- 環境省 (2007b). 特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄の許可の申請に関し必要な事項を定める件 (平成19年環境省告示第8号).
- 環境省 (2008). 特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄の許可の申請に係る指針 (平成20年1月).
- 経済産業省 (2016). 我が国のCCS政策について. http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/suiso_nenryodenchi/co2free/pdf/006_02_00.pdf (2018年8月31日アクセス)
- OECD/IEA (2017). Energy technology perspectives 2017.