

## 地中貯留層からの二酸化炭素漏洩への対処技術に関する研究

## A study on mitigation of carbon dioxide leakage from storage reservoir

# 山田 大樹 [1]; 佐藤 光三 [1]  
# Taiki Yamada[1]; Kozo Sato[1]

[1] 東大・工  
[1] The U. of Tokyo

地球温暖化が今後危機的に進行すると想定されている中で、二酸化炭素の回収・貯留技術 Carbon Dioxide Capture and Storage, 以下 CCS が非常に有望な温室効果ガスの大規模排出削減技術として現在注目を集めている。CCS の実施には既存の石油工学の技術を活用できると考えられており、実現可能性においても極めて優れた温暖化対策と言える。しかし今後 CCS が地球規模の温室効果を緩和するほどに実施されるために解決すべき課題の一つとして、安全対策技術の確立が挙げられている。貯留の安全には細心の注意が払われるものの、長期間の貯留を想定しなければならない CCS には潜在的に貯留層からの漏洩リスクを抱えている。しかしながら現在提案されている漏洩対策は未だ定性的な示唆の域に留まっており、実行性に疑問が持たれる。そこで本研究では、漏洩した二酸化炭素が地層内を浮上する際、上部より水を圧入することで漏洩を緩和する手段(以下、水圧入法と呼ぶ)に着目し、数値シミュレーションにより水圧入法の漏洩緩和効果の定量的な検証を行った。ここではキャップロック、坑井周辺等の局所的な二酸化炭素の漏洩を想定している。

数値シミュレーションによる検証によれば、水圧入法には

1. 二酸化炭素が圧入水に溶解
2. 上部の地層圧を高めることで圧力バリアを形成し、二酸化炭素の浮上を妨害
3. 二酸化炭素の漏洩流路に水が流入することで浸透性バリアを形成し、二酸化炭素の浮上を妨害
4. 水との間に発生する毛管圧力により孔隙内に二酸化炭素が残留

以上4つの作用によって二酸化炭素の漏洩を緩和または防止することができることを示された。また水圧入法を実施する際に考慮しなければならない水圧入に関するパラメータの水圧入深度

水圧入開始日

圧入位置と漏洩源との水平方向距離

が水圧入法の漏洩緩和効果に与える影響について、検証した。結果、

水圧入深度が深いほど漏洩緩和効果がある。特に漏洩源に近い位置での水圧入により漏洩源の地層圧を高め、漏洩レートが急激に減少する。

水圧入開始日が漏洩緩和効果に与える影響は少ない。しかし水圧入を開始しなければ地上に二酸化炭素が到達してしまう期日が存在するため、水圧入はこの期日までに開始しなければならない。

漏洩源との水平方向距離が漏洩緩和効果に非常に大きな影響を与える。

ことが示された。特に漏洩初期には圧力バリア、浸透性バリアが漏洩緩和での大きな役割を果たし、漏洩が封鎖されて漏洩が止まり、地層状態が注入過程に移行した後は、すでに貯留層から漏洩した二酸化炭素を地上に到達させずに地層内にトラップするという2次的緩和の役割が残留ト

ラップにあることが示された。さらに水平坑井を新たに設置し水圧入箇所を増やした場合、漏洩緩和効果は飛躍的に高まることが示された。以上の数値シミュレーションにより、条件次第で水圧入法は十分漏洩対処措置として有効であるという定量的な示唆を得た。

以上の定量的検証を基に一連の漏洩対処行動計画を作成し、漏洩対処における水圧入法の位置づけを検討した。現在、漏洩対処措置として

1. 漏洩源の浸透性を下げるため密度の高い物質を詰め込み、漏洩源を封鎖する
2. 貯留層での二酸化炭素の生産により貯留層圧を下げ、漏洩を止める

2つの手段が提案されているが、あくまで定性的な示唆にすぎず、実効性・速効性に乏しい。また2には生産した二酸化炭素の処理に問題があり、新たな貯留層への圧入には1年以上の期間が必要になると言われている。しかし水圧入法を行えば、地上に二酸化炭素が到達するまでの時間を遅延させることができ、漏洩源を封鎖するまたは貯留層からの二酸化炭素の生産を行うまでに猶予を持たせることができる。つまり水圧入法は以上いずれか2つの対処を完了するまでのつなぎの役割を果たすことが期待される。

本研究において作成した漏洩対処計画は多くの仮定を置いており、実行性を持ったものとは言いがたい。これは未だ貯留層からの二酸化炭素の漏洩事例は存在せず、漏洩対処そのものが研究途上にあり不確定な要素が多いためである。そのため本漏洩対処計画は初めて定量的な判断を基に作成すること、また時間軸という概念を新たに導入することに主眼を置いており、これによって今後の漏洩対処計画策定までの道のりの第一歩目となることを期待する。