

地表付近における環境影響評価のためのCO₂移行挙動調査

背景

CO₂地中貯留事業の社会的合意形成をはかるためには、貯留技術の成立性提示に加え、地下水環境、大気環境への影響評価が必要となる。すなわち、帯水層の貯留性能評価において抽出できなかったCO₂漏洩経路が存在する場合、長期的に、CO₂が上昇移行し、地表付近に到達することを想定しておく必要もあると考えられる。このことから、帯水層から上方移行し地表漏出にいたるCO₂の挙動を予測し、CO₂地中貯留の環境影響評価に反映することが求められている。

目的

地下に貯留したCO₂が万一漏洩し、地表付近に到達する場合を想定し、CO₂移行挙動の推定手法、地中におけるCO₂の化学的影響評価手法、および地表漏出後の濃度分布予測手法を提案する（図1）。

主な成果

1. 気体の地中挙動調査

水溶性ガス田における気体（メタンガス、CH₄）湧出現象を、CO₂漏出現象の天然類似例ととらえ、地表付近の移行現象を調査した。調査対象を更新世の堆積岩地域として、地質調査（露頭観察、ボーリング調査）、地下水調査（孔間透水試験）、同位体調査（地中ガス炭素同位体分析）、気体移行解析等を実施した。これらの結果に基づいて、深部から上昇した気体が地表付近の難透水層にトラップされ、断層破碎帯沿いに上昇する移行モデルを推定し、数値解析によってこのモデルがほぼ妥当であることを示した（図2）。

2. 上昇CO₂の化学的影響調査

CO₂を溶存した地下水に対する、岩石からの微量元素（B、Asなど12元素）の溶出現象を解明するため、微量元素定量分析方法や溶出速度の評価法を検討した。高精度な蛍光X線分析（XRF）を用いて岩石のまま微量元素濃度を分析する方法、ならびに室内試験・炭酸泉の現場調査に基づき、微量元素の溶出速度を評価する方法を提示した。これらをもとに、上昇するCO₂の化学的影響調査手順の提案を行った。

3. 漏出後CO₂の大気中拡散予測状況調査

貯留層から地中を上昇移行し、地表面から大気中に漏出したCO₂の拡散挙動を予測するモデル化手法を検討した。DEGADISモデル*1を基本とし、線源計算機能や気象データの取り込み機能等を付加した数値解析手法が、地表面から大気中に放出されたCO₂の拡散予測法として有効であることを、事例解析により明らかにした（図3）。

なお、本研究は、RITE（（財）地球環境産業技術研究機構）からの受託研究として実施した。

今後の展開

上方移行気体としてCO₂を対象とした環境影響評価手法を確立する。

主担当者 地球工学研究所 地圏科学領域 主任研究員 末永 弘

関連報告書 「浅部地層におけるCO₂移行挙動把握に関する調査」平成19年度成果報告書：N990728（2008年3月）

*1：米国環境保護庁（U.S.EPA）が高密度ガスの大気拡散予測に用いることを認めているモデルの一つ。

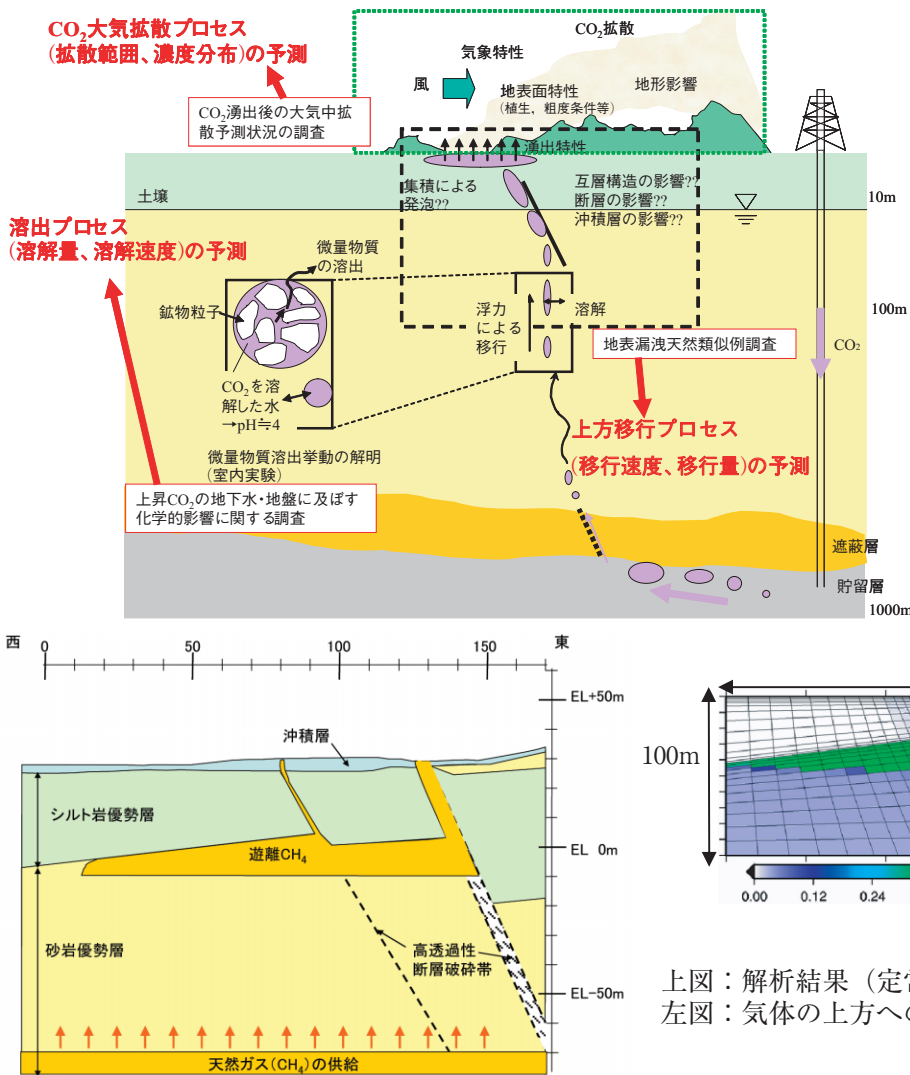


図1 CO₂地中貯留に伴う地下浅部環境影響評価の概念

CO₂地中貯留において、万一地表付近にCO₂が漏洩した場合、上方移行プロセス、地下水溶出プロセス、大気拡散プロセスそれぞれにおける環境影響評価が必要となる。

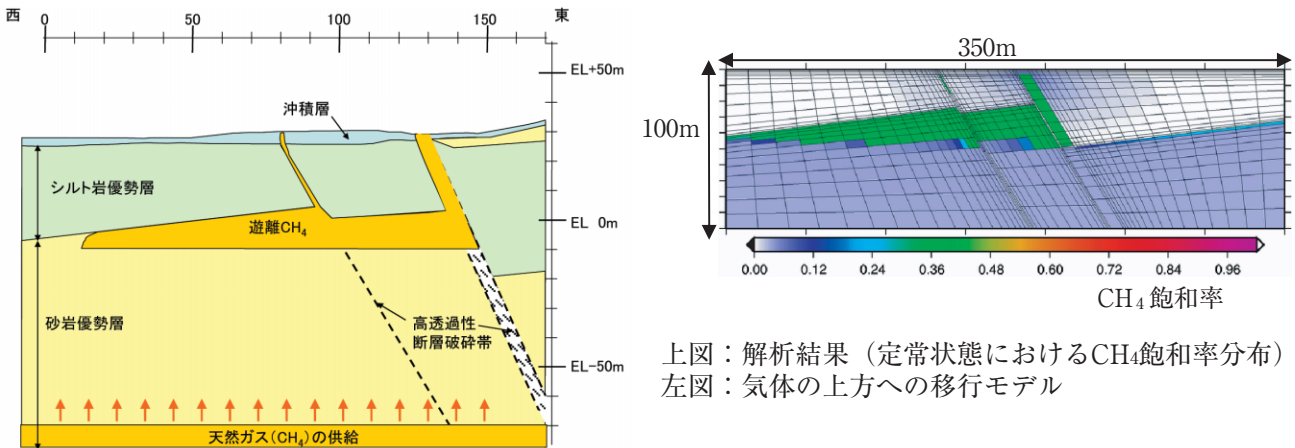
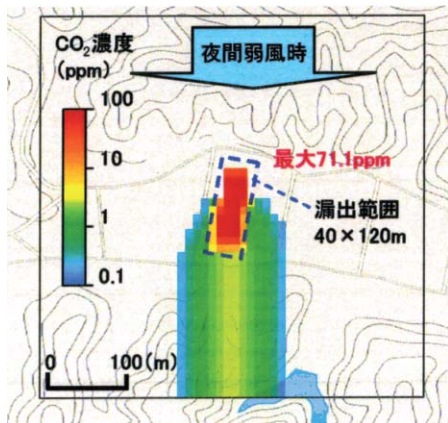


図2 気体の地中移行挙動調査結果に基づく推定気体移行モデル

地表付近（地下100m程度）の地層を対象とした地質調査、地下水調査、同位体調査をもとに気体の上方への移行モデル（左図）を構築し、気体移行挙動解析を実施した結果、モデルに示す遊離ガスの分布が再現された（右図）。



CO ₂ 濃度 (ppm)	作用
5500	6時間ばく露で、症状なし。
10000~20000	不快感が起こる。
30000~40000	呼吸中枢が刺激されて呼吸の増加、脈はく・血圧の上昇、頭痛、めまいなどの症状が
60000	呼吸困難となる。
70000~100000	数分間で意識不明となり、チアノーゼが起こり死亡する。

上表：CO₂の人体への影響（安全衛生情報センター、2002）
左図：CO₂大気拡散計算結果

図3 漏出後CO₂の大気中拡散状況予測結果

図2に示す気体移行モデルにおいて、CH₄をCO₂としたケーススタディとして、地表に湧出するCO₂の夜間弱風時（風速0.9m/s）における大気中への拡散を計算した。その結果CO₂濃度は最大でも70ppm程度であり、人体への影響は少ないと判断される。

2