

CO₂ 地中貯留における物理探査

Geophysical exploration in the geological sequestration of carbon dioxide

當舎 利行 [1]

Toshiyuki Toshi[1]

[1] 産総研

[1] AIST

1. はじめに

京都議定書が昨年2月16日に発行され、基準年に対する6%の削減目標を第1約束期間中に達成するためには抜本的な対策が必要である。地中貯留は、石油天然ガスでの貯蔵に類似性を求めた枯渇油ガス田への貯留方法、天然の水溶性ガスに類似性を求めた帯水層への貯留方法、ならびに石炭への吸着を利用した炭層固定方法に大別される。このうち、我が国では枯渇油ガス田への貯留が新潟県長岡市にて、また、炭層固定が北海道夕張市にて小規模実証実験として実施された。

2. 長岡での物理探査

帝国石油岩野原基地にて、2003年7月より圧入が開始し、中越地震などにより一時中断があったものの、約1万トンのCO₂を地中に圧入した。この実験では、坑井を4本掘削し、1本を圧入井、他の3本を観測井として使用した。観測井と一つの観測井には温度圧力計が備え付けられていたほか、観測井にて中性子、音波、比抵抗、などの各種検層が実施された。音波検層や比抵抗検層からは、CO₂の到達が予測される観測結果が得られ、数回の弾性波トモグラフィーからもCO₂の移動の結果が現れている。一方、地表では、ハイドロフォンによる振動モニタリングならびに繰り返しによる反射法測定が行われたほか、一部期間において自然電位観測や傾斜計観測が実施された。

3. 夕張での物理探査

三菱マテリアル南夕張炭田付近の山中に深度850m付近の炭層を対象として、圧入実験が行われている。夕張の実験では圧入井と観測井が掘削されており、CO₂の到達を直接観測井にて検知することが可能である。しかし、観測井が1本しかないため、圧入中のトモグラフィーなどの実験は行えない。一方、地表観測では傾斜計により連続観測や、重力、GPS測量、自然電位などの観測が実施された。今年度は、それらの観測に加えて地表観測点による微小地震観測が予定されている。

4. その他の地域での物理探査

CO₂の商用的な地中圧入は、天然ガスからの分離したCO₂の貯留（北海のスライブナーなど）と石油2次回収技術の一部としてCO₂を圧入（カナダのワイバーンなど）などが行われており、反射法がモニタリングとして利用されている。反射法では、精度は期待できるものの連続性に欠ける。測定頻度を上げることによりある程度の連続性を確保できる可能性はあるが、反面探査費用が高騰する。一方、受動的観測では安価に出来る判明、精度等に疑問が残る。また、比抵抗検層では、CO₂の到達に敏感に反応していることから、弾性波を利用した探査方法だけでなく電磁波を用いた探査なども必要と考えられる。産総研では、浅い坑井に空気やCO₂を圧入して自然電位観測や比抵抗観測を行った。これらの観測では、地表においてもある程度の変化が期待できることが判明した。残念ながら、我が国では、今後数年間はCO₂圧入を実施する予定がないことから、新しい探査法などは海外のフィールドでの実験などで適用を考えることも必要であろう。

5. 今後の物理探査技術への期待

地中貯留では、地上設備を小型化することなどから超臨界状態のCO₂を地中に圧入する。CO₂の臨界点は、約32℃、8MPaであるので地中では、800mから1000mにて達成される条件と考えられる。このような深さでの物理探査は、石油天然ガス探査や地熱探査よりも浅く、土木分野での対象深度より深い深度となっている。一方、対象となる地層の厚さは、我が国の地層の場合数m～数10mである可能性が高い。このように対象域が狭く探査深度が前例のない深度であることから、新たな解析方法などの技術開発が望まれる。また、沿岸域での帯水層貯留の場合、水深が浅く、漁業などへの影響から通常の反射法などが使えないことも予想されることから、浅海での海底物理探査の機器開発や解析法開発が必要と考えられる。

探査データを解釈するために不可欠な基礎データについても不足が指摘されている。RITEのプロジェクトでの基礎研究分野で、それらの測定データが公表されてきているものの比抵抗などについての測定データはまだ整っていない。また、石炭層での基礎データはほとんどないことから、このような基礎データの取得に対しても積極的に取り組んでいく必要がある。

6. おわりに

CO₂地中貯留において、物理探査は圧入モデルを作成やモニタリングにおいて重要である。物理探査によりモデルが作られ、シミュレーション解析やリスク評価などに適用される。モニタリングもCO₂が移動・貯留の確認として不可欠

である。しかし、探査深度や探査領域など、まだ技術的に未知の分野が多くありさらなる発展が期待されている。