

### 講演3 「CCSにおける微小振動観測技術開発」

RITE CO<sub>2</sub>貯留研究グループ 副主席研究員 薛 自求

#### 【講演要旨】

大規模排出源から分離回収された二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) は、パイプラインなどで貯留サイトに輸送され、地下深部の貯留層に圧入される。そのような貯留層にはCO<sub>2</sub>を貯える空隙が多く、難浸透性の泥質岩から上位地層 (キャップロック) に覆われるため、長期にわたって安全にCO<sub>2</sub>を地下に封じ込むことができると考えられている。地下深部の貯留層にCO<sub>2</sub>を圧入すると、空隙を満たしていた間隙水 (化石塩水) の一部が置換されるとともに、貯留層の間隙水圧 (地層水圧) が増加する。このような地層水圧の増加は貯留層とキャップロックの変形をもたらすため、CO<sub>2</sub>圧入はキャップロックの力学的安全性を考慮して行われることになる。

油ガス田や地熱開発の分野では、地下からの流体の生産や地下への流体圧入によって、微小地震が発生することが分かっている。これらの微小地震は規模が小さく、ボーリング孔内に設置された地震計 (geophone) によって計測されることが多い。このような観測技術はカナダWeyburn油田でのCO<sub>2</sub>-EOR (石油増進回収) プロジェクトで適用された。使わなくなった坑井に複数台の地震計が設置され、CO<sub>2</sub>圧入や原油生産に伴う微小地震を観測した。その結果によると、微小地震の大きさ (マグニチュード) はマイナス3~マイナス1であり、大半がマイナス2以下で、大きくてもマイナス1を満たさない。このため、油ガス田や地熱開発の微小地震と区別するために、地中貯留ではCO<sub>2</sub>圧入サイトで観測されたものを微小振動と呼ぶことにする。

本講演ではカナダのWeyburnやフランスのLacqで行われたCO<sub>2</sub>圧入に伴う微小振動観測事例のレビューや、北海油田に敷設されたBP社の常設OBC観測システムの紹介があった。RITEでは日本国内のCO<sub>2</sub>貯留ポテンシャルサイトが海域に多く分布することを考慮し、繰り返し弾性波探査と微小振動観測がともに実施できる常設OBCシステムを開発している。日本列島周辺の地震活動が活発で、気象庁 (地震観測点: 200箇所; 強震計: 600台) や防災科学技術研究所 (震度計: 3,600台) によって密な地震観測網が整備されている。このような既存の地震観測網の記録を活用することにより、CO<sub>2</sub>圧入の安全性を把握することができる。RITEでは東京大学海洋アライアンスのご協力を得て、平塚沖合で常設OBCシステムの現場実験を実施している。この常設OBCシステムで観測された微小な自然地震について、防災科学技術研究所Hi-netの記録との比較検討することにより、日本の沿岸域の帯水層貯留に適した繰り返し弾性波探査と微小振動の両方を兼ねる観測システムを開発している。

# Microseismic Monitoring at the CCS Fields

By Ziqiu Xue

Chief Researcher, CO2 Storage Research Group, RITE

## Abstract

In CCS, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is captured from a large emission source and transported by pipelines or shipped to the storage sites. Then it is injected into deep geological formations with a sufficient overlying caprock layer to contain the CO<sub>2</sub> within the formation. Injection of CO<sub>2</sub> will increase the formation pressure in the target reservoir. This will decrease the effective pressure and will also lead to geomechanical deformation of the rocks. To guarantee safety of storage, the CO<sub>2</sub> injection must be controlled not to damage the caprock. In hydrocarbon and geothermal reservoirs, it is well known that the injection or production of fluids can induce microseismic events. Because of their small size, induced microseismicities usually are monitored using borehole instruments. The technology has been applied successfully to the CO<sub>2</sub> injection sites. As part of the monitoring component of the Weyburn CO<sub>2</sub> injection project, geophones were installed in a disused borehole to record the microseismic events in relation to changes in injection and production in nearby wells. The event magnitudes detected by the geophones ranged between -3 to -1 and the largest events recorded have magnitudes less than -1.0, and many are smaller than -2.0.

This presentation will give a simple review on microseismic monitoring results observed at the onshore CO<sub>2</sub> injection sites such as Weyburn (Canada) and Lacq (France), and will also introduce an unconventional monitoring system with permanent OBC (Ocean Bottom Cable) deployed at the offshore oil and gas fields in North Sea. We are developing a similar OBC system to carry out both time-lapse seismic survey and microseismic monitoring at the potential offshore CO<sub>2</sub> storage sites in Japan. Japan is one of the most seismically active countries. To monitor earthquakes, JMA (Japan Meteorological Agency) operates an earthquake observation network comprised of about 200 seismographs and 600 seismic intensity meters. It also collects data from over 3,600 seismic intensity meters managed by local governments and the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED). We are conducting the second offshore field test with the OBC system, aiming to compare natural seismic data obtained by OBC with the onshore Hi-net (High Sensitivity Seismograph Network Japan, operated by NIED) records. The field survey results will provide important

insights into the conceptual design of a cost-effective seismic monitoring system at the Japanese offshore potential storage sites.