

カナダ・アサバスカ地域のオイルサンド開発地区における繰り返し三次元地震探査による貯留層モニタリング

Time-lapse 3D seismic monitoring in the Athabasca oil sands development area in Canada

中山 徹 [1]; 高橋 明久 [1]; 岡田 信 [2]; 加藤 文人 [3]

Toru Nakayama[1]; Akihisa Takahashi[1]; Makoto Okada[2]; Ayato Kato[3]

[1] 石油資源開発; [2] JOGMEC; [3] なし

[1] JAPEX; [2] JOGMEC; [3] JOGMEC

カナダアルバータ州ハンギングストーン地区にある JACOS 社の SAGD 法によるオイルサンド開発鉱区において、反射法による繰り返し三次元地震探査（四次元地震探査）を実施した。その目的は、オイルサンド貯留層へ圧入された高温高圧の水蒸気が影響を与えた領域を把握することにある。

同開発地区のオイルサンド貯留層は下部白亜紀のマクマレー層である。貯留層は地表から約 300m の深さに存在する。マクマレー層は潮汐の影響を受けた河口から河川性の堆積物と考えられている。そしてオイルサンド貯留層は浸食谷を埋積するチャンネル堆積物であり、その砂岩層の分布は非常に複雑である。

同オイルサンド開発地域において、2002 年 2 月と 2006 年 3 月の 2 回、反射法三次元地震探査データを取得した。2002 年には複雑な砂岩層の分布の把握を目的として、同年取得された三次元地震探査データと坑井データ情報を統合して三次元地質モデルを構築した。この地質モデルは、開発のために掘削される坑井の配置を最適化するために活用された。なお 2006 年の調査のフィールドパラメータ（発震点位置、受振点位置など）は、2002 年のものとなるべく同じになるように配慮した。

2 つの三次元地震探査データの比較解析を可能とするために、データ処理では同じ処理フローおよび同じ処理パラメータを採用した。処理後の 2 つの三次元地震探査データを比べたところ、稼働中の SAGD 水平井ペア近傍の貯留層相当の地震波応答には明瞭な差異が観測された。

2 つの地震探査データの地震波応答の変化の原因を調べるために、SAGD プロセス下で考えられうる様々な貯留層条件を設定して理論反射法地震波記録を計算した。その結果、SAGD プロセスに伴って生じる、温度・流体圧力・内部流体の変化による、P 波速度と地震波応答の変化が反射法地震探査により検知できることがわかった。そして繰り返し地震探査データ間で見出された地震波応答の差異は水蒸気圧入による P 波速度の低下現象によるものであると理解された。

以上のように、JACOS 社のオイルサンド開発鉱区で実施された繰り返し三次元地震探査データを解析した結果、SAGD 水平井ペア付近に水蒸気圧入に起因する明瞭な地震波応答の差異を検知することができた。繰り返し三次元地震探査データおよび理論地震波記録を用いた貯留層モニタリング技術は、SAGD 法の生産に伴う地下の貯留層物性の変化の推定に有効な手段となることがわかった。