

3次元地震探査記録を用いたCO₂帯水層地中貯留のための3次元地質モデル

3D Geological Model Utilizing 3D Seismic Data for the CO₂ Geological Storage in Saline Aquifer

山之内 芳徳 [1]; 星 一良 [2]

Yoshinori Yamanouchi[1]; Kazuyoshi Hoshi[2]

[1] 石油資源開発(株); [2] 地科研

[1] JAPEX; [2] JGI

1. はじめに

近年地球温暖化防止の観点から、CO₂地中貯留(隔離)のための様々なスタディが行われている。国内では、新潟県長岡市(岩野原)において小規模なCO₂圧入実証試験が既に行われているが、今後、CO₂地中貯留技術実用化に向けて解決すべき圧入時および圧入後のCO₂の挙動予測、最適なモニタリング手法などの様々な技術課題がある。長期的なCO₂の挙動予測には数値シミュレーションによる検討が有効であるが、基礎となる地質モデル構築の精度は、シミュレーションによる検討結果を大きく左右する。このため、限られた地下情報から如何にして現実的な地質モデルを再現するかは、数値シミュレーションによる検討において大変重要である。今回、新潟地域で実施された3D地震探査記録を用いて、CO₂地中貯留数値シミュレーションのための3次元地質モデルを構築したので報告する。

2. 解釈作業

地質モデル構築対象地域は、3次元地震探査記録の質を考慮して、データ取得範囲のうち、海域約3km×7kmのエリアに限定した。対象層準は、西山層上部から灰爪層に相当する(深度約750m-1750m)。3次元地震探査記録を解釈することで、対象層準内20ホライズンについて時間構造図、アイソクロンマップ、アンプリチュードマップを作成した。また、解釈ホライズン間のSeismic Trace FaciesをNeural Netを用いて解析することで、Seismic Facies Mapを作成し、3D震探解釈結果やアンプリチュードマップなどと合わせて検討することで、対象層準内の堆積環境を推定した。

3. 3D地質モデリング

3D地質モデルの構築には、Schlumberger社のPetrelを利用した。時間構造図、坑井データをもとにして、3Dフレームワークを構築した。断層解釈には、通常の震探解釈に加えて、Petrelのアトリビュート解析による手法も併用した。検層データや岩相解釈結果のアップスケーリングにより、対象層準を30ゾーン、129レイヤーに細分し、基本となる3Dグリッドを構築した。平均的なグリッドサイズは、150m×150m×15mであり、総グリッド数は58,150となっている。Facies Modelingは、単純な層状モデルと、岩相分布を考慮した不均質モデルの2タイプを作成した。層状モデルは、坑井コントロールでの岩相解釈から得たアップスケールデータを、同一レイヤー(水平方向)に広げることで構築した。不均質モデルは、各ゾーン毎に地球統計学的手法を用いることで、チャンネル砂岩、ロープ砂岩、泥岩の3つの岩相を3次元的に表現した。また、Seismic Facies Map、アンプリチュードマップなどからFacies Trend Mapを作成した。Facies Trend MapとObject Base Modelingを統合することにより、各ゾーン内に3種類の岩相を発生させてFacies Modelを構築した。Property Modelingは、孔隙率と浸透率について、主に新潟地域の実測データを基にして作成した。石油・天然ガスの坑井から得られたコアやカッティングス試料の実測値を周圧下条件に補正したものから対深度カーブを作成し、岩相毎に深度の関数として適用した。

4. まとめと課題

今回のスタディでは、限られた坑井データ(坑井2地点、Porosity log 1本のみ)と3次元地震探査記録から、CO₂地中貯留シミュレーションのための3D地質モデルを構築することができた。しかしながら、想定される圧入実証試験あるいは将来の実用化においても、地質データの蓄積が進んでいない初期段階では、今回のように3次元地震データと限られた坑井情報による3次元地質モデルの構築が求められる。このスタディにおいては、圧入対象深度(約1000m)付近の砂岩/泥岩のインピーダンスコントラストが小さいことから、Facies Modelを構築するために地球統計学的手法を用いているが、理想的には、3D地震探査記録のアトリビュート解析をすることで、直接3次元的な岩相分布を導き出すことが望ましい。今後の課題は、地球統計学的手法における制約としての地質アナログデータの蓄積や、3次元地震探査記録のMulti attribute解析などを進め、さらに現実味のある3D地質モデルを構築することにある。