

米国Aneth実験場における自然電位モニタリング

Self-potential monitoring in Aneth test field, USA

西 祐司^{1*}, 天満 則夫¹, 石戸 経士¹, 當舎 利行¹

Yuji Nishi^{1*}, Norio Tenma¹, Tsuneo Ishido¹, Toshiyuki Tosha¹

¹産業技術総合研究所

¹AIST

地下に圧入したCO₂の挙動を追跡するモニタリングは、貯留層内におけるCO₂の広がりや状態の探知、漏洩等の潜在的なリスクの検知、そして地下モデルの改良のために、CCS事業にとって不可欠である。産総研では、各種のモニタリング手法について研究を進めており、国内における小規模CO₂圧入実験における測定、一般帯水層貯留を想定した数値シミュレーションなどにより、自然電位モニタリングが有効なモニタリング手法となりうることを明らかにしてきた。

モニタリング手法の有効性の確認と測定手法の確立には、ある程度大規模なCO₂地中貯留実験において実際に測定を実施して経験を蓄積し改良を重ねていくことが有効だが、日本では大規模な実験はまだ計画段階にある。このため、先行して大規模CO₂地中貯留実験が実施された米国ユタ州のAneth実験場において、小規模な自然電位モニタリングを開始している。本報告では、このモニタリングの概要とこれまでに得られたデータについて発表する。

Aneth Oil Fieldは米国ユタ州南東端に位置する油田であり、1956年に発見され、1961年から生産開始、最盛時には約100,000 BOPD、近年は約10,000 BOPDの原油を生産している。この油田においては、1962年よりEORのための注水が開始されており、油田の一部であるセクション13を実験場として使用し、2008年より注水に換えて超臨界CO₂の圧入を開始しており、最大150,000 tons/年の圧入量で3年間以上継続してのCO₂地中貯留実験を予定している。この実験は、米国エネルギー省の7つの炭素隔離地域パートナーシップ (Regional Carbon Sequestration Partnership) の一つであるSWP (Southwest Regional Partnership on Carbon Sequestration: 南西部の9州と地質・工学・経済等の広い分野の研究所・政府機関・企業等が構成する炭素隔離実験のための組織)により実施されており、Phase IIのValidation Phaseの実験の一つである。

自然電位法は、界面動電現象により発生する電位分布を用いて地下の流体流動に関する情報が得られるとして、火山・地熱等において活用されてきた。一般帯水層貯留を想定した数値シミュレーション (西ほか, 2009など) により、CCSにおいても貯留層内の状況のモニタリングに有効な探査手法となりうることを示されている。また、夕張における小規模CO₂圧入実験においては、坑井ケーシングを導体として構成されるgeobattery (Bigalke and Grabner, 1997) によって、CO₂圧入に伴う地下の酸化還元状態変化に起因すると考えられる電位変化が坑口近傍にて測定されている (Tosha et al., 2007)。このような自然電位変化は既存井へのCO₂到達検知アラームとしての利用が期待されている。

Anethにおいては、この双方のメカニズムによる電位変化の検知を目的に電極を配置している。すなわち、geobatteryによる電位変化をモニターするために、C313圧入井、C413生産井、及びC313SE観測井の近傍に3点ずつの電極を配置し、界面動電現象によるより広範囲にわたる電位変化を検知するために、さらに圧入井-観測井、圧入井-生産井、生産井-参照点の各々の中間に

も1点の電極を設置している。電位の参照点として、CO₂圧入・原油生産域からやや離れた場所にあるC124廃棄井の近傍に3点の電極を配置している。これらのデータはデータロガーにより現地でメモリー・カードに記録され、システムのモニターのため6時間毎に1データがArgos衛星経由でつくばまで送られている。

CO₂圧入の始まる前の2007年11月にモニタリング用の機器を設置して測定を開始したが、全観測点を配置して比較的安定した品質のデータ記録が可能となったのは2008年5月になる。一部観測点の断線などの細かなトラブルはあるが、この自然電位モニタリング・システムは現在までほぼ順調に稼働している。今までの観測結果では、地表起源と考えられる短期間のステップ状電位変化は何度か記録されているが、圧入したCO₂起源と思われる電位変化は、圧入井C313近傍にて初期に発生したgeobatteryによると思われる電位変化のほかには、明確な電位変化は検知されていない。2009年3~4月より始まり2009年夏~秋にピークを迎える長周期の電位変化が観測されているが、各電極における電位変化量の比較から、電位発生起源は貯留層より浅部と考えられる。

本モニタリングは、CO₂圧入実験が継続する今後しばらくは継続する予定である。また、米国の炭素隔離実験は昨年よりPhase IIIとなるDevelopment Phaseに入っており、SWPでも一般帯水層により大規模なCO₂圧入を行う炭素隔離実験を計画している。機会があればこの大規模CO₂圧入実験においても、自然電位・重力などのより広範囲のモニタリングを行い、将来的な国内における炭素隔離におけるモニタリングへの準備としていきたい。

キーワード: CCS, CO₂地中貯留, モニタリング, 自然電位, SP, Aneth

Keywords: CCS, geosequestration, monitoring, self-potential, SP, Aneth