

帯水層 CO₂ 地中貯留における電磁氣的観測の可能性について

On the geoelectric monitoring at the CO₂ sequestration into an aquifer

當舎 利行[1]; 石戸 経士[2]; 高倉 伸一[2]

Toshiyuki Tosha[1]; Tsuneo Ishido[2]; Shinichi Takakura[2]

[1] 産総研; [2] 産総研

[1] AIST; [2] GSJ/AIST

1. はじめに

2001 年度の CO₂ をはじめとする温暖化ガスは、2000 年度より 2.5% の減少となったものの、1990 年に比較して 5.2% 上回る排出となっている。このため、京都メカニズムによる森林による吸収や排出権取引による削減を考慮しても、京都議定書が削減実施予定期日として定めている 2008 年から 2013 年までに削減目標を達成するには新技術を用いた削減計画に対して抜本的な対策が必要とされている。このような状況の中、帯水層への地中貯留が温暖化ガス地中貯留の技術的な目標を達成する最短の方法と考えられており、地表から約 1,000m の帯水層に超臨界状態の CO₂ を圧入する実験が行われている。この圧入実験では、弾性波トモグラフィが圧入試験時のモニタリングとして行われているが、地震学的観測以外で適応可能なモニタリング手法を検討するために、空気圧入による電磁氣的モニタリング試験を実施した。

2. 空気圧入

CO₂ の地中貯留は、1000m 程度の深度にある帯水層に CO₂ を圧入することから、通常の地温勾配を考慮すると、CO₂ は超臨界状態にあると考えられる。このため、モニタリングの実験でも超臨界状態の CO₂ の圧入が望まれる。しかし、実験に活用できる坑井が浅い坑井であることなどの理由により、空気を圧入することによる電磁氣的な変化を観測することとした。実験に用いた坑井は、秋田県鹿角市八幡平の澄川地域に旧地質調査所が坑井テストなどを実施するために掘削した 100m 級坑井を利用した。澄川地域には、約 30m 離れて、100m 級坑井が 2 本掘削されており、本実験ではこの内の 1 坑井に空気を圧入することによる周辺地表での電磁氣的な変化を観測した。坑井への空気圧入は、約 3 時間の連続圧入を午前と午後 1 回ずつ行い、これを 2 日間繰り返した。

3. 観測

空気の地中圧入期間中およびその前後の期間に、電気探査による比抵抗測定と自然電位の連続測定を実施した。比抵抗測定は、空気注入井付近が中心となるように全長約 100m の測線を設定し、3m おきに電極を設置した。電極は、抵抗値の測定に使うとともに電流電極としても使用し、約 50mA の定電流にて地中比抵抗の測定を行った。自然電位観測では、注入坑井に対して、東西および南北の測線を設定し、約 30m 間隔にて電極を設置した。比抵抗観測並びに自然電位観測ともに注入実験の 3 日前から計測を行い、注入後にも測定を行った。また、この電磁氣的な観測と平行して傾斜計や絶対重力計による観測も実施した。

4. 観測結果

4-1. 電気探査

空気圧入以前のバックグラウンド計測では、1000 m 以上の高比抵抗の地層構造が解析深度の 50m 以浅について測定された。その中で、井戸の周辺は 200 m 程度の比抵抗値を示しており、周りの地層との間で明瞭な差となって現れている。また、深度 50m 程度には、低比抵抗値を持つ地層が現れており、空気圧入の対象としている帯水層と考えられる。

空気圧入の後の観測では、井戸を表すと考えられる低比抵抗層は位置と比抵抗値は圧入以前と変わらないものの帯水層と考えられる地層には比抵抗値の上昇がみられ、また、高比抵抗の地層の一部には比抵抗値の減少が見られた。これは、空気の圧入により水が注入井近傍からその周りに移動することにより、注入井周辺の帯水層の液層飽和率が減少し、周辺地層の飽和率が上昇したものと考えられる。注入井周辺では 60% の比抵抗変化が観測されたため液層飽和率では、37% の変化と考えられる。

4-2. 自然電位

空気圧入を実施することにより、地表での自然電位の上昇が観測された。その上昇量は、最大 30mV 程度で圧入坑井から離れるに従ってその値は小さなものとなっている。従って、この変化は空気圧入の結果と考えられる。現在、その変化のメカニズムについて検討を加えているところであるが、可能性のあるメカニズムとして酸化還元電位による電位変化があげられる。この酸化還元電位による自然電位の変化は、導電性の鉱床などが地中に埋まっている場合に観測もので、通常地表にて酸化環境地下にて還元環境が生じていることから、その両者の間に導電体が存在している場合に、その導電体を通じて電子が還元環境から酸化環境へ移動することにより地表での負電位異常として観測される。本空気圧入実験では、空気を帯水層に圧入することにより還元環境場が変化したため、その変

化に対応して地表における負電位異常が緩和されたと考えることができる。

5. おわりに

CO₂ の地中貯留を模擬する観点から帯水層への空気圧入による電磁気的な変化をモニターする実験を行った。50m の帯水層への圧入では、比抵抗ならびに自然電位に明瞭な変化が認められ、現在主流となっている弾性波を用いたモニタリング方法とは独立した方法としてモニタリング手法としての可能性が認められた。