

## ナチュラルアナログ手法によるCO<sub>2</sub>地中貯留での環境影響及び安全管理-長野県松代地域における浅層ボーリング調査について-

### Risk assessment and safety control in CCS by a natural analogue study -Shallow drilling investigation in the Matsushiro field-

# 牧野 禎紀 [1]; 戸高 法文 [1]; 阿島 秀司 [1]; 中西 繁隆 [2]; 當舎 利行 [3]; 宮越 昭暢 [4]; 高倉 伸一 [3]; 岩崎 収 [5]

# Yoshinori Makino[1]; Norifumi Todaka[1]; Shuji Ajima[1]; Shigetaka Nakanishi[2]; Toshiyuki Toshi[3]; Akinobu Miyakoshi[4]; Shinichi Takakura[3]; Osamu Iwasaki[5]

[1] 電源開発; [2] J-Power; [3] 産総研; [4] 独) 産総研; [5] J P ハイテック

[1] J-POWER; [2] EPDC; [3] AIST; [4] GSJ,AIST; [5] JPHytec

CO<sub>2</sub> 地中貯留における環境影響評価や安全管理技術は、地中貯留事業を実施する上で必要不可欠であるが、長い年月の影響や安全性を確保しなければならない。この問題に関して、現在のCO<sub>2</sub> 地中貯留における環境変化を過去の地質現象にその類似性を求めて研究を行うナチュラル・アナログ研究によるアプローチがある。長野県長野市松代地域では、1965年8月から皆神山を中心に松代群発地震が発生し、地震に伴って生じた地割れや地すべりにはCO<sub>2</sub> ガスを伴う大量の湧水が付随したとされている。本研究では、この松代地域にて、環境影響評価や安全管理に用いる概念モデルを形成することを目的とし、過去の地質・地化学データの収集をすると共に、現在の松代地域での地質・地化学データの収集を行った。松代地域では群発地震発生時には、深部から大量の深層水が地表に湧出したが、この深層水が現在でも湧出しているのであれば、その深層水から遊離したCO<sub>2</sub> が地表付近で捉えられる可能性がある。このため、地表調査としてCO<sub>2</sub> 土壌ガス、フラックス測定および炭素同位体比測定を実施(當舎ほか, 2007)するとともに、ボーリング調査として過去の湧出地点付近で、表層地下水より下位の地質状況および地下水性状の現況を把握するための調査を実施した。

本調査地点は長野市松代町牧内地区に位置し、北東側には河東山地の尼巖山・奇妙山が、南西側には更新世中期の溶岩円頂丘の皆神山がある。ボーリング調査は、その間を流れる藤沢川沿いの扇状地で実施した。本地点は、1965年から数年間にわたって発生した松代群発地震の活動によって複数の地割れが発生し、多量の湧水による大規模な地すべりが発生した地域である。掘削は地すべりによる滑落崖直下の地すべり堆積物の斜面上から実施した。群発地震当時のボーリング調査(飯島, 1969)により、この付近の未固結堆積物の厚さは数十~百数十メートルを超えると推定されている。

今回調査のボーリングでは、厚い未固結堆積物を貫き、基盤岩に到達できるような位置を選定した。掘削長は80mとし、地表から30mまではノンコアで掘削し、30~80m区間はコア掘削とした。表層水とその下位の地下水の比較をするために、深度30mで掘削を中断し水中ポンプによる揚水試験を実施した。表層地下水の試料を採取した上で、当該区間をケーシングセメンチングにより遮水し、さらに深度80mまで掘削して揚水試験を実施した。その他、掘削時の逸水量が増加した深度50m付近でも掘削を中断して揚水試験を実施した。

掘削の結果、深度24m付近までは表土・地すべり堆積物および崖錐堆積物、24~65m区間は扇状地堆積物、65~80mには基盤の石英閃緑岩が分布することがわかった。コア掘削区間において、ボーリングコア観察を実施したが、CO<sub>2</sub> 挙動に関連の深い炭酸塩鉱物は観察されず、鉱物脈のほとんどは石英脈であることがわかった。また、岩盤中には条線を伴う不連続面がいくつか見られ、変位や時期は不明であるが、この地点では断層活動により生じた割れ目が多数存在することが示唆された。

深度80m掘削後の地下水位は深度38mであり、群発地震時に地表まであった地下水位は現在では低下していることがわかった。また、揚水試験の結果から得られた浸透率-層厚積(kh)は、地表付近の崖錐および扇状地堆積物区間で0.3~1.5 darcy・mであり、30~80m区間に分布する岩盤とその上に重なる扇状地堆積物の区間では5.3~5.7darcy・mであった。

地下水位以深の区間で温度、電気伝導度、pH、酸化還元電位について検層を実施したところ、60~65m付近を境界として上位と下位で地下水の性質が異なることがわかった。深度52、62、72mの3箇所においてサンプラーによる採水を実施し、成分分析を実施したところ、下位の孔内地下水ほど、Cl濃度が高く、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の炭素同位体比(<sup>13</sup>C)が-5.5‰ PDBと火山性起源の値に近いことから深部流体起源のCO<sub>2</sub> ガスが地下水に溶解していることが示唆された。

群発地震時に湧出したCO<sub>2</sub> ガスに富む深部地下水は表層では現在、既にフラッシュアウト(流出)したものと考えられるが、石英閃緑岩中には深部起源の炭素が残存あるいは現在も供給されていることが示唆され、地表のCO<sub>2</sub> 漏洩は浅層水理学特性に影響されると考えられる。CO<sub>2</sub> 地中貯留の最悪シナリオであるCO<sub>2</sub> 漏洩のナチュラル・アナログ研究として、浅層水理学的特性の重要性を提示することができた。

本研究は、経済産業省の地球環境国際研究推進事業「ナチュラル・アナログによる二酸化炭素地中隔離の環境影響および安全管理に関する研究」(みずほ情報総研、電源開発、産総研、早稲田大学、ローレンスバークレー国立研究所の共同受託)の一環として実施したものである。