

シリカ鉱物の相変化に伴う珪藻質泥岩の物性変化と物質移行特性

Mass Transport and Rock Properties of Diatomaceous Mudstone Caused by Phase Change of Silica Minerals

原 彰男 [1]

Akio Hara[1]

[1] 原子力機構

[1] JAEA

<http://www.jaea.go.jp>

日本原子力研究開発機構が、北海道の幌延地域で掘削したボーリング孔（HDB-1孔、HDB-2孔、HDB-5孔）より採取した、声問層および稚内層の試料について、細孔径分布測定、空気浸透率測定および全岩化学組成分析を行い、続成作用に伴う珪藻化石起源のシリカ鉱物の相変化と、声問層および稚内層における物質移行特性との関連について検討を行った。

本研究において、声問層は珪藻化石がオパールA帯に属している地層として定義した。声問層において、珪藻化石はそのままの形状を保存している。細孔径分布曲線は1000μm付近に集中が見られるモノモーダルな形状を呈しているが、埋没深度の深い試料ほど小孔径側にシフトし、また、間隙率の目安である細孔径分布の累積量も減少する傾向にある。これに対し、比表面積は、埋没深度の増加につれて徐々に増加する傾向にある。声問層は埋没深度の増加に伴う泥岩構成粒子の圧密により、間隙率が低下し透水性が低下するものと考えられる。

一方、稚内層は、珪藻化石がオパールCT帯に属している地層として定義した。細孔径分布累積曲線を見ると、声問層から連続的に観察される泥岩を構成する粒子の圧密に起因すると考えられる、半径数百μmオーダーの細孔の集中のほかに、半径20~40μm程度の細孔の集中を確認することができる。声問層から稚内層に変化する深度を境にして、間隙率は急激に低下する。一方、比表面積は2つの層の境界深度を境にして急激に増加する。

山本ほか(2003)は、声問層と稚内層の相変化に伴い、珪藻化石が相変化し、クリストバライトと見られる微細な結晶が空隙中に晶出していることを報告しているが、これが半径20~40μm程度の細孔を形成し、間隙率の低下および比表面積の増加の要因となり、透水性の低下に寄与している可能性がある。半径20~40μm程度の細孔が全空隙に占める割合は30%~50%程度であるが、全岩化学組成において、SiO₂成分の含有量が多い試料ほど、これらが空隙中に占める割合が増加する傾向にあった。また、全岩化学組成と空気浸透率測定結果と比較した場合、稚内層においては、SiO₂成分の含有率の高い地層ほど空気浸透率が低くなる傾向が見られた。半径20~40μmの細孔は地層水の移動に寄与していない可能性がある。

声問層と稚内層の地層境界から600m程度下位で採取した稚内層の試料においては、半径20~40μmの細孔の集中が見られなくなり、半径100μm付近の細孔が集中するモノモーダルな細孔径分布累積曲線となる。この形状は、オパールCTが石英に相転移した増幌層に見られる細孔径分布累積曲線の形状(辻・横井;1994)と類似し、間隙率・透水性ともに、上位の稚内層と比べて高くなる傾向にある。

一連の分析結果を検討した結果、透水性は、声問層・稚内層を通じて、オパールA-CT境界から200~300m下位の地層において最も低くなり、それより深い深度においては、間隙率、浸透率共に高くなる傾向にあった。幌延およびその周辺地域において掘削されたボーリング孔のうち、HDB-2孔や北川口SK-1孔においては、異常高圧が観測されたことが報告されている(山本ほか;2002、兼清;1999)。これらの異常高圧は、稚内層において透水性が最も低くなる深度区間より下位の地層において観測されたものである。

オパールA-CT境界から下位に200~300mまでの深度区間の稚内層は、圧力や流体の移動を妨げるシール層としての機能や、物質移行を遅延させる性能を有している可能性がある。

【文献】

山本 卓也ほか サイクル機構技術資料 JNC TJ5420 2004-005 (2003)

辻 隆司、横井 悟 石油技術協会誌、59、283-295 (1994)

山本 卓也ほか サイクル機構技術資料 JNC TJ1400 2002-010 (2002)

兼清豊比古 サイクル機構技術資料 JNC TJ1440 99-005 (1999)