

メタンハイドレート層中における泥ダイアピルインパクト: 砕屑岩粒子の圧砕と酸素・炭素同位体比異常

Mud diapirism impact in methane hydrate-bearing formation

森田 澄人 [1]; 鈴木 清史 [2]

Sumito Morita[1]; Kiyofumi Suzuki[2]

[1] 産総研; [2] 産総研

[1] GSJ, AIST-GREEN; [2] MHLabo/AIST

<http://staff.aist.go.jp/morita-s/>

2003年5月JAMSTECのROVかいこうの潜航により、熊野海盆の泥火山である第四熊野海丘において噴出砕屑岩の中から特徴的なテクスチャーを持つ砂岩が採取された。この砂岩は石英・長石質のアレナイトで、マクロには変形が認められないが、顕微鏡観察により構成鉱物粒子が著しく破碎されていることが分かった。また破碎された鉱物粒子の割れ目は二次晶出した炭酸塩鉱物に充填されている。砂岩は黒雲母を多く含む特徴から、熊野酸性岩類を起源とする熊野海盆内の堆積層に由来し、泥火山の噴泥によって海底までもたらされたと考えられる。

砂岩のテクスチャーは鉛直方向の偏応力を受けたことを示しており、破碎された石英粒子の最小直径 (< 0.5mm) から、砂岩は50MPa以上の異常高圧下で圧砕されたことが分かる (Ham et al., 1990)。ただし、水深約2000mで海底下1-2km程度の厚さしかない熊野海盆内ではこれに匹敵する地層圧は通常の条件では起こりえない。そこでこの砂岩は、泥ダイアピルがメタンハイドレート層に貫入した時に生じたメタンハイドレート分解による爆発的体積膨張に起因する異常高圧によって破碎されたと推定した。

破碎した鉱物粒子の割れ目を埋める炭酸塩鉱物はX線回折により方解石と分かった。また、同位体分析により酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}=+33.8\text{‰-SMOW}$) および炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}=+24.5\text{‰-PDB}$) が、ともに他のいずれの噴出砕屑岩に発達する方解石脈 ($\delta^{18}\text{O}=+26.9\text{‰-}+29.1\text{‰-SMOW}$ および $\delta^{13}\text{C}=-10.7\text{‰-} -3.8\text{‰-PDB}$) よりも顕著に大きいことが明らかになった。一般に酸素同位体比を高める効果として、1) 粘土鉱物からの脱水など深層からの間隙水の輸送、2) 低温下での鉱物晶出、および3) メタンハイドレート生成による同位体分別 (約+3‰) が挙げられる。泥火山の噴出物の場合、1) は全ての噴出砕屑岩中の方解石に適合し、とりわけ同位体比の大きい破碎された砂岩にはさらに2) および3) の効果が加わったことが示唆される。ここでの2) はメタンハイドレート分解時の吸熱反応による温度低下が考えられる。また、炭素同位体比を高める効果には、微生物活動によるCO₂還元メタン生成においてメタン生成に利用されなかった残りの炭素の濃集が考えられる。微生物によるメタン生成はメタンハイドレート層を含めた比較的浅層部で起こっていると考えられる。また、石英粒子が破碎するとき水素が発生することが知られており (Wakita et al., 1980)、豊富な水素はCO₂還元メタン生成を促し、残った間隙水の炭素同位体比をさらに上昇させる可能性も考えられる。

また、南海トラフ付加体に分布する高飽和率のメタンハイドレート層では、砂質層の間隙が緻密にセメントされ、浅層でありながら非常に高い地層強度と低浸透率を示す。そのため圧力を解放できず、メタンハイドレート層内において局所的な異常高圧コンパートメントが形成されることも十分に考えられる。

以上のように、岩石テクスチャーや酸素および炭素同位体比、またメタンハイドレート層の産状は、いずれもこの砂岩が泥ダイアピルの貫入時に形成されたメタンハイドレート層内の異常高圧下で破碎されたことを支持する。