

メタンハイドレートの環境・地殻変動に伴う挙動とダブル BSR の成因

Behavior of methane hydrate affected by environmental and geological variations, with a special emphasis on double BSR creation

木下 正高[1], # 見澤 直人[2]

Masataka Kinoshita[1], # Naoto Misawa[2]

[1] JAMSTEC, [2] 東海大・海洋

[1] JAMSTEC, [2] Sch. Mar. Sci. Tech., Tokai Univ.

海域におけるメタンハイドレートは、石油を補う新しい資源として注目を集めている。メタンハイドレートは、メタンガスと水が凍ったものであり、低温高圧側で安定であるが、高温低圧側ではメタンガスと水に分離してしまう。海底は一般に低温であるため、ハイドレートの安定領域に属する。海底から深くなるに従って温度・圧力ともに増加するが、地温勾配がある程度高い場合には、ある深さで温度勾配がハイドレートの相平衡曲線と交差する。ここが熱流量とメタンハイドレートの相平衡条件から求めたガス-ハイドレート境界の深度 BGHS(Base of Gas-Hydrate Stability)である。BGHS よりも上ではハイドレートが、下ではフリーガスが存在すると考えられる。

ハイドレートの存在を示す現象として、反射法音波探査記録に現れる強振幅反射面 BSR (Bottom Simulating Reflector) が知られている。この BSR は海底下のガス-ハイドレート境界に対応していると考えられおり、BGHS と一致すべきだとされるが、実際には一致しない場合がある。さらに、地温勾配がほぼ一定であり、かつメタンガスが卓越しているような地層では考えられないことだが、東部南海トラフでは水深 600m 程度の海底下に BSR が 2 枚存在していることが知られている (ダブル BSR)。

ダブル BSR の成因としては、(1) 地質構造やハイドレートの多様性により定常的に形成、(2) 環境・地殻変動に伴うハイドレート-ガス境界が移動する過程の一時的現象な現象、が考えられる。本研究では(2)に注目し、ハイドレートとガスとの相転移に伴う潜熱を考慮した数値計算を行い、BSR 深度変化、温度変化の様相と各種パラメーターの関係について検討を行った。具体的には、地殻変動により隆起すると、圧力低下により新たな BSR 面が以前よりも浅いところに形成されるが、古い BSR 面でもすぐには相転移が起こらないために、しばらくは BSR 面が 2 枚存在しうるのではないかと、という予測を立てられる。

計算は一次元熱伝導を仮定して行い、計算終了は環境変動発生から 1000 年後とした。環境変動は瞬時に起こると仮定し、物性値等は堆積物の代表的な値を用いた(ハイドレート含有率 3%、ハイドレートの潜熱 500kJ/kg、熱伝導率 2.0W/mK、比熱 4.0kJ/kg、密度 1030kg/m³)。下からの熱流量は、60, 120, 250mW/m² の 3 通りについてテストし、海水準または地殻変動は +/-50m 及び +/-200m の 2 通りについてテストした。

海水準変動や地殻変動に対しては、BSR 深度面の変化の様相は地殻熱流量に大きく左右され、熱流量が小さい場合には、熱流量と相転移条件から算出した BSR 深度変化量と、計算された変化量の間はずれが残ることがわかった。また、水深 1000m 以上の場合には水深の影響はあまり見られないこと、環境変動の量と、変化が収束するまでの時間、BSR 深度、温度の変化量が比例関係にはないことも明らかとなった。一方、海底面での温度変化に対する BSR 深度変化はきわめて緩慢であり、計算が終了する 1000 年後にも平衡には達しないことが判明した。

今回の数値計算では、ダブル BSR を形成することはできなかった。環境変動に伴って相転移中の領域が広範囲に出現することはあったが、内部では相変化が連続的に生じており、物性が急変する領域が形成されることはないためである。したがって、物理条件以外に、ガス混合の効果などについても考慮することが必要である。