

NT10-10 Leg 2 航海（上越海盆西部）の調査概要と熱流量稠密観測 —上越沖ガスハイドレートマウンドの流体挙動解明に向けて—

町山 栄章・川田 佳史（JAMSTEC）、深瀬 裕彬（高知大）、木下 正高（JAMSTEC）、
沼波 秀樹（東京家政学院大）、Robert G. Jenkins（横浜国大）、落合博之（明治大）、
青山千春（独立総合研）、弘松 峰男・松本 良（東大・理）、山野 誠（東大・地震研）、
NT10-10 Leg 2 航海乗船研究者一同

はじめに

日本海東縁、上越海盆西部に位置する海鷹海脚や上越海丘の頂部には、熱分解および微生物起源メタンの浅部集積によるガスハイドレートマウンドが発達しており、海底にはガスハイドレートの露出や多数のメタン湧水域が分布する（松本ほか, 2009）。ガスハイドレートマウンドの発達にはガスチムニー構造に規定されていると考えられ、表層型ガスハイドレートの集積や自己崩壊過程と密接に関連する（松本ほか, 2009；本シンポジウム）。

ガスハイドレートの形成・崩壊のダイナミクスを解明するため、2004 年以降、マウンド周辺において熱流量観測が実施されている（町山ほか, 2009）。その結果から、マウンド上で熱流量が高い（マウンド周辺のバックグラウンド値 100 mW/m^2 の数倍～数十倍）という基本的な構造が得られ、海底表層のガスハイドレート形成に、ガスチムニーに関連した深部流体の上昇が関わっていることが明らかになった。一方で、マウンド上の熱流量には空間的なばらつきや非線形の地温プロファイルが確認されており、マウンド内での流体挙動はガスチムニーの規模に比べより微細な表層地質構造と密接に関連すると考えられる。このような熱流量分布やその詳細な実態を明らかにすることは、表層型メタンハイドレートの集積・自己崩壊過程における流体挙動を解明する上で重要である。

「なつしま」NT10-10 Leg 2 航海における上越海盆西部の調査では、詳細な流体挙動の把握と移流等の検証を目的とした、SAHF を用いた熱流量稠密観測を実施した。また、あわせて TDR 法による表層堆積物中のガス量推定や、大型底生生物とメタン湧水との関連の検証を目的とした試料採取、音響によるメタンブルームの繰り返し観測を行った。本発表では、調査航海の概要と熱流量稠密観測結果を速報する。

上越海盆西部の調査概要

「なつしま」NT10-10 Leg 2 航海は、2010 年 6 月 12 日～21 日にかけて実施された。このうち、上越海盆西部の調査は、ROV「ハイパードルフィン」による 2 潜航調査を海鷹海脚中部と上越海丘中部で実施するとともに、海鷹海脚と上越海丘の頂部周辺でのメタンブルーム探査を夜間に実施した。

海底観察結果：海鷹海脚中部マウンドでの第 1141 潜航では、これまで潜航調査を実施していなかった南西マウンド西側斜面から南西部にかけて調査を実施した。西側斜面は泥底であり、メタン湧水活動は観察されなかったが、マウンド西縁部に炭酸塩クラストやバクテリアマットが多数分布していた。また一部にオオグチボヤの生息が確認された。

上越海丘中部マウンドでの第 1143 潜航では、マウンド西側斜面からマウンド南東部のクレーターサイト（表層型メタンハイドレートの自己崩壊によって形成）にかけて調査を行った。クレーターサイトは、2007 年（NT07-20）の発見以降この 2 年 8 ヶ月の間に、およそ 30 cm 程度堆積物によって埋積されており、一部の地形的高まりが認められるのみである。また、クレーター壁面に露出していたガスハイドレートは確認できなかった。なお、本クレーター付近の柱状採泥により、初めて生きたキタヌレガイが本海域から採取された。

長期観測温度データロガーの設置・回収：日本海固有水の底層水温変動把握のため、NT09-16 航海で海鷹海脚中部に設置した長期観測温度データロガーは漁具のため回収できなかった。また、上越海丘中部マウンド西縁部のバクテリアマット付近に新たに長期観測温度データロガーを設置した。

TDR 法による表層堆積物中のガス量推定：表層堆積物中のガス量を推定するため、TDR 法を用いた比誘電率の現場計測を実施した。比較的良好な測定結果が得られ、堆積物中のガス量を見積もることが可能となった（落合ほか、本シンポジウム）。

メタンブルーム観測：メタンブルーム活動の経年変化を把握するため、「なつしま」の SEABAT を用いた音響観測を海鷹海脚と上越海丘頂部周辺にて実施した。その結果、例年に比較してブルームの数が多いなど、その活動が活発であることがわかった。

熱流量稠密観測結果

1) 海鷹海脚中部マウンド南西部のバクテリアマット周辺の熱流量

2007 年（NT07-20）に観測を行ったバクテリアマット周辺で熱流量測定を実施した。ここでは、最深部のみ温度が低い温度逆転プロファイルが認められ、最深部を除いたデータから見積もられた熱流量値は最大で約 4000 mW/m^2 に達する。2 年後の 2009 年（NT09-16）における同一地点の計測では、温度が低下しているものの同様な非線形温度プロファイルが確認され、最大で約 970 mW/m^2 の熱流量値であった。8 ヶ月後となる今回、同じバクテリアマット内での計測では温度逆転プロファイルは確認されず、 350 mW/m^2 前後の熱流量値が観測された。すなわち、この地点の活動はこの 2 年 8 ヶ月間で急激に減衰するとともに、温度逆転プロファイルも消失したことが明らかとなった。

この観測結果は深部流体の通路が時間依存性を持つことを示唆している。すなわち、上昇する深部流体は最も通りやすい通路に沿って海底に達するため、通路が目詰まりを起こすなどして使えなくなると、流体は別の通路を選択する。このため、通路の付け替えが生じたことなどによりバクテリアマットでの熱流量が低下した可能性が示唆される。

2) 上越海丘中部マウンドの埋積クレーターの熱流量

クレーター底部の多くの場所では、海底から 30 cm 程度プローブを突き刺すとメタンガスバブルが湧出した。2007 年における観測でも認められており、この場所では現在もメタン湧出活動が活発であることが伺える。クレーター周辺での熱流量値はバックグラウンド値 100 mW/m^2 に比べて全体的に高く、約 $250 \sim 520 \text{ mW/m}^2$ である。クレーター底部での最大値は、堆積物により 30 cm 程度埋積される以前の 2007 年における計測値とほとんど変わっていない。厚さ 30 cm の堆積物における熱伝導の時間的な見積りを考慮すると、クレーター底部が埋積されたことによる影響は想定されず、現在は熱的に平衡状態であると考えられる。

2007 年の計測では、クレーター底部で最深部のみ温度が高いキックした温度プロファイルが確認された。しかしながら、今回の稠密観測ではそのような温度プロファイルは認められなかった。町山ほか（2009）では、深さ約 50 cm 以深に“メタン流体のプール”が存在する可能性を示唆したが、埋積堆積物によって SAHF のプローブが検出可能な深度まで達しなかったとも解釈できるかもしれない。一方で、最深部のみ温度が低い温度逆転プロファイルが 1 地点観測されているが、海底面にはバクテリアマットなどのメタン湧水現象は認められておらず、要因に関しては今後の検討課題である。

引用文献

町山栄章ほか（2009）地学雑誌，118（5），986-1007．

松本 良ほか（2009）地学雑誌，118（1），43-71．