

掘削柱状試料と掘削同時検層データの統合による 熊野前弧海盆の貯留砂層の検出

2011 年 3 月 地球海洋環境学分野 096616 桜井 紀旭
指導教員 准教授 芦 寿一郎

キーワード:掘削同時検層、電気比抵抗、自然ガンマ線、統合国際深海掘削計画(IODP)、メタンハイドレート

1. はじめに

海底下の砂層は、メタンハイドレートや天然ガス、石油といった化石燃料資源の主要な貯留層であり資源探査の上で非常に重要である。砂層の分布の推定は、これまで反射法地震探査や電気・電磁気探査によって行われてきているが手法は改良が続けられている。また、掘削試料採取は砂層の厚さを直接的に求められるが、実際には砂層の回収率が泥層に比べて著しく低いため砂の量を過小評価しがちである。一方、各種の物性測器による検層は孔壁周辺の情報が連続的に得られる点で優れている。

本研究では掘削同時検層(LWD)ツールの自然ガンマ線と電気比抵抗値等のデータを用いて砂層と泥層を判別する手法の確立を目的とする。具体的には掘削柱状試料(コア試料)の詳細な観察を行い、地層1枚1枚についてメートル以下の精度で堆積学的情報と掘削同時検層データの対比を行った。特に海洋掘削においては、十分なコア回収率が得られないため、物理検層データから地層評価を行う重要性が高い。本研究では砂層を推定する方法を確立することで、メタンハイドレートや天然ガス、石油といった化石燃料の貯留層の評価精度の向上に寄与することを目指す。また、砂層の正確な推定は、温室効果に多大な影響を及ぼすメタンガスの地層中での存在量の評価にも資する。

2. 使用データ

本研究は、砂泥互層が厚く堆積し、変形の少ない熊野前弧海盆南縁部のIODP掘削点を対象とした。使用データは2007年の第314および第315航海で得られた物理検層データ各種と掘削コア試料である(図1)。

3. 結果と考察

コア試料の詳細な観察記録と物理検層データの対比を行った結果、以下のことが明らかになった。

1) 船上での正確な記載のなされていた区間3において、区間1と同じ記載基準に基づいた詳細なコア試料の観察を行なったところ、区間3の船上の記載になかった砂層(タービダイト層)の痕跡を多数発見した。

2) 検層における砂層は一般に低比抵抗、低自然ガンマ線強度となる。その原因はそれぞれ、高間隙率であるためと、放射性核種であるカリウムに富んだ粘土鉱物の含有が少ないためである。区間1はコア試料がほぼ100%取得できているためコア試料と物理検層データを詳細に対比した。結果は、物理検層データと実際のコア試料はメートル以下の精度で対比できることが分かった。区間3ではコア試料の回収率が悪かったため、部分的に取得

されているコア試料と検層データの対比をおこなった。結果、砂優勢互層や泥優勢互層の存在を特定できた。

3) 上記2でのコア試料と検層データの詳細な対比より、砂層と泥層を判別する基準を求めた。本研究地域にはメタンハイドレートの存在が確認されて

おり (Kinoshita et al., 2009)、それを含む堆積物は高

い比抵抗を示すことが知られている (Goldberg et al., 2000)。このため、メタンハイドレートの存在の影響を受けない自然ガンマ線による砂層検出を試みた。まず、区間1での砂層の復元を行ない、コア試料の砂層の合計と検層データとして有効である結果を得た。

4) 確立した手法を用い、コア未回収区間

(区間2)や回収率の低い区間(区間3)

を含めた全区間の砂層の復元を行った。区間3では、全体の回収率がわずか37.6%であるにもかかわらず、検層による泥層相当層と回収された泥層の厚さがほぼ一致する

(図2)。すなわち、区間3ではコアリング時に泥層のみを回収し、砂層が抜け落ちたと解釈できる。本研究では、自然ガンマ線を軸に比抵抗・比抵抗画像を用いることで砂層の厚さと深度をメートル以下の精度で検出可能な手法を確立できた。本手法による砂層の検出とナンノ化石による年代から、深海底への砂の供給変動を求めることができ、海水準変動や地震活動の解明に寄与できると考える。

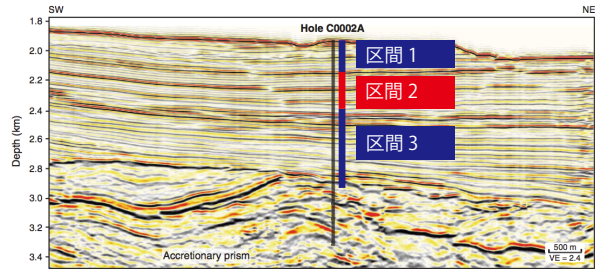


図 1. 掘削孔 C0002

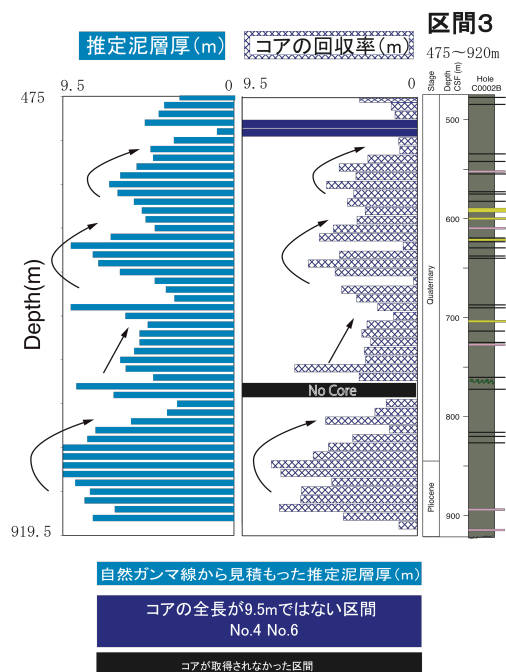


図 2. LWD 自然ガンマ線から見積もった泥の厚さ

引用文献

Kinoshita, M., Tobin, H., Ashi, J., Kimura, G., Lallement, S., Screatton, E.J., Curewitz, D., Masago, H., Moe, K.T., and the Expedition 314/315/316 Scientists, *Proc. IODP*, 314/315/316 : Washington, DC (Integrated Ocean Drilling Program Management International, Inc.).

doi:10.2204/iodp.proc.314315316.114.2009

Goldberg, D., Collett, T. S., and Hyndman, R. D. (2000): Ground truth: in-situ properties of hydrate. in Max, M.D., ed., *Natural Gas Hydrate in Oceanic and Permafrost Environments*: Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 295-310.

Detection of Sand Reservoir by Core-Log Integration in the Kumano Forearc Basin

March 2011, Global Marine Environment Studies, 096616, Noriaki SAKURAI
Supervisor: Associate Professor Juichiro ASHI

Key words: Logging While Drilling (LWD), electrical resistivity, natural gamma ray, Integrated Ocean Drilling Program (IODP), methane hydrate

1. Introduction

Sand is a major reservoir of fossil fuel resource including natural gas, oil, and methane hydrate. Thus sand layers are generally focused as important targets for exploring those resources. Such hydrocarbon resources have been exploring by reflection seismic surveys or electromagnetic surveys though the methods for exploring them are still on the course of developing. In comparison with remote sensing technology, coring is a method to measure thickness of sand layers directly. This method, however, tends to underestimate thickness of unconsolidated sand layers due to low recovery rate of them. Borehole logging technology, which employs various sensors to measure physical properties of a borehole, can obtain continuous information along downhole.

The purpose of this study is to establish a new method for discriminating between sand and mud layers using data from natural gamma ray and electrical resistivity of Logging While Drilling (LWD) tool. Concretely speaking, we observed core samples in detail and conducted layer-by-layer correlation between core samples and logging data with accuracy of less than 1m. Formation evaluation by logging data is very important because core recovery is generally low especially in offshore drilling. We aim to contribute improvement of accuracy of reservoir assessment of fuel resources such as methane hydrate, oil and natural gas by establishment of a detecting method for sand layers. Moreover, reliable estimation of sand distribution is also important for evaluation of underground methane amount strongly affected to green house effect.

2. Data acquisition

We selected one IODP drilling site located at the southern edge of the Kumano forearc basin for our study because alternating layers of sand and mud are thick and less deformed. Our data are logging data and coring samples derived from Expedition 314 and 315 conducted in 2007(Fig1).

3. Results and Discussion

1) Detailed core description based on the criteria used for the Interval 1 was applied to the Interval 3 and revealed existence of many relicts of sand layer (turbidite layer) that were not described on the shipboard core description(Fig1).

2) Sand layers are generally characterized by low resistivity and low gamma ray. The causes are high porosity and low content of clay mineral with potassium as high radioactive nuclide. Detailed correlation was conducted between core samples and logging data on the Interval 1

having almost 100% recovery. The result shows good correlations with accuracy higher than 1 meter. Correlation in the Interval 3 was conducted only in the cored section due to low core recovery and reveals existences of sand-rich and mud-rich alternations.

3) A new method for discriminating between sand and mud layers was established based on detailed correlation between core samples and logging data. On the other hand, existence of methane hydrate was reported in this site (Kinoshita et al., 2009). In general, methane hydrate layers exhibit high resistivity on logging (Goldberg et al., 2000). Therefore, detections of sand layers are conducted only using natural gamma ray data. Distributions of sand layers were estimated in the Interval 1 and show a good correlation between the total sand thicknesses derived from the core sample and the logging data. We also recognized that resistivity and its borehole image were significant as supplemental information.

4) The new method for discriminating between sand and mud layers was applied for the whole sequence including the uncored interval (Interval 2) and the low recovery interval (Interval 3). The total recovery length of mud coincides with the total thickness of mud layers estimated from logging data even in the core recovery (37.6%) of the Interval 3 (Fig2). It can be said that only muds were successfully recovered and most sands were washed out. In this study, we attained core-log integration based on natural gamma ray with supplemental usage of resistivity and its borehole image. The new method enables us to estimate changes of sand supply to deepsea and contributes to studies of eustatic sea-level changes and earthquake activities.

4. References

- Kinoshita, M., Tobin, H., Ashi, J., Kimura, G., Lallement, S., Screaton, E.J., Curewitz, D., Masago, H., Moe, K.T., and the Expedition 314/315/316 Scientists, Proc. IODP, 314/315/316: Washington, DC (Integrated Ocean Drilling Program Management International, Inc.). doi:10.2204/iodp.proc.314315316.114.2009
- Goldberg, D., Collett, T. S., and Hyndman, R. D. (2000): Ground truth: in-situ properties of hydrate. in Max, M.D., ed., Natural Gas Hydrate in Oceanic and Permafrost Environments: Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 295-310.

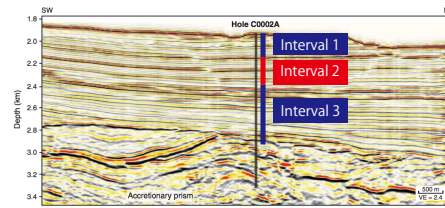


Fig.1 Site C0002A

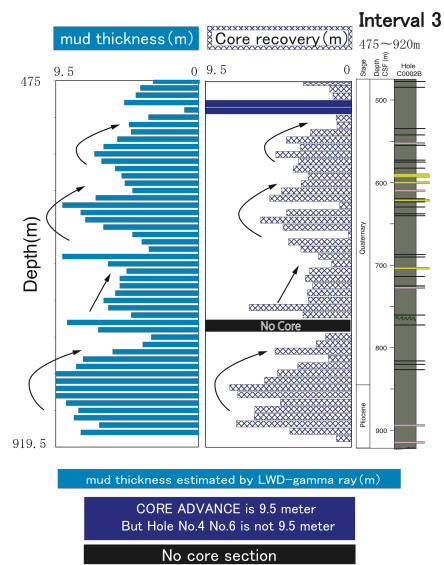


Fig.2 mud thickness estimated by LWD-Gamma ray