

石油開発の視点からの地圏研究への期待

星 一良¹⁾

石油の探鉱開発に携わる地質技術者の視点から、産総研での地圏研究に期待する点を列記させていただきます。石油探鉱で得られた知見が地圏の利用と保全に活用されると同時に、日本発の地圏の研究が世界の石油探鉱に貢献する相乗効果を期待します。

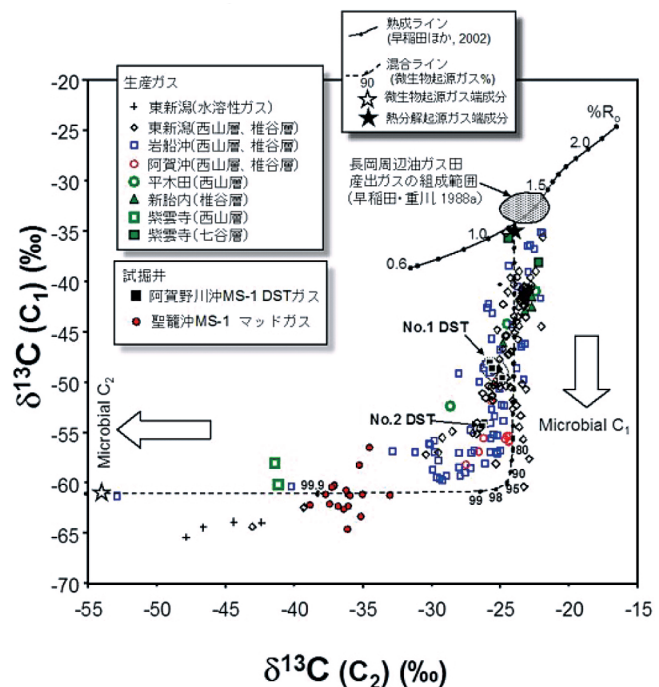
1. 地圏内の物質移動の解明

石油天然ガスの探鉱開発では、深度およそ 1,000 m から 5,000 m の範囲での油ガスの生成と移動集積を主に扱うが、地圏の研究はこれより幅広い深度範囲での天水から地下水、温泉や熱水、CO₂ などを含めてより多くの物資移動を対象とする。地層流体の移動過程の解明の鍵として、メタンと塩分濃度、地層圧力、溶脱孔隙が指標となる例を提示する。

微生物起源ガス

天然ガスの起源は微生物起源ガスと熱分解起源ガスに大きく分かれる。近年開発技術の進歩により海洋での未固結砂岩からのガス生産が可能となり、微生物起源ガスへの注目が高まっている。東インドネシアのバリ島北方 90 km に位置する Terang ガス田では、大量の微生物起源ガスが水深約 90 m 海面下約 600 m の鮮新統の固結度の弱い砂岩に集積している。石油資源開発（株）と三菱商事はパートナーの EMP 社と共同で、水平坑井と出砂を防ぐグラベルパック仕上げを用い、2012 年より海底生産施設から日産約 800 万 m³ の天然ガスを生産している。21 世紀に入りベンガル湾（ミャンマー沖）やナイルデルタ沖（エジプト）、イスラエル沖などで主に微生物起源とされる巨大ガス田が発見されている。これらの海域では熱分解起源ガスもあるが、微生物起源と熱分解起源ガスは地下で如何に移動し混ざるののだろうか？炭化水素組成と炭素同位体組成を用いた解析によると新潟県中越の油ガス田は熱分解起源ガスのみからなるが、下越の北蒲原地域の油ガス田では両

者が混合しており、浅部の水溶性ガス田は純粋な微生物起源であるが、深い層ほど熱分解起源ガスの割合が高い傾向がある（早稲田ほか、2011）。



第 1 図 北蒲原油ガス田のガス組成（早稲田ほか、2011）。

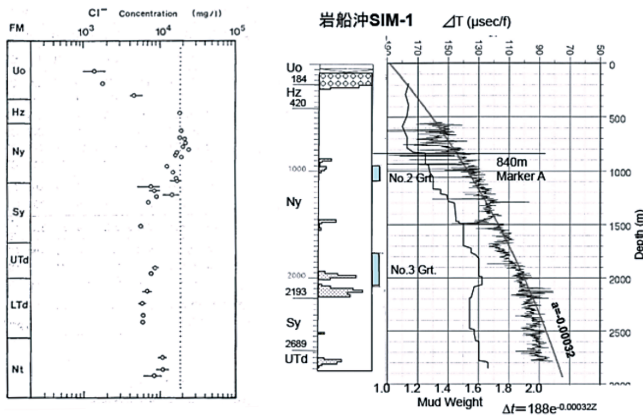
地層水塩分濃度

新潟下越の海成層の地層水の塩分濃度は概ね海水より低く、深度と地質層準に応じて変化し、特に異常高圧が生じる寺泊層では約 10,000 ppm と低くなる（加藤、1987；吉村ほか、2004）。埋没過程で堆積物から移動する間隙水の量を直接測定することは困難だが、測定より簡単な孔隙率の増減の観察から地層流体量の増減を見積もることができる。音波検層を用いた孔隙率測定は事例も多く圧密過程の検討に適し、地層圧力や削剥量の推定に有用である（星、2013）。これらガス、塩分濃度、孔隙率と地層圧力の指標を用いることにより、堆積岩の埋没過程での海水の排出と天水の浸入、その過程での地下微生物の役割と、ケ

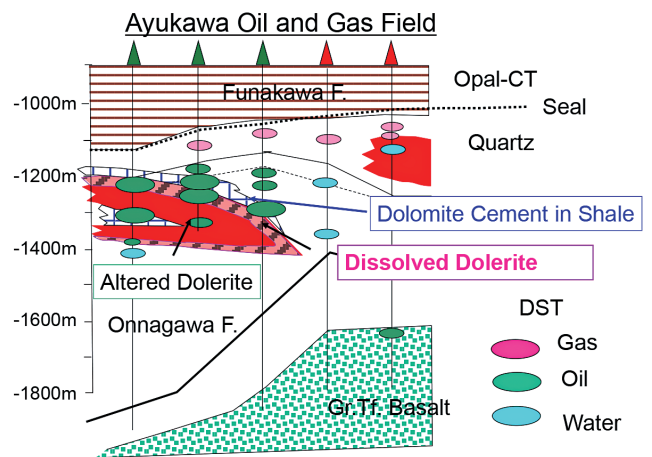
1) 石油資源開発株式会社 中東・アフリカ・欧州事業本部

キーワード：地下物質移動、地層変形、地下地質データアーカイブ

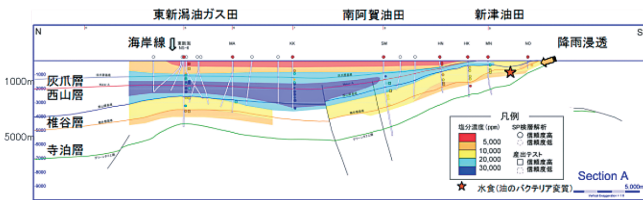
この原稿は地圏資源環境研究部門が発行した「GREEN Report 2015」より転載したものです。



第2図 左：新潟の地層水Cl⁻変化（加藤，1987）。
右：新潟下越・岩船沖油田の音波検層柱状図と地層圧力（星，2013）。



第4図 鮎川油ガス田の断面図（Hoshi，2010）。



第3図 新潟下越の化石塩水の塩分濃度分布（吉村ほか，2004）。

ロジェンの熱分解による炭化水素の生成と移動の過程が解明され、地圏内の地層流体移動のモデル構築が可能と考える。また新潟の水溶性ガスや関東天然ガス田の知見が、地下水研究と合わさって、世界の微生物起源ガス資源開発に貢献する余地大と信じる。

泥質岩中の流体移動

砂岩中の流体移動については従来から多くの研究や測定が行われてきたが、近年のシェールオイル／ガスの探鉱開発を通じて、泥質岩の微細孔隙内での流体移動に注目集まり多くのデータが集積されつつある。泥質岩のマトリックスからフラクチャーへの流体移動、砂泥互層での泥岩から砂岩への流体移動、砂岩から上位シール層を通過する流体移動の解明が、地圏研究と石油探鉱のシナジーによって躍進し、地圏利用に貢献することを期待する。

地層流体による鉱物の溶脱と沈殿

秋田県の鮎川ガス田では中新世女川層の珪質頁岩がシェールオイル・ガス貯留岩であり、そこに同時代のドレライトが貫入している。ドレライトの一部では輝石の溶脱により二次孔隙が形成され孔隙率は20%に達する一方、ドレライトに接する女川層珪質頁岩にはCaとMgが沈殿

してドロマイトセメントとフラクチャーが発達し、いずれも生産性良い油貯留岩となっている（Hoshi，2010）。

新潟県中越の片貝ガス田の下部寺泊層（中新世）2,700 m層砂岩では長石溶脱による二次孔隙が観察される。長石を溶脱させた要因については有機物の熱分解によって生じた有機酸や火山活動に起因する熱水などの説があるが、いずれ埋没後の地層流体の活発な移動の産物と考えられる。

世界の天然ガス田開発は条件の良いものから進んできたが、今後はCO₂やH₂S成分に富むサワーガスの開発に重点が移ると予想され、CO₂とH₂Sの地層圧入の必要性が高まる。また油田での二次回収技術としてCO₂-EORへの期待が高い。CCSのみならず石油開発分野でも、CO₂やH₂Sの地層内挙動のモニタリングと、地層水、鉱物との地化学反応の予測、安定性の評価研究への期待が益々高まる。

2. 地下流体の汲み上げや地下圧入の地表環境に及ぼす影響の定量的評価

地下水利用に始まり、石油ガスの生産、油ガス田への水圧入、シェール開発でのフラクチャリング、CO₂の地下圧入などいずれの産業活動でも、地層にはなんらかの変形が伴う。地層の変形と地表への影響のモデリング・シミュレーションとモニタリングは今後益々重要となる。モニタリング技術を活用した貯留層変動評価技術の開発は、CCSや地中熱利用のみならず、未固結砂岩ガス層やオイルサンド、フラクチャー貯留岩の開発にとって火急の課題となっている。モニタリング技術としての物理探査については反射法地震探鉱以外に、屈折法、自然地震の利用や、電磁探鉱、重磁力測定と組み合わせた費用対効果の高い取得・解析技術の進歩に期待する。

3. 地下地質データのアーカイブ

文 献

産総研の地質情報データベースにより多くのボーリングデータや物理探査データが集積されることを期待する。石油坑井データのアーカイブ構築が世界的に進められており、特に米国や豪州、英国などでは坑井データは原則公開され、サービス会社から使い易いGISデータベースとして提供されている。米国の坑井はAPI番号で整理され、世界の石油坑井については近年IHS社がID番号をつけるGlobal Well Identifier Serviceを提唱している。国内のボーリングデータについてもアーカイブ構築がいつそう進むことを期待する。また国内の物理探査データについても石油会社、研究機関、大学が取得した震探が近い将来に使い易い形式で整理・公開されて、多目的に用いられることを期待する。

- Hoshi, K. (2010) Hydrothermally Dissolved Dolerite Reservoir in the Akita Basin, Japan. AAPG Search and Discovery #50370.
- 星 一良 (2013) 音波検層を用いた新潟堆積盆の圧密トレンドの検討とその構造発達史解析への応用—削剥量の推定, 荒谷背斜の隆起と中越地震—. 地学雑誌, 122, 90-115.
- 加藤 進 (1987) グリーンタフ貯留岩の地層流体. 石油技術協会誌, 52, 33-42.
- 早稲田周・岩野裕継・浅利康介 (2011) ガス炭素同位体組成からみた北蒲原地域における炭化水素の移動・集積. 石油技術協会誌, 76, 43-51.
- 吉村公孝・山本修一・桑原 徹・正本美佳・横井 悟・高橋利宏 (2004) ナチュラル・アナログの見地による我が国の化石塩水の特徴. 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, 129-132.

HOSHI Kazuyoshi (2016) Expectations for geosphere research from a petroleum geologist.

(受付：2016年3月3日)