資 料

地質・探鉱部門シンポジウム 熟成堆積盆における石油探鉱開発 —新技術の適用—*

(Received December 28, 2007; accepted January 11, 2008)

Symposium “New Approaches to Exploration & Exploitation in Mature Basins”

ま と め

辻 喜 弘**

A summary of the symposium by Yoshihiro Tsuji

1. はじめに

昨今話題に上がる石油ピーク論であるが、本来存在する資源が有限であることから、そのタイミングが何時になるかが議論の対象であり、すでに佐々木 (2007) が指摘しているとおり、いかにそのピークを先送りするかが我々石油開発技術者の課題であるといえる。現在、オイルサンドや重質油などの非在来型資源の開発努力も続けられているものの、当然のことながら、回収コストの観点からも、当面は在来型炭化水素が主たる開発対象であり、それらを効率的に発見、生産することが求められている。

現時点で我が国の石油会社が探鉱開発の対象としている堆積盆地は、そのほとんどが探鉱の進んでいる熟成堆積盆地であるといっても過言ではないであろう。熟成堆積盆地での探鉱の成功と回収率の最大化に求められるものが技術であり、また、技術はそのような場での権益確保のための重要なツールとなる。米国石油地質家協会 (AAPG) がホームページで紹介している教育用スライドの中には、新しいアイデア、新しいツール、経済状況の変化が、新しい発見に繋がり、熟成堆積盆地においてさえも、決して探鉱を諦めてはいけなさと説くものがある (Kaldi, 2003)。事実、石油開発業界は、背斜の探鉱、ロータリー掘削、地震探査、坑井検層、海洋掘削、コンピューター技術、三次元地震探査、さらには、三次元の堆積盆地シミュレーションや油層シミュレーションなど (Armentrout, 2000)、時代時代に新たな概念を発見し、また新技術を開発するとともにそれら

を適用することで、人類が必要とする石油の需要を満たしてきた。

新技術の開発、あるいは適用には費用がかかる場合も多いが、新技術の適用によって最終的には探鉱開発コストを引き下げることが期待されている。それらの意味からも、現在の高油価の状況は熟成堆積盆地での探鉱開発に新しい技術の適用に好ましい条件を与えていると考えられるのではないだろうか。

2. 新技術の適用事例

2007 年 6 月に東京で開催された地質・探鉱部門シンポジウムでは、探鉱開発が熟成した堆積盆地において新たな発見や回収率を最大化するための努力について、我が国の石油開発各社の試みとして紹介されたが、いずれも、新たな技術の適用、あるいは、それら技術の総合的な活用についての議論であった。それぞれの詳細については本号に掲載されているが、ここでは簡単に概要を述べることにする。

井上氏らは、石油探鉱戦略の科学と称して、探鉱開発が成熟と競争にある中での成功を勝ち取る意思決定手法を検討し、独自のアイデアや技術により差別化できる案件の選別が重要であることを示している。

三ヶ田氏は、物理探査技術の動向をまとめ、今後の四次元探査に向けてのより定量的なデータ取得とデータ処理、また、それらの中でのコスト削減とデータ品質の向上が求められていることを示すとともに、地下の可視化の要求が物理探査技術を発展させるとしている。

高橋氏らは、石油システム評価技術の中でもシール解析技術に着目し、シール能力の正しい評価により、当初見積もり以上の埋蔵量を期待できることを示した。また、炭化水素の移動・集積モデルにおけるシール能力の評価の重要

*平成 19 年 6 月 7 日、平成 19 年度石油技術協会春季講演会、地質探鉱部門シンポジウム「熟成堆積盆における石油探鉱開発—新技術の適用—」で講演 This paper was presented at the 2007 JAPT Geology and Exploration Symposium entitled “New Approaches to Exploration & Exploitation in Mature Basins” held in Tokyo, Japan, on June 7, 2007.

** (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC)

性を示した。

齋藤氏は、坑井データと震探データによりシーケンス解釈を行い、特に Stratimagic による震探相のマッピングに震探反射波列端の形態をあわせて評価することによって海底扇状地の堆積環境を解釈し貯留岩分布を予測した。さらに、震探データの PSTM 振幅情報から岩相分布モデルを作成し、MPath を用いた炭化水素移動・集積シミュレーションによって、移動・集積のリスク評価を行った。

渡邊氏は、ノルウェー領北部北海のタービダイト砂岩を探鉱対象とした試掘井の情報と物理探査データを用いて層内流体の識別を検討し、インバージョンの結果得られた AI・Vp/Vs から貯留岩分布を読み取るとともに、層内流体把握の精度については今後の検討が必要なもののおおむね炭化水素の分布域を把握できたことを示した。

荒川氏は、薄層であるためにその分布把握が難しいベネズエラの第三系の河川・デルタ成砂岩について、佐伯 (2004) の手法により、反射イベントの連続性と S/N 比を向上させた震探記録に対しての高分解能インバージョン結果から、砂層含有層を識別できることを示した。

佐藤氏は、開発の進んだランドン油田に geosteering 手法を適用した例について紹介し、得られるデータの解析により高い生産性を上げるためにも、それまでのデータの蓄積と活用が重要であることを示している。

山田氏は、タイ沖の断層を伴う河川性貯留岩を例として、三次元地震探査が掘削位置の決定に有効であり、スリムホール掘削により安価で迅速な坑井掘削が行われていることを示した。また、断層のシール評価を FAULTAP (Sorkhabi *et al.*, 2003) を用いて行い、同ソフトウェアによる評価の可能性を示した。

3. 石油の探鉱開発において求められる新技術

筆者の所属する (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) では、2030 年を見据えて技術ロードマップを構築したが、その過程において海外や国内の石油会社および関連業界などに対して重要技術に関する調査を実施した。図 1 は、海外の石油会社の求める技術であるが、イメージングにより地下情報を如何に正しく把握するかが最も優先度の高い技術として認識されている。図 2 では、調査の際の選択項目が異なるものの、我が国の石油開発業界全般として、主として物理探査技術に基づく構造把握や油層の特性把握、さらには断層やフラクチャーのイメージングに対しての関心が大きいことが読み取れる。このように国内外ともに地下の物性を把握し表示する技術が最も求められているものと判断できる。

今回のシンポジウムでの発表の多くが、いかに地下の情報を正しく理解し表現するかという課題とイメージングに関連したものであったことも、内外の石油開発業界の求める方向性と合致しているといえるのであろう。現時点では、これらのイメージング技術は物理探査技術としてとらえられがちであるが、齋藤氏の論説に示されたとおり、地震探査記録の解釈に際しての地質学的な現象の理解とその適

図 1 探鉱分野において海外石油会社の考える今後の重要技術

図 2 油ガス層把握技術分野の各技術要素について国内関係会社が考える重要

用の重要性は、今後の地質技術者と物理探査技術者のこれまで以上の共同が求められることを示している。

4. 新技術の適用のための技術力の保持

ピーク論についての議論を抜きにしても、近年目覚ましい経済発展を続ける中国やインドの石油消費量の伸びは著しく、両国はもとより各国による国家を挙げての資源獲得競争が活発化している。元来限られた石油資源しか持たない我が国では、従来から国家戦略が示されエネルギー資源の確保の努力がされてきた。2007 年 5 月には経済産業省により新たに「新国家エネルギー戦略」が策定され、総合資源確保戦略として、石油自主開発比率を 2030 年までに、引取量ベースで 40% 程度とすることを目指している (経済産業省, 2007)。また、それに関連し、エネルギー技術戦略 (技術戦略マップ 2007) として「化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用」に寄与する技術に石油・天然ガスの探鉱・開発・生産技術の枠が設けられている (資源エネルギー庁, 2007)。

技術力、すなわち、新技術の開発力あるいは適用能力は、資金力とともに、権益の獲得あるいは増産に非常に重要で

ある。前述のわが国のエネルギー技術戦略と同様に欧米大手石油会社各社においても技術力および技術者の確保が重要課題とされている。JOGMEC による海外の大手石油会社との情報交換などにおいても、各社から、技術を実際に適用し、その技術を自社のノウハウとして蓄積するためにオペレータープロジェクトを優先し、社内に世界レベルの専門家を保持して重要な技術分野への投資を集中するほか、研究開発を会社レベルで重要視して革新技術による埋蔵量の増加と開発コストの低減をめざすなどの取り組みがされていることが紹介されている。また、いくつかの会社は、技術の重要な要素として人材を挙げ社内での情報共有も重要であるとしているが、それには、その数が多く間もなく退職を迎える熟練技術者から若手技術者への技術の伝承も含まれている。

我が国の石油会社の人材の年齢構成については、佐々木(2007) が詳しく述べているが、技術者の不足は世界的な現象であり、新たな技術の適用による新規油ガス田の発見あるいは既存油ガス田での回収率最大化のために技術者を育成するとともに、個々の技術者が自ら研鑽に励み技術力を我が国の業界として蓄積していくことが必要である。

5. おわりに

シンポジウムの構成と本特集号の完成には、国安稔探鉱技術委員会副委員長を代表とする世話人の方々の準備から査読までの継続的なご苦勞があり、さらに、発表と執筆によりそれぞれの新鮮な話題を提供された発表者各位のご努力があった。発表者各位の所属する機関による発表許可があつてシンポジウムが成り立ったといえる。また会場に対

しての講演者からの質問とそれに対する回答、議論などの今回の新たな試みもあり、シンポジウムとして十分な成果が上げられたものと考えられる。関係諸氏に対し敬意を表し、厚くお礼申し上げる次第です。

引用文献

- Armentrout, J., 2000, The Quest for Energy : Rewarding Careers in Petroleum Exploration, [http : //www.aapg.org/slide_bank/index.cfm](http://www.aapg.org/slide_bank/index.cfm) (cited 2007/12/20).
- Kaldi, J., 2003 : Is There a Future for Professionals in the Petroleum Industry? Today's Students, Tomorrow's Professionals, [http : //www.aapg.org/slide_bank/index.cfm](http://www.aapg.org/slide_bank/index.cfm) (cited 2007/12/20).
- 経済産業省, 2007 : 新・国家エネルギー戦略について, [http : //www.enecho.meti.go.jp/topics/energy-strategy/index.htm](http://www.enecho.meti.go.jp/topics/energy-strategy/index.htm) (cited 2007/12/20).
- 佐伯龍男, 2005 : ノイズを考慮した Surface Consistent Deconvolution の最適化, 物理探査, **57**, 199–218.
- 佐々木詔雄, 2007 : 失われつつある人的資源と我が国の油田資産, 石技誌, **72**, 411–424.
- 資源エネルギー庁, 2007 : エネルギー技術戦略 (技術戦略マップ 2007), [http : //www.enecho.meti.go.jp/policy/energy-technology/energy.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/policy/energy-technology/energy.pdf) (cited 2007/12/20).
- Sorkhabi, R.B., Iwanaga, S., Fujimoto, M. and Hasegawa, S., 2003 : Sealing assessment of normal faults in clastic reservoirs : Modeling the petrophysical and stress attributes of faults : *JAPT*, **68**, 291–304.