

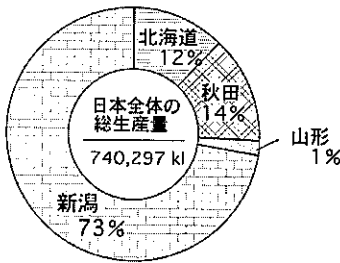
新潟県と石油・天然ガス

徳橋 秀一¹⁾・金子 信行¹⁾

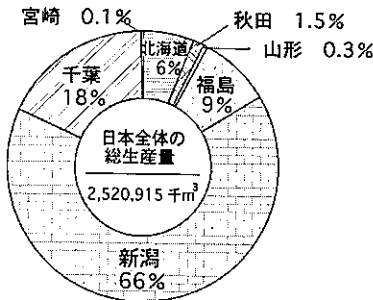
1. はじめに

天智天皇七年(西暦668年)秋七月、「燃える土」と「燃える水」が越の国より都に献上されたということが日本書紀巻二十七に書かれています。一方、現在も日本国内で生産される石油や天然ガスの大半は新潟県が産出しています(第1図)。このように新潟県は、昔から現在まで、石油・天然ガスとは切っても切れない関係にあるといっても過言ではないでしょう。

平成12年県別原油生産量



平成13年県別天然ガス生産量



第1図 国内産原油と天然ガスの県別産出量。天然ガス鉱業会(2002)のデータより作成。

2. 石油・天然ガスコーナーの開設

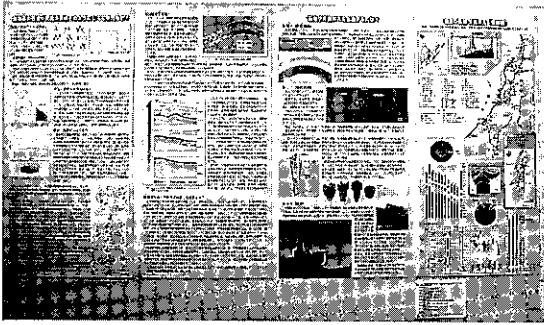
そういった事情から、新潟大学で開催された日本地質学会第109年学術大会にあわせて、平成14年9月14日～16日新潟市民芸術文化会館“りゅーとびあ”において、産業技術総合研究所地質調査総合センターと地質学会の共催で開催された新潟地質情報展では、石油・天然ガスのコーナーが設けられました。このコーナーでは、石油や天然ガスのでき方(石油や天然ガスはどのようにしてできるのか?)や地下深部の石油や天然ガス鉱床の探し方(石油や天然ガスはどのようにみつけ、生産するのか?)について、できるだけやさしく説明した解説用ポスターと、新潟県の石油・天然ガスの現況を表わした資料用ポスターを展示しました(第2図)。

また、現物を間近にみていただくという観点から、新潟県で採取された数種類の原油とコンデンセート、水溶性ガス田のかん水(地層水)とそこから濃集されたヨウ素製品、掘削によって地下深部から採取された石油・天然ガスの貯留岩や根源岩のコアサンプルなどをガラスケースに入れて展示しました。また、ロータリー式掘削装置の先端部に取り付けられるビットもガラスケースの隣に、こちらは直接手にふれられる形でおきました(第3図)。原油・コンデンセートは、著者の一人の金子がこれまでに各生産会社から研究用にいただき所蔵していたものですが、コアサンプルとビットは帝国石油株式会社から、水溶性ガス田のかん水とヨウ素製品は株式会社東邦アーステックから、それぞれお借りしたものです。これらの現物は、具体的なイメージをもっていただく上で、また説明する際の材料として大いに役立ちました。

展示期間中、会場の石油・天然ガスコーナーに

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

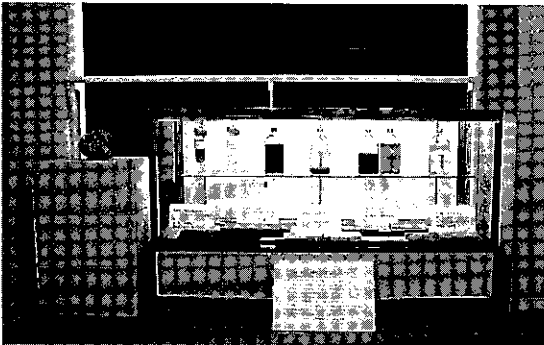
キーワード: 新潟, 地質情報展, 石油, 天然ガス, 水溶性天然ガス



第2図 ポスター全景.



第4図 見学及び説明風景.



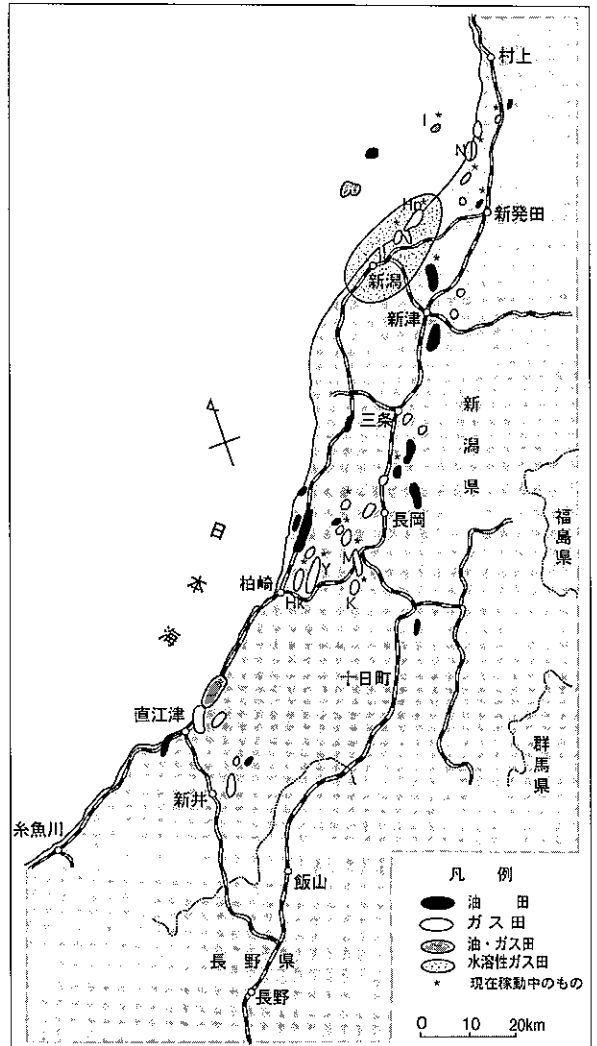
第3図 サンプルコーナーの全景.

は、できるだけ担当した著者の二人のいずれかが待機し、来られた方に適宜説明を行いました(第4図)。見学者の方は、三々五々ですがほぼ間断なく訪れましたので、説明でのどがかなり乾いた記憶が残っています。小学生から年配の方まで幅広い年齢の方が訪れました。新潟の石油や天然ガスについては、地元のことであるにもかかわらず、少しだけ知識を有しているという人が大半でしたが、なかには、かつて石油会社に勤めていて、著者たちよりも石油や天然ガスに精通している年配の人もおられるなど、さすが新潟だなと思ったこともときどきありました。

以下では、主に資料編のポスターに掲載した内容を参考にしながら、新潟県の石油・天然ガスの概要や最近の動向・話題などを紹介したいと思います。

3. 新潟県の石油・天然ガス

新潟県の平野部とその周辺では、日本海側大陸棚地域を含めて、多くの油田・ガス田、そして水溶性ガス田の存在が知られています(第5図)。これ



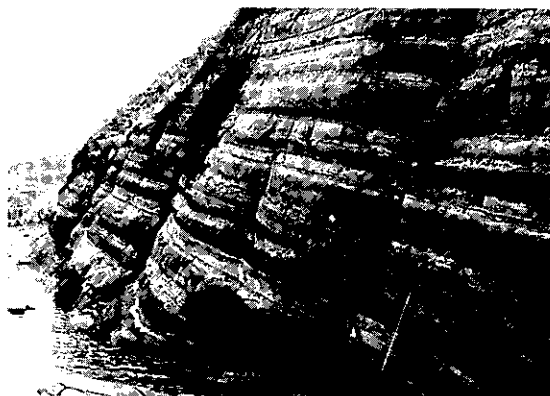
第5図 新潟県の油田・ガス田等分布図(各種資料より編集)。I:岩船沖油・ガス田, N:中条ガス田, Hn:東新潟ガス田, M:南長岡ガス田, K:片貝ガス田, Y:吉井ガス田, Hk:東柏崎ガス田。

地質時代	坑井序	主な岩質	
更新世	魚沼層群	砂、礫	安山岩 玄武岩
	灰爪層	砂岩 青灰色シルト岩	
約170万年前	西山層	灰色泥岩	
		砂岩・泥岩互層	
鮮新世	椎谷層	砂岩・泥岩互層	
		暗灰色泥岩	
約530万年前	寺泊層 上部	暗灰色～暗褐色泥岩	
	下部	やや硬質暗褐色泥岩	
中新世	七谷層	黒色～灰色硬質頁岩	
	津川層	砂岩・礫岩	
	三川層		
約2400万年前	先第三系(基盤)	花崗岩 粘板岩	

第6図 新潟堆積盆の標準層序。新潟県(2002)を一部改変。

らの地域の地下には、かつて、日本海が拡大したときに形成されたという深い海(地質学的には、背弧海盆といいます)を埋積した中新世以降の火山岩、火山砕屑岩、泥岩、砂岩などが厚く発達し、厚いところでは5,000m以上に達します。こうした火山岩や堆積岩類が厚く発達したところを地質学的には堆積盆といい、新潟の場合は、新潟堆積盆あるいは新潟背弧堆積盆とよんでいます。新潟県の石油や天然ガスは、まさにこの新潟堆積盆に胚胎しているわけです。

一般に、石油や天然ガスは、孔隙の多い砂岩や火山岩、火山砕屑岩などに貯蔵されていますので、これらの岩石を貯留岩といいます。一方、石油や天然ガスは、生物起源の有機物質を多数含む泥岩から生成したと考えられていますので、こうした泥岩のことを根源岩とか母岩とよんでいます。新潟堆積盆の場合、中新世の寺泊層や七谷層上部の泥岩がもっとも優秀な根源岩となっています(第6図)。これらは、日本海が拡大したあとに形成された深い海(新潟背弧海盆)で形成されたものと考えられています。

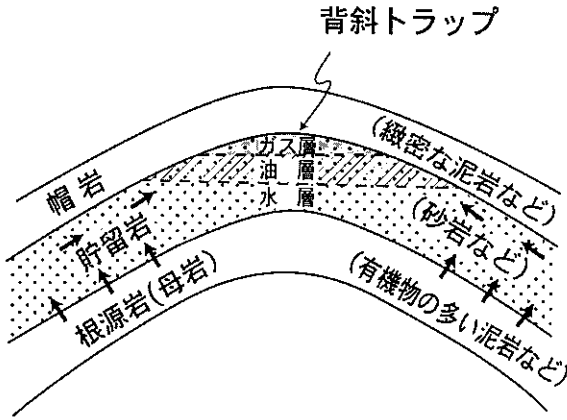


第7図 椎谷層の砂岩泥岩互層。暗色部がタービダイト砂岩、白色部が泥岩。スケールは1m。柏崎市観音岬(椎谷層模式地)。

新潟堆積盆の貯留岩には大きく二種類あります。ひとつは、新潟堆積盆の埋積物の下部を占める七谷層から津川層の火山岩や火山砕屑岩類で、ときに緑色を示す特徴的な凝灰岩(タフ)が含まれていることから、グリーンタフと総称されています。このグリーンタフに貯留されているのは、大半が天然ガスですが、一部地上に出てきて液化するコンデセートとよばれる石油(原油)も含まれています。こうした火山岩類が石油や天然ガスの貯留岩を形成しているのは、世界的にも大変珍しいということです。

もうひとつの貯留岩は、主に椎谷層から西山層に挟在する砂岩ですが、これらは、通常泥岩が形成されているような深い海に、数百年に1度ぐらゐの割合で海底で起きるといふ砂を大量に含んだ海底の流れ(専門的には、混濁流とか乱泥流、あるいはタービディティー・カーレントとよばれています)によって運搬され堆積したもので、タービダイトとかタービダイト砂岩とよばれるものです。これらの砂岩はよく連続するとともに、泥岩と交互に重なって形成されることから、砂岩泥岩互層とか、タービダイト・サクセッションなどとよばれる地層(第7図)をつくります。

ところで、石油や天然ガスを採取するためには、地下でそれらが濃集しているところ(一般には鉱床といいます)を探す必要があります。こうした鉱床が成立するためには、根源岩と貯留岩のほかに、石油や天然ガスが上方に拡散するのを防ぐ緻密な岩石が必要になります。こうした岩石は、貯留岩を覆う役割をすることから、帽岩といわれます。新潟

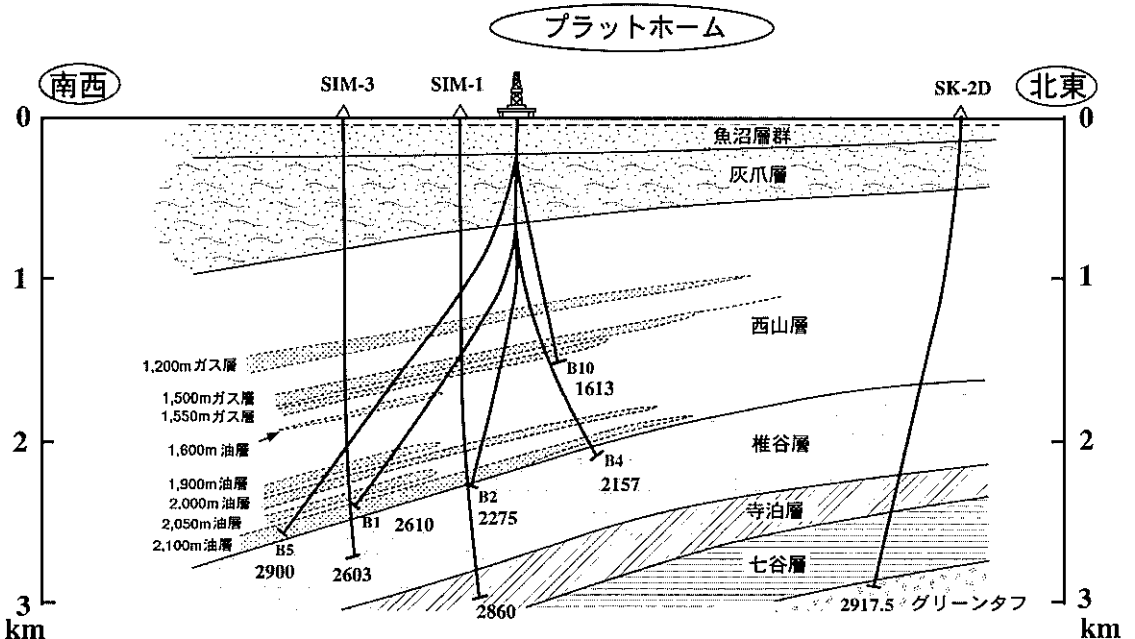


第8図 背斜トラップにおける石油の移動・集積。

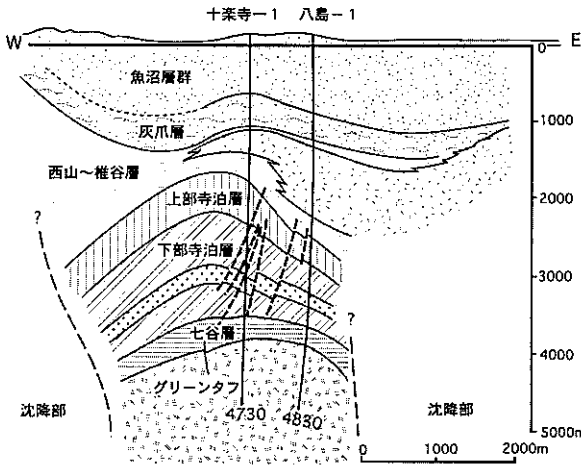
堆積盆の場合、いろいろな時代の泥岩がその役割を果たしています。石油や天然ガスの鉱床が成立するためには、三種の神器ともいえる根源岩、貯留岩、帽岩のほかに、石油や天然ガスを閉じ込める、あるいは逃げられないようにする場・空間が必要となります。こういった場・空間のことを、動物をとらえる際に使う罠にたとえて、トラップといいます。

トラップでもっとも代表的なのは、地層が山形に曲がった背斜とよばれる褶曲構造を形成している

場合のその頂部にあたるところで、背斜トラップとよんでいるものです(第8図)。新潟でもこれまでの探鉱のほとんどは、地震探査や音波探査といった物理探査によってこのような背斜構造を地下にみつけては掘るといふ背斜構造をねらったものです。ただ、背斜トラップがあるからといって鉱床が成立しているとは限らず、その形成のタイミングが大変重要で、石油や天然ガスが根源岩に生成し、移動する時期に既にできていなければなりません。また、一度背斜トラップに集積されても、その後の構造運動などで鉱床が破壊されたり、散逸してしまうこともあります。こういったところが、石油や天然ガスの探鉱の難しいところといえるでしょう。また深部まで掘削するには多額の費用がかかることから、実際に掘るまでには、鉱床が成立している可能性が高いかどうか、役に立ちそうなあらゆる技術や専門知識、情報を使って総合的な検討が行われます。しかしそれでも、有望な鉱床を発見する確率は低いのが実状です。周辺に井戸の情報がないところで、数km下の地下の状況を予測することは、ある意味では、はるか彼方の宇宙を探るより難しいといえるかもしれません。



第9図 岩船沖油・ガス田断面図(新潟県, 2000)。



第10図 南長岡ガス田断面図(石油技術協会, 1993).

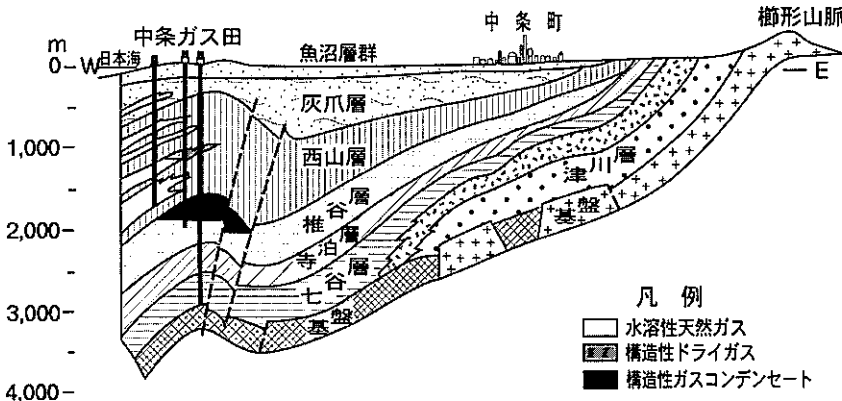
4. 新潟県の代表的な油・ガス田

現在、新潟県下で石油(原油)の生産量が最も大きな油・ガス田は、新潟県北部の大陸棚上で開発された岩船沖油・ガス田で、海上プラットフォームで集めた油をパイプラインで陸上の生産施設に送っています。ここでの主な貯留岩は、西山層のタービダイト砂岩ですが、背斜に向かってせん滅しているタービダイト砂岩が貯留岩となっていることに特徴があります(第9図)。こういったタイプのトラップのことを層位トラップとよんでいます。岩船沖油・ガス田は、本格的な層位トラップを探鉱し、成功した本邦初の油・ガス田といえるでしょう。今後の石油の探鉱においては、新潟堆積盆のみならず国内探鉱全般において、背斜トラップに代わるものとして、層位トラップの探鉱がますます重要になっ

てきています。

一方、現在新潟県下で天然ガスの産出量が最も大きなガス田は、南長岡ガス田(第10図)で、南側の片貝ガス田と隣接しています。どちらも、グリーンタフを貯留岩とするガス田です。このほかに、吉井ガス田、東柏崎ガス田などがグリーンタフを貯留岩とする代表的なガス田です。グリーンタフの場合、あたれば生産量が大きく、また比較的長期に安定して生産するといわれていることから、グリーンタフ探鉱は、今後も新潟堆積盆の主要なターゲットとなるものと思います。しかし、深部であるために情報が限られており、また掘削に多額の経費とかなりの時間がかかるためにそう多く掘ることもできず、新しい発見は容易ではないようです。

上記の油・ガス田とは少し毛色を変えるものとして、新潟市周辺やその北方域には、水溶性ガス田が分布しています。水溶性ガスとは、地層中のかん水(地層水)を揚水した際に、溶解していたメタンが減圧によって分離したガスのことです。貯留岩は、一般に浅層の西山層、灰爪層、魚沼層中の砂岩や礫岩です。また、揚水したかん水中にはヨウ素が溶解していることから、ガスが抜けたあとのかん水を工場に運び、ヨウ素の濃集、生産も行われています。たとえば中条ガス田では、深層からは天然ガス(構造性ドライガスともいいます)やコンデンセート(構造性ガスコンデンセートともいいます)を、浅層から水溶性天然ガスを採取しています(第11図)。日本の水溶性天然ガスやヨウ素の大半は、茂原ガス田など太平洋側の千葉県九十九里浜周辺で生産されていますが、新潟県でも、やや小規模ながら新潟市とその周辺で生産されているわけです。



第11図 中条ガス田断面図。ジャパンエナジー石油開発株式会社資料(パンフレット)より編集。

5. 新潟県における探鉱活動の最近の動向・話題

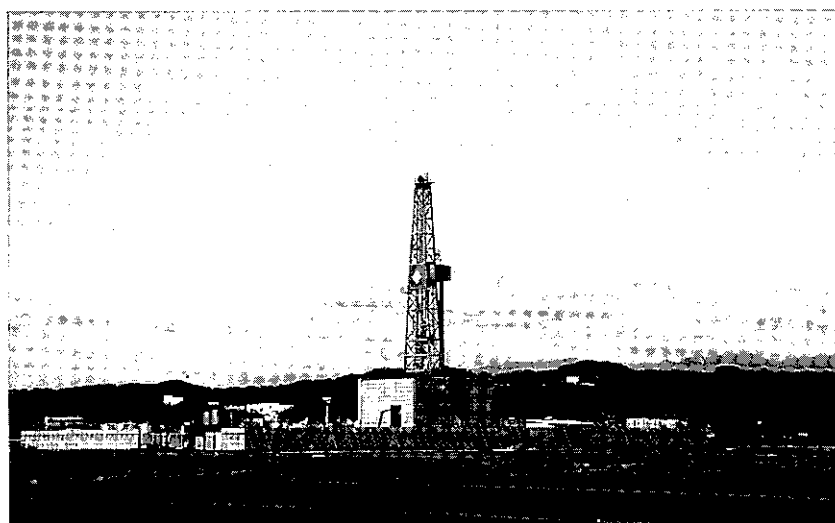
地下深部の石油・天然ガス鉱床をみつける探鉱事業は、経費がかかる上に成功率が低いため、国や県から企業に対して補助金が出ることもあります。そのほかに、炭化水素ポテンシャルが有望である可能性があるにもかかわらず、試掘がないか少ない地域やこれまで掘られていない深い層準の情報を得たり、新しいタイプの鉱床を捜すなど、国内の炭化水素ポテンシャルの把握と企業探鉱の誘導、高度な技術の先進的導入や開発などを目ざして、国自身が物理探査（基礎物探）や試掘（基礎試錐）などから成る基礎調査という事業を行っています。その一貫として新潟県でも多くの基礎試錐が行われています。平成元年度以降に行われたものを掘削深度とともに並べると次のようになります。

平成元(1989)年	基礎試錐「新潟平野」	6,000m
平成元(1989)年	基礎試錐「東頸城」	6,004m
平成2(1990)年	基礎試錐「新米山」	4,800m
平成3(1991)年	基礎試錐「三島」	6,300m
平成4(1992)年	基礎試錐「新竹野町」	6,310m
平成6(1994)年	基礎試錐「富倉」	6,000m
平成7(1995)年	基礎試錐「西頸城」	6,005m
平成9(1997)年	基礎試錐「東山」	6,100m
平成11(1999)年	基礎試錐「小国」	5,850m
平成13(2001)年	基礎試錐「新津」	5,000m

これらの基礎試錐をみてまず気がつくことは、そ

のほとんどが6,000mを越すような深掘であるということです。ちなみに、日本で石油や天然ガスのために最も深く掘った井戸は、平成4年度に新潟県で掘られた基礎試錐「新竹野町」の6,310mです。このような状況を反映して、グリーンタフなどの深層を対象とした企業の試掘も、最近では軒並み5,000mを越しているのが実状です。既に指摘しているように、このような深掘の場合には、時間がかかる上に事前の情報が限られていることから、試掘に成功して有望な鉱床をみつけるのは容易なことではありません。また一方では、最近の経済状況を反映して、リスクの大きい探鉱資金を調達することは容易ではなく、ポテンシャルの高い有望地域における層位トラップ探鉱など、浅層のタービダイト砂岩の探鉱も見直されているようです。また、経費節減から、隣接する鉱区を有する複数の企業が共同で試掘井を掘る例も多くなっています。

なお、平成13年度～14年度にかけて掘削された基礎試錐「新津」は、グリーンタフとともにその下の基盤岩、特に花崗岩を想定した試掘で、本州で初めて試みられたものです(第12図)。北海道では、苫小牧市東方の勇払油・ガス田において、古第三紀の礫岩とその下位の基盤岩の白亜紀花崗岩に発達するフラクチャー中にトラップされたガスとコンデンセートが発見され、平成8年から生産されています。勇払油・ガス田は、深層を開発した北海道初



第12図 基礎試錐「新津」掘削風景。背景は手前が新津丘陵、後方が白亜紀花崗岩などの基盤岩からなる五頭連峰。帝國石油(株)高橋洋行氏撮影。

の本格的な油・ガス田ですが、その生産量は、毎年急速に伸びているということです。北海道初の本格的な油・ガス田の開発が、基盤岩まで含めたこのようなフラクチャー型の貯留岩を対象にしたものになるとは、一昔前までは関係者を含めて誰も想像していませんでした。ステップバイステップでの探鉱方針の修正と忍耐強い努力によって、こうした新しいタイプの油・ガス田の開発にたどりついたといえます。このことは、探鉱努力の継続の重要性とともに、探鉱の意外性と探鉱への柔軟な取組みへの必要性をも強くアピールしているように思えます。

基礎試錐「新津」は、グリーンタフとともに、この勇払油・ガス田のような基盤岩貯留岩・フラクチャー型貯留岩を狙った新潟で最初の試掘という意味で、新潟の石油・天然ガス探鉱史上重要な意味をもっています。今後、これがきっかけとなって、新潟にも基盤岩貯留岩、あるいはフラクチャー型貯留岩という新しいタイプの鉱床が加わった新しい時代がくるかもしれません。未知の宝物、未知の有望な鉱床が地下に横たわっている可能性はまだまだ高いといえるでしょう。

いずれにせよ、新しい油・ガス田を見つけることは容易ではなく、また最終的には掘ってみないことにはわからないことから、先進的な技術や理論を導入する一方で、失敗にめげず、また失敗の原因

を探りつつ、忍耐強くまた柔軟に探鉱活動をつづけていくことが最も重要であるということがこれまでの歴史の教訓であるようです。

6. おわりに

新潟地質情報展の石油・天然ガスコーナー開設にあたり、貴重な試料やビットを提供していただいた帝国石油株式会社と株式会社東邦アーステックに、厚くお礼を申し上げます。また、新潟地質情報展のポスターおよび本原稿の作成にあたりご協力いただいた石油資源開発株式会社、帝国石油株式会社及びジャパンエナジー石油開発株式会社の関係者の皆様に心からお礼を申し上げます。

なお、最後に、新潟県の石油・天然ガスに関連したいくつかの基礎的な資料を掲げます。さらに知りたいという人のために、参考になれば幸いです。

参 考 資 料

- 石油技術協会(1993):最近の我が国の石油開発(石油技術協会創立60周年記念)。
 天然ガス鉱業会(2002):天然ガス資料年報(平成13年版)。
 新潟県(2000):新潟県地質図(2000年版:1:200,000)説明書。
 新潟県(2002):天然ガスと石油開発の現況。
 島津光夫(2000):新潟の石油・天然ガス開発の130年。野島出版。

TOKUHASHI Shuichi and KANEKO Nobuyuki (2003): Crude oil and natural gas in Niigata Prefecture.

<受付:2002年12月13日>