

上越沖の表層ガスハイドレートは上越海丘、海鷹海脚、鳥が首海脚の頂部付近のマウンドとポックマークの周辺に多く見られる。これら海丘、海脚は日本海のインバージョンテクトニクスを反映して形成された背斜軸方向に発達しており、この構造方向にほぼ平行にガスチムニー構造、マウンドやポックマークが形成されている。このように、表層ガスハイドレートの形成、メタンの移動と湧出は、褶曲と断層の形成に密接に関係していると考えられる。上越海丘、海鷹海脚とはほぼ同じ NNE-SSW 方向の褶曲、断層は新潟平野～頸城丘陵に3-4列発達しており、背斜の軸付近には泥火山が知られており、今でも活発にメタンが湧出している。ガスハイドレート研究所では AUV や ROV を使って上越沖のメタン湧出の観測、観察を行なっているが、海底湧出と比較することを目的として「陸上版」湧出である“泥火山”を観察することとした。一方、泥火山分布域のやや北に位置する新津丘陵では背斜軸付近に露出する金津層（中新統上部～鮮新統の椎谷層に対比）から石油が湧出しており、明治～昭和に手掘りや機械堀で採掘されていた（新津油田・金津地区）。椎谷層は新潟県-秋田県の油田、ガス田の根源岩層と想定されており、上越沖の熱分解起源メタンも椎谷層由来の可能性がある。海鷹海脚のガスハイドレートの起源物質を知るため金津層（椎谷層）の観察とサンプリングを行なった。

1. 金津地区・石油の里

元石油資源開発(株)で現在石油の里でボランティアをされている渡辺さんの案内で、金津層の露頭を観察、砂泥互層（タービダイト）の砂層の一部に油が滲みているのを観察。その後、川の中や丘陵地に展開されている石油井戸と原油処理施設を見学した。採掘方法は極めて分かり易い。初めに 20 度ほど北西に傾いた金津層の砂泥互層に深さ 100m メートル程度の井戸を掘る。この井戸の壁には油を含む砂層が数 10 枚露出している。砂層からしみ出した油は井戸の壁を伝って垂れ落ち、やがて井戸の底に油溜まりを作る。この油を井戸口まで汲み出すのに、ポンピングパワーという機械が使われる。大きなローターの回転運動がクランクによって上下運動に変えられ、シーソーのように動くビームを通して井戸に挿入されたシリンダーポンプを駆動する。アメリカ・テキサス州などでは、上下運動する汲み上げ装置を、ドンキー、グラスホッパー（バッタ）などと呼んでいる。写真は古い井戸の説明板を撮ったものである。上下運動を繰り返すことにより、井戸の底に溜まった油が次第に上に運ばれ、一時的に井戸口のドラム缶に溜められ、水を分離した油だけ背負われて集油・精製所に集められた。

油田というと、数キロメートルの深部から自噴する様子を思い浮かべることが多いが、井戸底に溜まったものを汲み上げ、なくなると再び溜まるまで暫く待ってまた汲み上げる、という採掘であった。貴重なエネルギー資源を少しずつ丁寧に回収していた先人の思いに深い感銘を受けた。渡辺さんによると、金津の機械式掘削井戸は平成まで動いており、今でも動かせば油が出るという。小さな櫓が無数に立つ石油の里、“オイルサンド”の露出する露頭、分かり易い展

示の「石油の世界館」など、石油資源の調査と石油掘削を理解し経験できる充実した施設群である。油田見学のあと、日本の「石油王」中野家の中野邸美術館庭園でお茶をいただき、日本の石油産業黎明期の先人の自信と高揚を感じた。



写真1 金津地区 一の澤の金津層（椎谷層相当層）の砂泥互層。砂は油臭い“オイルサンド”

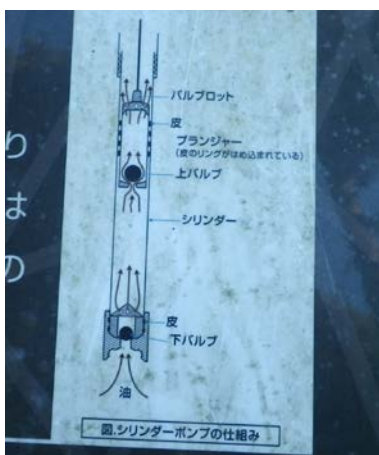


写真2（上左）金津油田の“ドンキー”ビーム。回転運動を上下運動に変えてシリンダーポンプを上下する。写真3（上右）井戸から油を汲み上げるシリンダーポンプの仕組み

2 室野・蒲生の泥火山

十日町市松代の室野地区と蒲生地区にはメタン湧出を伴う泥火山が発達する（新谷、田中、2009など）。泥火山は、この地域を NNE-SSW 方向に走る褶曲構造の背斜付近に見られ、中新世後期の須川層を母岩とする。この地域の数キロメートル西では石油資源（株）の試錐「儀明 SK-1」が掘削されている。室野の泥火山付近は人工的に改変され現在自動車練習場となっているが、改変前には円錐状の高まりがあったと言われている（新谷、田中、2005）。巡検ではサーキット内に大小合わせて3カ所、コースの外の水田に2カ所、ほぼ NE-SW 方向 100 メートル程の範囲に確認できた。サーキット内のものは直径 40-60 センチメートルの水たまりからメタンバブ

ルの湧出が見え、水は僅かに油臭がした（写真1）。蒲生泥火山は蒲生集落の西向き斜面と水田の中、150メートル程の間に数カ所確認でした。最も大きなものは千枚田を見下ろす民家から南西は50メートルほどの藪の中で、直径2メートルほどの水たまりを作っている。その近くの水路脇には直径40センチメートル、段上の水田の中では直径30センチメートルの範囲のくぼみから発泡していた(写真2)。どちらの泥火山も、湧出した泥によって地形的に顕著な高まりが出来ている、というようには見えなかったが、ガスの湧出が連続的で活発であった。これら“泥火山”が仮に海底にあったとしたら、メタン湧出は明瞭なブルームとして認識されるだろうと想像できる。



写真4 室野泥火山のメタン湧出点



写真5 蒲生泥火山（水路脇）のメタン湧出点



写真6 蒲生泥火山(民家の南西)の大きな水たまり

3. 柿崎町北黒岩のシロウリガイ・コロニー

北黒岩の石切り場脇の30メートルx50メートルほどの石灰岩体からシロウリガイを代表とする深海性の化学合成生物群コロニーが産出する（上田他、1995; Amano et al, 2010 など）。ここは、上越教育大学の天野和孝先生と露頭発見者である仙田幸造さんに案内していただいた（写真）。岩体の母岩は中新世寺泊層に対比される小萱層の泥岩であり、露頭付近で小萱層は安山岩の貫入を受け部分的に白化している。巡検中に採取したシロウリガイは長径数センチメートルと小型のものが多く、殻が溶けた印象化石が殆どであった。殻の炭素同位体組成は-40‰ほどであり、メタン湧水の影響があったと考えられる（Amano et al., 2010）。この時代（寺泊階）、北

方の別所層からも多数のシロウリガイが採取されており、日本海海底 (>1000m?) の広い範囲でメタン湧水があった可能性がある。深海底でメタン湧水があれば、海底表層～海底下にはガスハイドレートが生成集積していたはずである。それらは埋没の進行とその後の隆起によって全て失われているが、寺泊階に発達したメタンハイドレートがその後の新しい堆積物にメタンを供給、リサイクルを繰り返しながら現在の海底のメタンシープ、ガスハイドレートに繋がっていると考えることもできるだろう。寺泊階の日本海海底での諸現象もこのような視点から見直すと面白いだろう。



写真7 北黒岩のシロウリガイ石灰岩体の前で。左から2人目、3人目が天野先生と仙田さん。

(松本 良 ・ 記)