

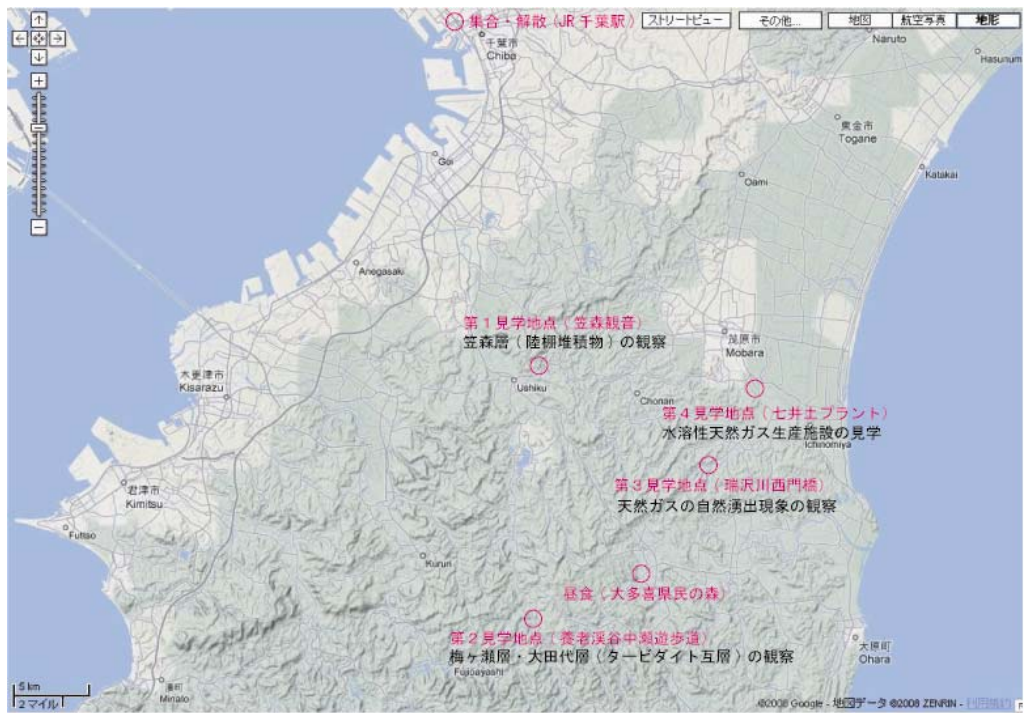
平成 24 年度特別見学会（地質編）の実施報告

1. はじめに

平成24年度特別見学会（地質編）「千葉県の水溶性天然ガスの生産施設と胚胎する上総層群の代表的地層の現場見学会」を平成24年11月17日（土）に実施したので報告します。本見学会の実施は、今年で5年目ですが、毎年土曜日と金曜日交互にやってきましたが、今回は土曜日の実施となった。当日は、あいにく雨混じりの天候であったために一部予定の変更を行ったが、心配された風はほとんどなく、雨の場合も傘で十分対応できたのは幸いであった。参加者は、学生・院生が6大学から14名、大学の教員・職員3大学3名、会社などからの参加者が9組織から11名、合計28名であった。主催者側の参加者は、世話人・案内人2名、石油技術協会事務局1名、サポーター3名（別動車：現地で合流）の合計6名であった。当日の見学地点を第1図に示す。

2. バスの中で

バスは、集合地点のJR千葉駅東口大通り沿いのNTT千葉を予定通り9時前に出発し、第1見学地点へと向かった。途中、配布したテキストをみながらその日の見学コースの概要を紹介した後、広報用に最近制作されたDVDと戦前の1940年代前半に制作されたと



第 1 図 見学地点位置図。

思われるDVDの2本をみてもらい、千葉県の天然ガスとヨウ素事業とその歴史的背景についての概要を理解してもらった。移動途中雨が降り出すなど先行きが心配されたが、第1見学地点である長南町の笠森観音に到着したころには運よく雨がやんだ。ここで別動車で運ばれたねじりガマを各自持ち、約50万年前に形成された上総層群最上部の笠森層の泥質堆積物を観察するべく、笠森観音の境内に向かった。陸棚堆積物である笠森層の泥質堆積物を観察するのは、このあと観察する堆積盆底の泥質堆積物、すなわち深い海で形成され、タービダイト砂岩と互層する上総層群中部の梅ヶ瀬層や大田代層中の泥岩層との特徴の違いを理解するのが目的である。また、笠森層中に挟在する火山灰鍵層の産状を観察するのもひとつの目的である。

3. 笠森観音で笠森層（陸棚堆積物）の観察



第2図 笠森観音堂裏での笠森層の観察。



第3図 笠森層に観察される生痕化石。

まず、笠森観音の旧参道の入り口付近に行き、Ks13~Ks15と名づけられ広く追跡される3枚の火山灰鍵層を観察した。これらの鍵層は、参道両側の垂直な崖を構成する泥質堆積物中を緩く北側に傾いて分布している。この泥質堆積物中に多くの生痕化石が存在しそれを観察することも重要な観察ポイントであるが、参道沿いでもあり通行の邪魔にもなるのでここでは予察的な観察にとどめた。次に笠森観音堂のある山頂に向けて歩き、観音堂を横目にみながらその裏にまわった。ここには尾根道をむすぶ散策道の両側に笠森層が露出する小さな崖があり、すぐ横には笠森層について説明している古い看板もみられた。ここでは、できるだけ多くのみなさんに持ってきたねじりガマを使って地層表面を削ってもらい、笠森層の泥質堆積物の特徴を観察してもらった（第2図）。泥質堆積物には、砂と泥が複雑な模様で



第4図 重要文化財笠森観音堂前での記念写真。

混じり合っていること、この模様が流体の流れなどの物理的な作用でできた模様（堆積構造）ではなく、生物の活動によってできた模様、すなわち生痕化石であること、もしくは生物活動によって地層本来の模様がかく乱され破壊されて形成された生物擾乱（バイオターベーション）構造であることを確認してもらった（第3図）。このあと、重要文化財である笠森観音堂の前で記念写真を撮影した（第4図）。当初の予定では、笠森観音堂の急な階段を登って建物本体やその中の観音様を拝観し、その周りの豊かな樹林や風景も楽しむ予定であったが、時間が遅れていたこととお天気の先行きの心配から割愛した。|

4. 再びバスの中で（養老溪谷の中瀬遊歩道へ）

お天気の予報では午後の後半ほど雨脚が強くなるということだったので、当初、最後の見学地点に予定していた養老溪谷中瀬遊歩道での見学を先に行うことにし、バスは養老溪谷に向けて南下した。移動に少し時間がかかるので、途中テキストを元に、房総半島の地質特に水溶性天然ガスの胚胎層である上総層群について、地質図や層序表などをみながら少し詳しく説明をした。また、水溶性天然ガスの貯留岩であるタービダイト砂岩についても説明を行った。1時間近くの移動の後に、第2の目的地である養老溪谷中瀬遊歩道（大多喜町葛藤）に到着した。このときは、小ぶりながら雨が降っていたので傘をさしながらの観察となった。ここでは蛇行する養老川に沿って伸びる中瀬遊歩道沿いを歩きながら、養老川沿いに露出する約100万年前の地層、水溶性天然ガスの重要な貯留層となっている上総層群中部の梅ヶ瀬層と大田代層を観察した。これらの地層は、タービダイトとよばれる砂岩層と非タービダイトの泥岩層が上下に交互に重なる砂岩泥岩互層から構成されている。タービダイトとは、浅海に形成された大量の砂が大きな地震などの折に液状化・流動化して大陸斜面の海底谷を下り、深海（堆積盆底）の平坦な海底にまで達して減速しながら大量の砂を海底に広く堆積させる混濁流（タービディティイー・カーレント）の堆積物である。地下では、このタービダイト砂岩層から抽出されるかん水（地層水）を揚水して、そこから天然ガスやヨウ素を分離し生産している。要するにタービダイトは、混濁流という流れの堆積物であるのに対して、泥岩は波のちからで沖合に運ばれた細粒物質が、ゆっくりした速度で直接深海に沈下し堆積する堆積物であり、上総層群中部の場合は、その堆積速度は泥岩層の厚さにして平均1年に1mmくらいである。

5. タービダイト互層から成る梅ヶ瀬層と大田代層の観察

当日は、東西に蛇行しながらも南北に伸びる中瀬遊歩道を北側から入ったが、そうするとまずタービダイト砂岩優勢互層から成る大きな崖が目に入ってくる（第5図）。これは梅ヶ瀬層最下部の地層である。見学者にとっては、どれがタービダイト砂岩でどれが泥岩であるかもわからないので、厚くのっぺりした灰色から褐色の地層がタービダイト砂岩で、その間にはさまれるうすくて縦に



第5図 養老溪谷中瀬遊歩道の梅ヶ瀬層（タービダイト砂岩優勢互層）の崖の全景。

割れ目の入った白い地層が泥岩であることをまず伝えた。その上で、砂岩層が混濁流という流れによって運ばれ堆積したタービダイト砂岩であることを示す証拠がないか皆さんに考えてもらった。そうすると砂岩層の基底で泥岩層が削られていたり、削られてできたと思われる泥岩のブロックが砂岩層の中にみられたり、また砂岩層の最上部に流れで形成されたと考えられる模様（葉理構造）が観察されるなどの現象が指摘された（第6図）。



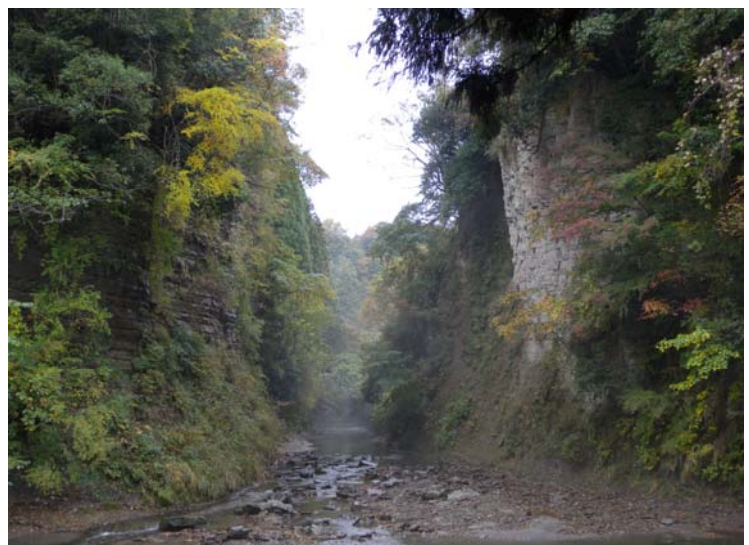
第6図 タービダイト砂岩優勢互層の拡大写真。

このあと、養老川をコンクリートの飛び石づくりに横断したのち川に沿って南下しながら、川向うの崖には泥岩優勢な互層が発達していること、地層がゆるく北方に傾いていることから、南側に分布するこの泥岩優勢互層は先ほどのタービダイト砂岩優勢互層の下位の地層であり、ここが大田代層の最上部の地層であることを、テキストに描かれた中瀬遊歩道のルートマップもみてもらいながら説明した。このあと蛇行河川に沿って、再び北方に向かって歩いたりまた南下したりしながら、途中 泥岩優勢互層中の薄いタービダイト砂岩層の特徴や泥岩そのものの特徴などを観察した（第7図）。特に薄いタービダイト砂岩層の場合には、流れの化石ともいえる堆積構造（葉理構造）が全体に発達していることを観察した。一方、泥岩層の断面は均質であるとともに、砂岩層との境界部もシャープで生物活動による擾乱構造が認められないことから、笠森層中の泥質堆積物とは特徴が異なることを確認した。



第7図 大田代層の泥岩優勢互層

このあと、弘文洞跡という看板のあるところまで行くと、西側から直行する形で合流する支流河川の両側に泥岩優勢互層から成る大きな崖が対岸に観察される（第8図）。ここでは、対岸の合流する河川の南北両側の崖のうち、北側（右側）の表面はいつも乾いているのに対して、南側（左側）の崖がいつも湿っている現象が観察されるがそれはなぜでしょうか、というクイズを出してみな



第8図 大田代層の泥岩優勢互層から成る弘文洞跡。

さんに考えてもらった。最初ユニークな解答案もあったが、そのうちに地層が北側に傾いているので、地層（タービダイト砂岩層）にしみ込んだ地表水（地下水）が北側に流れるためだという正解がかえってきました。中瀬遊歩道沿いでは、タービダイト砂岩泥岩互層のほかにスランプ堆積物も観察されるので、スランプ堆積物の特徴についても説明した。また、スランプ堆積物は正常層の間に部分的に発達すること、必ず正常層に覆われるのが基本的な特徴であることから、スランプに陥っても必ずもとの正常な状態にもどると考えるのが地質学者の常識であり、地質学的視点を有することの重要性と利点についても強調した。

6. 大多喜県民の森で昼食

中瀬遊歩道での観察時間は当初1時間ほどを予定していたが、質疑形式の説明を行うなど説明を丁寧に行ったこともあり、1時間半近くかかってしまい、バスにもどったときには午後1時を少し過ぎていた。このあとバスは東に向かい、大多喜町の市街地の西方にある大多喜県民の森に行き、そこで遅ればせながら昼食をとった。雨はほとんど降っていなかったことから、バスの外に出て広場で食う人も多かった。当初の予定では、このあと、大多喜町沢山林道沿いの梅ヶ瀬層を観察する予定であったが、全体にかなり時間が遅れていた上に、午後4時を過ぎると暗くなってしまうことから、見学にはまとまった時間が必要な沢山林道はスキップして、天然ガス自然湧出現場に向かうことになった。

7. みずさわかわさいかどぼし瑞沢川西門橋で天然ガスの自然湧出現象の観察

睦沢町の瑞沢川西門橋の天然ガス自然湧出現場には、午後2時15分頃に到着した。幸いこのときは雨も降っていなかったために、最初橋の上から川面のあちこちに泡が吹き出していることを確認したの



第9図 泥岩の岩盤の割れ目（節理）延長上に直線状に並ぶメタンガスの泡。



第10図 レーザー光線測定器によるメタンガス濃度測定の様子。

に、川辺りに降り、梅ヶ瀬層最上部の泥岩からなる岩盤の上から川面をぶくぶくと吹きだす天然ガス（メタンガス）の自然湧出現象を身近に観察した。泥岩の岩盤上にはいくつもの割れ目（節理）がみられ、その割れ目の延長上に直線的に泡が吹き出しているところも観察された（第9図）。こうした天然ガスの自然湧出現象を観察するのは初めての人が多く、みなさん一様に感激したようであった。関東天然瓦斯開発株から参加されたサポーターの人に、レーザー光線による天然ガスの濃度測定器の用意をお願いし

ていたので、その測定を試みてもらった（第 10 図）。最初川面の泡に向かって斜めに測定器を宛てたが反射波がもどってこないためにうまくいかず、今度は、足もとの岩盤上の割れ目に向かって測定したところ、針がいろんな数値を示すことが明らかになった。また、足もとの岩盤からは、メタンガスが活発に噴き出しているにもかかわらず人間の五感では全く感知できないことや、開放系のなかではメタンガスは空中に拡散していくために人間には無害であることも認識された。ここでは 15 分間ほど観察したのち、バスは次の見学地へと向かった。

8. 七井土プラント（水溶性天然ガス生産施設）の見学

当日の最終見学地となった関東天然瓦斯開発㈱七井土プラント（長生村七井土）には、午後 2 時 45 分頃に到着した。あいにくこのときには雨となり、傘をさしながらの見学となった。ここでは、天然ガスの生産施設の見学が目的であるが、まずは安全のためにヘルメットを装着してもらったのち、地下からかん水を引き出す生産井の周りでの井戸の構造やシステムの見学から始まった（第 11 図）。次に、かん水とメタンガスを分離するセパレーターと沈砂槽のまわりでの説明があったが、ここでは地表に上がり空気に触れたばかりのかん水を舌味し塩っぱいことを多くの参加者が体験した（第 12 図）。このあと、採取したメタンガスを需要家に送る施設や揚水したかん水の一部を地下にもどす還元井を観察したりした。各生産施設の説明は、関東天然瓦斯開発㈱からサポーターとして参加された中堅から若手の村井大助、村本良幸、河野憲二郎の各氏が交互に行ったが、それぞれの場面で活発な質問と応答がなされた。



第 11 図 水溶性天然ガス生産井の見学風景。



第 12 図 セパレーターと沈砂槽の見学風景。

9. 帰路のバスのなかで

七井土プラントでの見学は午後 3 時半ころに終了し、ここでこの日の見学予定を終了したので、このあとバスは JR 千葉駅に向け一路北上した。帰路のバスのなかでは、毎年恒例となっているが、参加者のみなさんに順に自己紹介とともにその日の感想などを述べてもらった。また、残った時間は配布したテキストを使いながら、重要と思われるところを中心に説明の補足を行うとともに、帰ってからの復習もお願いした。見学を早めに切り上げたこともあり、途中心配された渋滞もなく終点の千葉駅には 5 時頃に到着しここで解散した。

10. おわりに（謝辞）

最後に、本見学会実施にあたり、関東天然瓦斯開発㈱には週末にも関わらず施設の見学の許可とともにねじりガマやヘルメットの運搬のために別動車とスタッフの方々（サポーター）を出していただくなど、大変お世話になった。また、同社の岩本広志氏にはテキストの資料作成等でご協力いただいた。今回は、雨混じりにもかかわらず多くの方に参加していただくとともに、一部の方にはお忙しいなか感想文を書いていただいた。また、参加者の産総研の辻野 匠氏には、一部写真を提供していただいた。石油技術協会事務局の八子勇治氏と西 陽子氏には全般にわたり終始ご協力いただくとともに、協賛いただいた京葉天然ガス協議会の関係者の方々にもお世話になった。これらの方々にあらためてお礼を申し上げます。

（世話人・案内人：徳橋秀一[産総研]・国末彰司[関東天然瓦斯開発]）

参加者からの感想文

1. 特別見学会に参加して

信州大学理学部物質循環学科 3年 女性

今回の見学会は、研究室の先生と先輩に紹介していただき、研究室として参加しました。

笠森層では陸棚堆積物を、次に見学した養老川沿いではタービダイト層を観察し、陸付近の堆積物と深海の堆積物を続けて観察できたため違いが一目で分かりました。笠森層では生物痕、タービダイト層では巨大な偽礫や河床面まで露出しているスランプ構造など、学校に閉じこもっているだけではみる機会がない面白いものを観察できて楽しかったです。ねじり鎌を用いて地層を削っていると、何万年前の堆積物をこの手で触れている不思議な感覚と感動でいっぱいでした。

西門橋付近は天然ガスが自然に湧出しているとのことで、川の水面にガスの泡が出ていたり足元の岩盤におけるジョイントの延長線上部分からもガスの泡が急に出てきたりと驚きの連続で、最後にはガスのプラントをみることができました。

自分の目で観察し自分の手で地層に触れることができ、事前にバスの中で説明を受けていたため理解を深めながら観察することができて貴重な体験をしました。最後になりましたが、案内人の徳橋先生、国末先生をはじめとした関係者の皆様、ありがとうございました。おいしい体験、ご地層さまでした。

2. 先達はあらまほしきことなり

早稲田大学教育学部地球科学専修 4年 男性

今回の特別見学会には、地層の観察能力を向上させたいと思い、参加しました。当日は時折雨の降るあいにくの天気でしたが、徳橋先生はじめ案内人の方々丁寧に説明して下さり、自分の不勉強を実感するよい機会となりました。

見学内容は多様な堆積構造、火山灰鍵層、天然ガスの湧出現象、ガスの生産プラントなど盛り沢山でしたが、特に強く印象に残っているのは養老溪谷で観察した砂岩泥岩互層です。私が観察した経験のある白亜系の砂岩泥岩互層では、層理面にほぼ垂直な節理が特徴的な砂岩部が突出していることが一般的でした。しかし、今回観察した中瀬遊歩道沿いの更新統上総層群大田代層・梅ヶ瀬層の露頭では、層理面にほぼ垂直な節理が特徴的な泥岩部が突出し、固結度の低い砂岩部はへこんでおり、衝撃を受けました。硬い砂岩は突出し、相対的に軟らかい泥岩は侵食でへこむ、とばかり思いこんでいましたが、井の

中の蛙でありました。若い地層は固結度の違いでこうも見た目が異なるのか、と目から鱗の露頭観察でした。もし私が一人でこの地域を調査していたら、“普通の”砂岩泥岩互層だろうと思って通りすぎていたかもしれません。

最後になりましたが、悪天候にもかかわらず素晴らしい段取りでお世話して頂いた案内人・サポーターの皆さま、企画・運営にあられた石油技術協会の皆さま、ありがとうございました。次回もぜひ参加させて頂きたいと思っております。

3. 特別見学会に参加して

東邦大学理学部生命圏環境科学科 男性

私は新第三紀以降の堆積岩、特に泥岩・シルト岩といった細粒堆積岩の力学特性・水理特性に興味があり、それに関する研究を行っている者です。所属する大学が千葉県にあることもあり、上総層群の堆積岩を研究対象にしております。今回は、徳橋先生に解説していただきながらあらためて上総層群を見定めることでより深い知見を得ることを期待して本見学会に参加いたしました。

今回の見学会で特に興味深かったことのひとつは、河床からメタンガスが湧出しているサイトでの見学です。ご説明によるとこのサイトの近くには断層が走っており、それに関係するのかわ川付近の岩石には似たような方向の割れ目が密に発達しておりました。その割れ目沿いにメタンガスの湧出は観察されました。私の研究室には上総層群中の断層露頭周辺の割れ目分布について研究している学生がいるのですが、その研究の狙いのひとつは割れ目の分布から地下での断層周辺の流体の流れを評価しようというものです。本見学会のこのサイトでは、その流体移動の様子を直接見ることができ、とても興味深かったです。

また、本見学会に際して配布された資料が大変に充実していたのにはとても感銘を受けました。あいにくの天気のためスキップしたサイトがありましたが、この資料を元に自力で行ってみたいと思います。

最後になりましたが、徳橋先生をはじめ、本見学会を企画・運営していただきました案内人の方々、石油技術協会事務局の方々に厚く御礼申し上げます

4. 石油技術協会特別見学会に参加して（雑感）

JX 日鉱日石開発(株) CSR 推進部 男性

今回の特別見学会に参加にあたり、感じたこと等を思うまま以下に記します。

- ① 参加の動機：当方のバックグラウンドはボーリング屋(ドリリングエンジニア)なので、動力を使用せずに掘削する「上総掘り」には、元々非常に興味を持っていた。また実家が千葉の南房総市千倉町なので、関東天然瓦斯開発社および同ガス田についても、関心を持っていたため、本見学会に参加した。
- ② 見学会の内容：上総層にあるタービダイト貯留層露頭が、養老溪谷や笠森観音といった大多喜町周辺の観光の名所にあるため、家族同伴の観光目的で行った際に、子供にとっても地質の勉強も出来るので、その面でも非常に有意義であった。また、天然ガスが川で自然湧出している場所については、同所を観光地にしても良いのではないかと感じた。
- ③ スランプ堆積物は必ず正常層に覆われる→地質学では、終わりのないスランプはない→地質屋はスランプに陥っても必ず復活することを知っている：本3段論法より、地質のスランプと、英語で「不調」を意味するスランプは、語源が同じなのではと思いましたが、いかがでしょうか？本件、どなたかご

教授いただければ幸いです。

- ④ メタンハイドレード：梅ヶ瀬層中の変形構造が、メタンハイドレードに起因する可能性があると言われ、更に、2011年に南房総市で発見された新鉱物「千葉石」は、メタンハイドレードの起源の物証となる可能性があるとのこと、となると（いささか飛躍しているのを承知で言えば）房総沖海底にもメタンハイドレードが眠っているのではないだろうか。

(以上)