

タービダイトの話 -房総半島はタービダイトの一大宝庫です-

徳橋 秀 一¹⁾

はじめに

2004年9月18日(土)から同20日(月)にかけて、日本地質学会第111年総会・年会(千葉大会)が千葉大学をメイン会場に開催されたのを機に、同期間中に千葉県立中央博物館において、“地質情報展2004ちば”が開催されました。“地質情報展2004ちば”では、展示コーナーの一面に「タービダイトの話」というテーマのコーナーが設けられました。このテーマ名は、最近房総半島のタービダイトに関する話題を多く含む「タービダイトの話(地質ニュース復刻版)」(徳橋, 2002)が出版されたことから、それに由来したものです。

千葉県の中南部を占める房総半島は、地層の宝庫であり、とりわけタービダイトと呼ばれる地層が広く厚く分布しているために、野外で何気なく目にしていることも多く、またタービダイトに関する研究もたくさん行われています。房総半島はまさにタービダイトの一大宝庫であり、タービダイト研究のメッカであるといえます。この地層は、整然とした幾何学的な縞模様をもっていることから、海岸や河川沿いの自然の崖やできたての新しい人工の崖の場合、

見る人に芸術的ともいえる美しさ・感動を与える地層として親しみやすいのですが、一方で人間生活との関わりも深く、意外なところで人間生活に貢献している地層でもあるわけです。特にあとで述べますように、房総半島のある千葉県とは関係の深い地層であるといえます。

展示内容

「タービダイトの話」の展示コーナーは、地質情報展の入り口近くに位置したために、多くの人が立ち止まって見ておられたようです。このコーナーは、ガラス棚奥の壁に3枚、その前面に2枚の計5枚のポスターから構成されています(写真1, 第1~5図: <http://www.gsj.jp/Info/event/2004/johoten/preview/B004.html>)。これらのポスターの原稿(材料)を徳橋がつくった上で、地質調査情報センター地質情報整備室の川畑 晶氏により見やすいようにデザイン化していただきました。以下では、それぞれのポスターのタイトルごとにその内容について簡単に紹介したいと思います。

<房総だ! 地層だ!! タービダイトだ!!!>

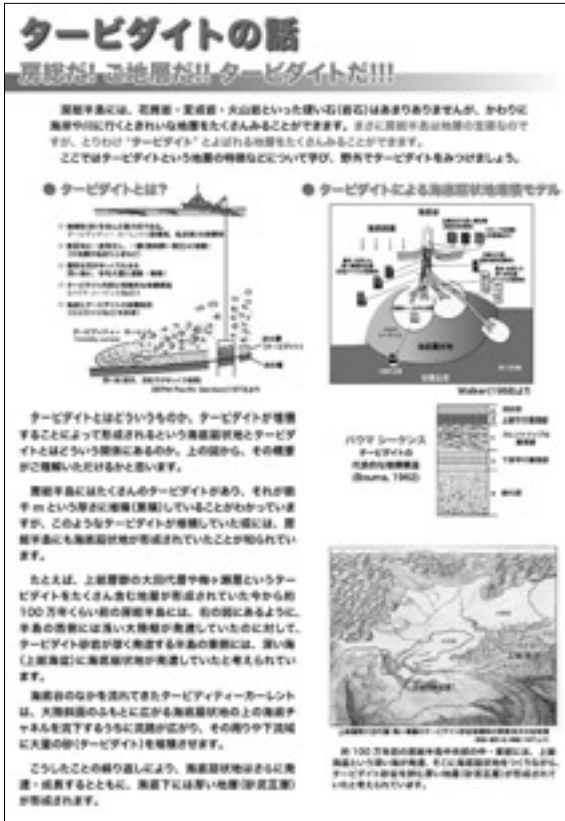
本ポスター(第1図)では、タービダイトとはどういうものなのか(タービダイトの定義)、どのような特徴を有しているのか(タービダイトの代表的な堆積構造)、どういったところで形成されるのか(タービダイトの代表的な形成環境・堆積環境)といったタービダイトに関する基礎的な説明をまず図と文章で行ったのち、房総半島にタービダイトが形成されていたころの形成環境・堆積環境を、約100万年前に形成された上総層群中部の^{おおただいそう}大田代層や^{うめがせそう}梅ヶ瀬層が形成された当時の房総半島とその周辺(関東地



写真1 タービダイトの話のコーナー。

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

キーワード: 地質情報展2004ちば, タービダイト, 房総半島, 千葉県



第1図 房総だ! ご地層だ!! タービダイトだ!!!

方)の古地理を例に説明を行いました。

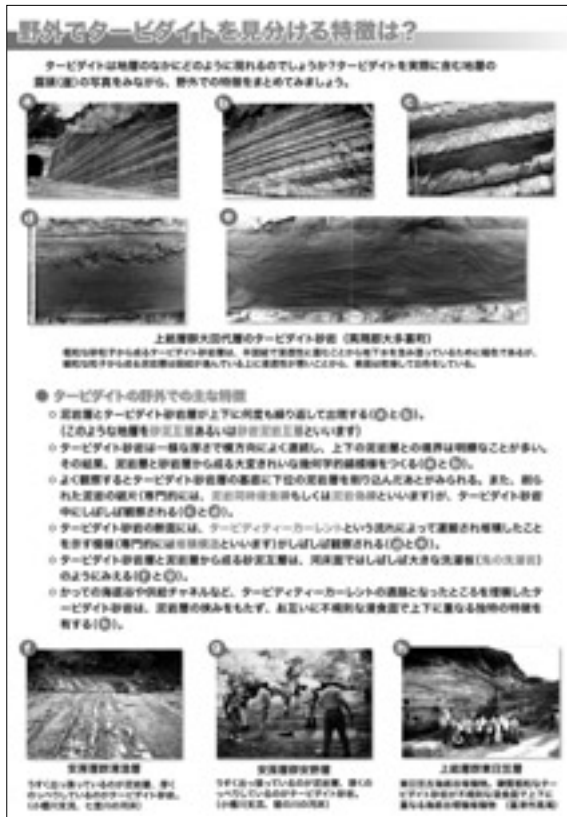
タービダイト (turbidite) とは、タービデティー・カーレント (turbidity current) という砂などの大量の土砂を含んだ海底下の流れによって運搬され沈積してできた堆積物という意味です。タービデティー・カーレントは、日本語では混濁流とか乱泥流と訳され呼ばれることが多いのですが、タービダイトのほうはそのままタービダイトと呼ばれることが一般的です。タービデティー・カーレントは、通常は陸域に近い浅い沿岸域やデルタなどの浅い海に堆積した砂などの土砂が、大地震などによる強い振動によって流動化したときに発生するとされ、その流れは大陸斜面を切る海底谷を流下し、地形が平坦で勾配がゆるい海盆底に到達すると流速の減衰にとともに、運搬してきた土砂粒子を広い範囲に堆積すると考えられています。

海盆底にまで到達するようなタービデティー・カーレントは、多くの場合、数百年に一度くらい発生するという比較的稀な現象ですが、数十万年、数

百万年といった地質学的時間スケールでみた場合には、何百回・何千回と頻繁に起きており、その結果、大陸斜面にはタービデティー・カーレントによって形成された海底谷という侵食地形が、海盆底にはタービデティー・カーレントの堆積物 (タービダイト) によって形成された海底扇状地という堆積地形が発達することが知られています。こうした海底谷や海底扇状地は現在の世界の海底でもその存在がたくさん知られており、タービデティー・カーレントが現在の海底でも活発に起きていることがわかります。実際には、音響測深機が導入された1930年代から1940年代にかけて世界の海底地形の研究と実態把握が急速に進んだ結果、こうした地形の存在が広く明らかになり、それらの形成機構を考えるためにタービデティー・カーレントという流れの存在が提案されるにいたったといえます。それが後になって地層中にも頻繁にあることが確かめられ、タービダイトということばが生まれてきたのです(徳橋, 2002のタービダイトの話2参照)。まさに現在が過去を解く鍵になったといえます。

約100万年前の房総半島の中・東部域では、上総層群中部の大田代層というタービダイトを主体とする地層が形成されていましたが、この当時は、房総半島の西部には大陸棚や大陸斜面が、中・東部域には上総海盆という深い海域が発達しており、大陸斜面域には海底谷が、堆積盆底には海底扇状地が形成されていたと考えられています。

海底扇状地が形成されている海盆底では、通常は波浪の作用などによって運ばれてくるシルトや粘土といった細粒の粒子のみが沈積しているので、広く泥の層で覆われているのですが、数百年に一度くらいの割合でタービデティー・カーレントが流入してきて広い範囲に砂の層を堆積させます。こうしたことが長い地質時代の中に何百回・何千回と繰り返されるので、海底扇状地を形成する地層は、砂層と泥層が上下に何度も繰り返す砂泥互層 (もしくは砂岩泥岩互層) という地層で特徴づけられることとなります。砂泥互層でも、砂層の割合が高いものを砂勝砂泥互層 (もしくは、砂岩優勢砂岩泥岩互層)、泥層の割合が高いものを泥勝砂泥互層 (もしくは、泥岩優勢砂岩泥岩互層)、砂層と泥層の割合がほぼ同じものを等量砂泥互層 (もしくは、等量砂岩泥岩互層) といいます。

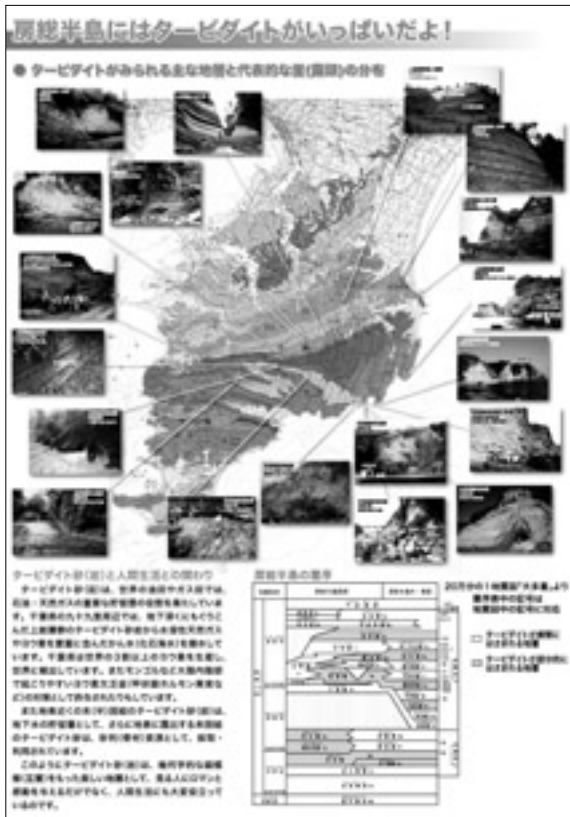


第2図 野外でタービダイトを見分ける特徴は？

<野外でタービダイトを見分ける特徴は？>

本ポスター(第2図)では、野外で実際にタービダイトを見分けることができるように、房総半島の道路沿いの崖や河川、海岸などでみられる地層の写真を用いて、主に野外での特徴をまとめました。タービダイトを含む地層の代表的な特徴をまとめると次のようになります。

- 1) 泥岩とタービダイト(砂岩)が、層状に上下に何度も繰り返して出現する。
- 2) タービダイトは、一様な厚さで横方向によく連続し、上下の泥岩との境界は明瞭なことが多い。その結果、泥岩と砂岩から成る大変きれいな幾何学的な縞模様(互層)をつくることが多い。
- 3) よく観察するとタービダイトの基底に下位の泥岩を削り込んだあとがみられる。また、削られた泥岩の破片(専門的には、泥岩同時浸食礫もしくは泥岩偽礫という)がタービダイト中にしばしば観察される。
- 4) タービダイトの断面には、タービデティー・カーレ



第3図 房総半島にはタービダイトがいっぱいだよ!

ントという流れによって運搬され堆積したことを示す模様(流れの化石ともいえるが、専門的には堆積構造という)がしばしば観察される。

- 5) タービダイトと泥岩から成る砂泥互層は、河床面ではしばしば大きな洗濯板(鬼の洗濯岩)のようにみえる。
- 6) かつての海底谷や海底扇状地上の供給チャネルなど、タービデティー・カーレントの通路となったところを埋積したタービダイトは、間に泥岩を挟まず、お互いに不規則な浸食面で上下に重なり、礫や大きな泥岩偽礫を豊富に含む粗粒な砂岩からできていて、砂泥互層の特徴を有していない。

<房総半島にはタービダイトがいっぱいだよ!>

本ポスター(第3図)では、房総半島全体の地質図を中心にして、タービダイトが観察される崖(露頭)がどういったところにあるのか、タービダイトを観察できる代表的な崖の写真を示すとともに、その位置を房総半島の地質図の上に示しました。また、ど

ういった地層にタービダイトが挟まれているのかを右下の層序図に示しました。これらの図から、房総半島中・南部のいたるところでタービダイトを観察できることがわかっていただけるかと思います。まさに房総半島はタービダイトの一大宝庫なのです。

またこのポスターの左下では、タービダイトと人間生活との関連についても簡単に説明しています。実はタービダイトは、人間生活にも大きな貢献をしているのです。たとえば、九十九里周辺は、日本最大の水溶性天然ガス田となっていますが、この水溶性ガスは、地下数百mから千数百m前後の深部に分布する上総層群のタービダイトの砂粒の間を充填しているかん水(地層水；化石海水)を深井戸(生産井)を通して地表に取り出すことによって得られるものなのです。かん水から分離して得られた天然ガスは、メタン濃度が99%前後と大変純度が高く硫黄分などの有害物質をほとんど含まないために、その多くが都市ガスとして利用されています。

ところで、上総層群のタービダイトから揚水されたかん水中には、ヨウ素も豊富に溶解しているために、天然ガスを採取したあとのかん水はヨウ素工場に送られ、そこでヨウ素が濃集されます。房総半島のかん水から生産されるヨウ素は世界の3分の1前後の生産量を占め、ほとんどが原材料として世界に輸出されています。このように千葉県の高貴な地場産業ともいえる九十九里周辺の水溶性天然ガス・ヨウ素産業は、タービダイトという貯留層の存在によって支えられているといってもいいでしょう(本号の金子(2005)参照)。実は、世界の油ガス田の油ガスの貯留層のかなりの部分はタービダイトから構成されているといっても過言ではありません。世界の油ガス田の探鉱フロンティアが大水深域に向かうにつれ、深海域で形成されるタービダイトの貯留層としての重要性はますます増大しているといわれています。一方、房総半島の地表近くのタービダイトは地下水の貯留層として利用されていますし、地表に露出する未固結の厚いタービダイトは、コンクリート骨材資源など(いわゆる山砂利)としても利用されています。このようにタービダイトは、千葉県においてもまた世界においても人間生活との関わりには深いものがあるといえますが、特に千葉県において関係が深いといえるでしょう。



第4図 タービダイトにも型(“個性”)がある!

<タービダイトにも型(“個性”)がある!>

房総半島にはたくさんの地層にタービダイトが含まれており、いずれも砂泥互層(砂岩泥岩互層)という整然とした縞模様(互層)をつくって出現しているという共通した特徴があるのですが、よく見ると地層によってそうした砂泥互層にも特徴の違いがあることがあります(第4図)。人間にも個性や血液型があるように、タービダイトにも型(タイプ)があるといえます。そこでもっともその特徴がよく現れている地層名の頭文字をとって、そうした型を表した場合、これまでにO型、A型、K型の少なくとも3つの型が房総半島のタービダイトには知られています。それぞれの特徴を簡単に記すと次のようになります。

O型：^{おただいそう}上総層群の^{おただいそう}大田代層に典型的にみられるタイプで、砂泥互層を構成する砂岩はタービダイト、泥岩は半遠洋性泥岩(非タービダイト)であり、タービダイト起源の泥岩はほとんどみられない。タービダイト砂岩の基底とともに上限の境界も明瞭である。上下に重なる個々の砂泥互層の厚さを測って柱状図をつくるのは大変容易である。

A型：^{あんのそう}安房層群(もしくは三浦層群)の^{あんのそう}安野層の砂泥互層に典型的にみられるタイプで、砂岩はタービダイトであるが、その上位の泥岩の下部には通常タービダイトダストと呼んでいるタービダイト



第5図 タービダイトにふれてみよう!

起源の砂質シルト岩もしくはシルト質極細粒砂岩がしばしば発達する。このタービダイトダストは、直下のタービダイト(砂岩)の最上部および直上の半遠洋性泥岩(シルト岩)の中間的な粒度組成を有していることから、その上下の境界は不明瞭で、柱状図を作成するときに大変難儀するタイプである。

K型: 安房層群(もしくは三浦層群)の清澄層^{きよすみそう}の砂泥互層に典型的にみられるタイプで、砂岩はタービダイトであるが、その直上の泥岩の下部には、しばしばタービダイト泥岩が発達する。このタービダイト泥岩は淘汰がよく、かつ上方に細粒化する均質な泥岩ないし粘土岩から構成されるために、下位のタービダイト砂岩との境界のみならず、その上位に発達する淘汰のよくないシルト岩からなる半遠洋性泥岩との境界も明瞭である。

本ポスターでは、上段にこれら3つの型の特徴を概念図で示し、中断では実際の露頭の写真で示しました。また下段では、このうち特にO型とK型が形成されるメカニズム、その成因について、一つの考え方を示しましたが、その説明はここでは省略します。関心のある方は、先の「タービダイトの話(地質ニュース復刻版)」中のタービダイトの話1をご参照いただきたい。

<タービダイトにふれてみよう!>

本ポスター(第5図)では、房総半島においてタービダイトを身近に観察できる代表的な散策ルートを2ヶ所あげてあります。

勝浦海中公園編:一つは、勝浦海中公園編ということで、東海岸の勝浦市南部の勝浦海中公園周辺です。JR外房線の鶴原駅から歩いて15分くらいのところにあります。海中公園のある入り江周辺では、安房層群清澄層中部の地層がみられます。ここでは、泥岩層中に挟在するHkタフ(Ky21)という厚さ1m余りのゴマシオ状凝灰岩を始めとする多くの凝灰岩(タフ)とともに、薄いタービダイト砂岩が挟まれているのが観察されます。このあたりのタービダイト砂岩はいずれも薄いために、全体としては泥勝砂泥互層となっています。一方、東隣の吉尾漁港のある入り江から東のボラの鼻に伸びた細長い崖では、Ky26, Ky27といった凝灰岩鍵層を挟在する清澄層上部の地層が分布しています。ここでは、1枚1枚のタービダイト砂岩が厚いために、全体として砂勝砂泥互層となっています。また、ほとんどのタービダイト砂岩の直上には、K型のタービダイトに特徴的なタービダイト起源の細粒な泥岩、タービダイト泥岩の発達がよく観察されます。比較的厚いタービダイト砂岩中には、タービデティール・カーレントが流れているときに海底面をつくって

いた泥層(泥岩)を削って流れのなかに取込んでできた泥岩同時浸食礫(もしくは泥岩偽礫)が塊状の砂岩中に散っていたり、その上位に軽石粒や炭化植物片が配列して形成されている葉理構造が観察されます。一方、薄いタービダイト砂岩の場合には、塊状の砂岩はなく、軽石粒や炭化植物片から成る葉理構造のみが観察されます。このボラの鼻周辺は、上位の上総層群基底の黒滝不整合が清澄層上部を削って分布していることが観察できる崖(露頭)としても有名なところですが、ただ吉尾漁港の入り江から突端のボラの鼻周辺にまで行き、また戻って来られるのは、潮がかなり引いているときだけです。潮の干満の時間や大きさ、そして足回り(滑らない長靴)の準備など、事前に十分に調査・準備していく必要があります。また、子供さんの場合は、必ずしかるべき大人の人が同伴することが必要ですし、大人の場合も一人で行くことは避けたほうがいいでしょう。

養老溪谷編：もう一方のルートは、房総半島中央部に位置する養老溪谷温泉郷のすぐ横を流れる養老川沿いの散策ルートです。JR内房線五井駅始発の小湊鉄道の養老溪谷駅で降りて、県道81号線沿いを南方に30分ほど歩くとこの温泉郷に到着します。このルートは、夷隅郡大多喜町葛藤町のバンガロー村入口と書いてある看板のところで右折し、前方にある向山トンネルを越えたところにある養老川の橋の横の散策ルートから始まります。まずは上流方向に、弘文洞跡の方に向かって歩きます。この散策ルートでは、途中養老川をコンクリートでできた飛び石をつたって3回横断し、最後は観音橋の手前で終わります。この散策ルートでは、上総層群の大田代層上部から梅ヶ瀬層最下部が観察されます。ここでは、地層の伸びの方向(走向)は東北東-西南西で傾きは北方に10度余りですので、北方に歩いていくときはより上位の地層を、南方に歩くときはより下位の地層を見ていくこととなります。この散策ルートでは、大田代層中には、厚いタービダイト砂岩が主体の砂勝砂泥互層、薄いタービダイト砂岩が主体である泥勝砂泥互層、スランプ堆積

物などを観察できます。一方、散策ルートの北の端の崖にちょっとかするように出現する梅ヶ瀬層は、厚いタービダイト砂岩が主体の砂勝砂泥互層から構成されています。タービダイト砂岩の特徴は、勝浦海中公園で見たタービダイト砂岩のそれと基本的には変わりませんが、ここではタービダイト砂岩直上にタービダイト泥岩は観察されず、砂岩はタービダイト砂岩、泥岩は半遠洋性泥岩(非タービダイト泥岩)というO型のタービダイトが観察されます。

おわりに

千葉県立中央博物館で開催された今回の“地質情報展2004ちば”に参加され、この「タービダイトの話」のコーナーに寄られた方とお話する機会がありましたが、房総方面から来られた方の多くは、写真に示されたような地層の縞模様(砂泥互層)を見たことがあるということでした。しかしながら、タービダイトということばも、またタービダイトの存在によってこのような砂泥互層が形成されたということもご存知の方はほとんどおられませんでした。今後このような地層を見られたときは、「おっ、これが例のタービダイトだな」とか、「ここのタービダイトは粒が粗くて厚いな」とか、「タービダイトだけではなく、カラフルな火山灰層もあるな」とかいいながら直接さわっていただいたり、周りの人に説明していただければ、著者としては望外の喜びであります。最後に、事務局を始めとする“地質情報展2004ちば”の関係者の方には、展示・その他で大変お世話になりました。厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 金子信行(2005)：千葉県の天然ガス・ヨウ素資源、地質ニュース、no.605, 33-35。
徳橋秀一(2002)：タービダイトの話(地質ニュース復刻版)、実業公報社。

TOKUHASHI Shuichi (2005) : Turbidite in Boso Peninsula, Chiba Prefecture.

<受付：2004年10月21日>