

GSJ 地質ニュース

GSJ CHISHITSU NEWS

— 地球をよく知り、地球と共生する —

2016

10

Vol.5 No.10



10月号

299-310

新刊5万分の1地質図幅「茂原」のススメ：
茂原エリアに認められる9つの地形学的
地質学的見どころのご案内

七山 太・中島 礼・中里裕臣・大井信三

311-319

東西日本の地質学的境界
【第四話】関東平野下の地帯配列 高橋雅紀

320-327

コアスケールコア解析基礎コース：その概要と沿革
池原 研・池原 実・村山雅史・
歴代講師・世話人・チューター・サポーター一同

328 新刊紹介「相模湾 深海の八景」

330 新刊紹介「北海道自然探検 ジオサイト107の旅」

ニュースレター

332 宮城県多賀城高等学校災害科学科の学生が地質標
本館を見学

334 受賞・表彰「地質図 Navi が『日本地質学会表彰』
を受賞」

Cover Page



Aerial view of snow-covered Hoei crater of Fuji volcano.
(Photograph and caption by Futoshi NANAYAMA)

航空機から見た冠雪した宝永火口

宝永大噴火は歴史時代の富士火山の噴火の一つであり、1707年(宝永四年)12月16日に発生し、2週間継続したとされる。それ以降現在まで、富士火山は全く噴火していない。プリニー式噴火により、当時の噴煙の高さは上空20kmにまで達したと推定されている。この際、江戸の街にも火山灰が降り積もったことが知られている。噴火によって生じた宝永火口は富士火山の東南斜面に位置し、その際3つの火口が形成されたとされる。ただし遠地から見ると最も規模の大きい第一火口のみが目立つ。

(写真・文：七山 太 / 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門)

新刊 5 万分の 1 地質図幅「茂原」のススメ： 茂原エリアに認められる 9 つの地形学的地質学的見どころのご案内

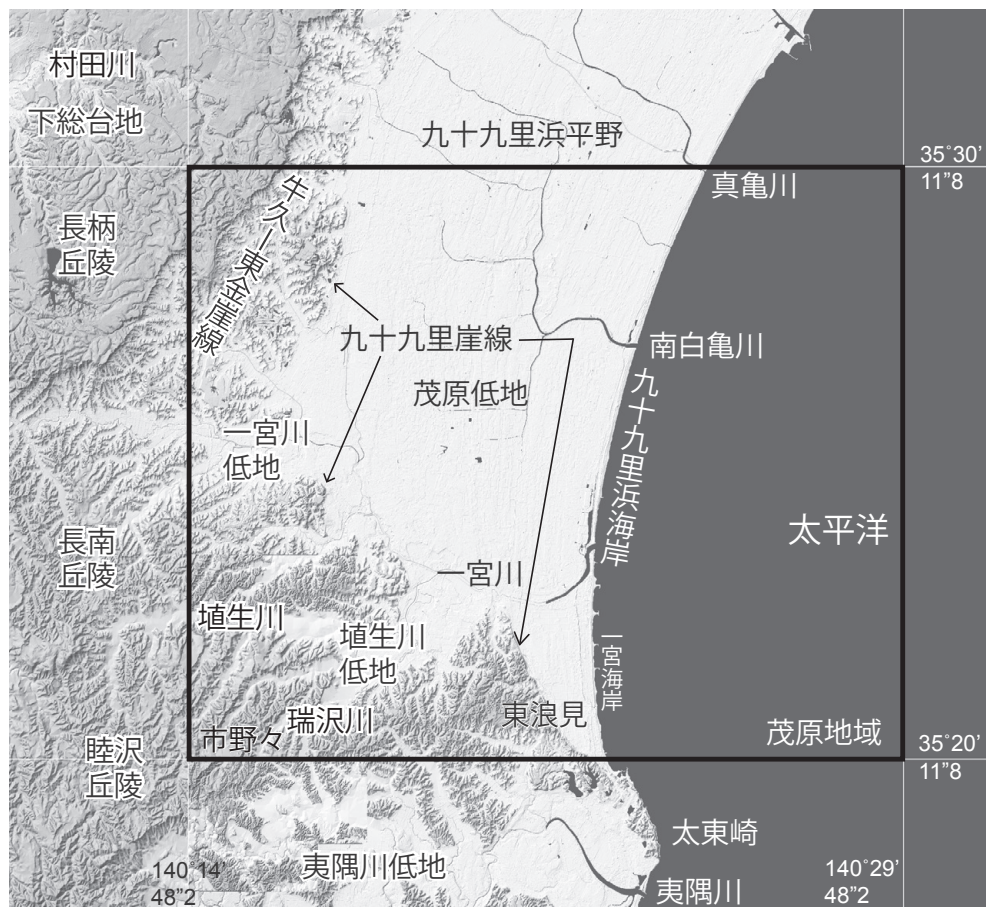
七山 太¹⁾・中島 礼¹⁾・中里裕臣^{2),3)}・大井信三³⁾

1. はじめに

茂原エリアは房総半島中東部に位置します。その東縁は九十九里浜海岸を介し太平洋に直接面しています(第1図)。茂原エリアの全域は千葉県に属し、茂原市、千葉市、市原市、大網白里市、いすみ市、ちようせい ちようなん長生郡長南町、ながら長柄町、白子町、睦沢町、一宮町、長生村の各自治体が所轄しています。5 万分の 1 地質図幅「茂原」は、首都圏丘陵地域

の陸域地質図幅プロジェクトとして、平成 22～26 年度に現地踏査、室内研究及び文献調査に基づいて作成され、平成 28 年(2016 年)3 月に刊行されました(七山ほか, 2016)。

茂原エリアに分布する地層は全て第四系です。地質図のとりまとめに当たっては、限られた露出状況であっても特徴的な地層及びテフラ鍵層を記載するとともに、これらを全域的に追跡することによって、各地層相互の関係を明ら



第 1 図 茂原エリアの地形陰影図に示した地形と地名。七山ほか(2016)を加工して転載した。

1) 産総研 地質情報研究部門

2) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

3) 産総研 地質情報研究部門(客員研究員)

キーワード：茂原エリア、5 万分の 1 地質図幅、九十九里浜低地、上総層群、下総層群、茂原ガス田、天然ガス、沖積層、海岸侵食、さざれ石、1703 年元禄地震

かにするよう努めました(第2図)。また、地層の傾斜が0~5°と極めて緩いことから、直接クリノメータを使って露頭から正確に走向・傾斜を測ることは出来ないので、これら各地層及びテフラ鍵層の走向線図を描いて、全体の地質構造を明らかにするようにしました。この地域に分布する上総層群は茂原ガス田を胚胎することから多数の研究報告が既にあり、そのため報告書には、地質データベースとして活用できるように、研究成果をレビューし、引用文献を網羅しました。

残念ながら、現在の^{しもうき}上総層群や下総層群の分布する丘陵や台地・段丘地域の露出状況は極めて不良であり、1/25,000のスケールでルートマップを作成することすら困難な状況となっています。ところが幸運なことに、2007~2013年の間、^{とうがね}東金JCT~木更津東IC間の圏央道及び関連工事等によって、上総層群長南層から^{こんごうち}金剛地層にかけての大規模な人工露頭が茂原エリアに一時的に出現しました。そこで、地質図作成に関しては、既存の1.5万分の1日本油田・ガス田図10「茂原」(石和田ほか、

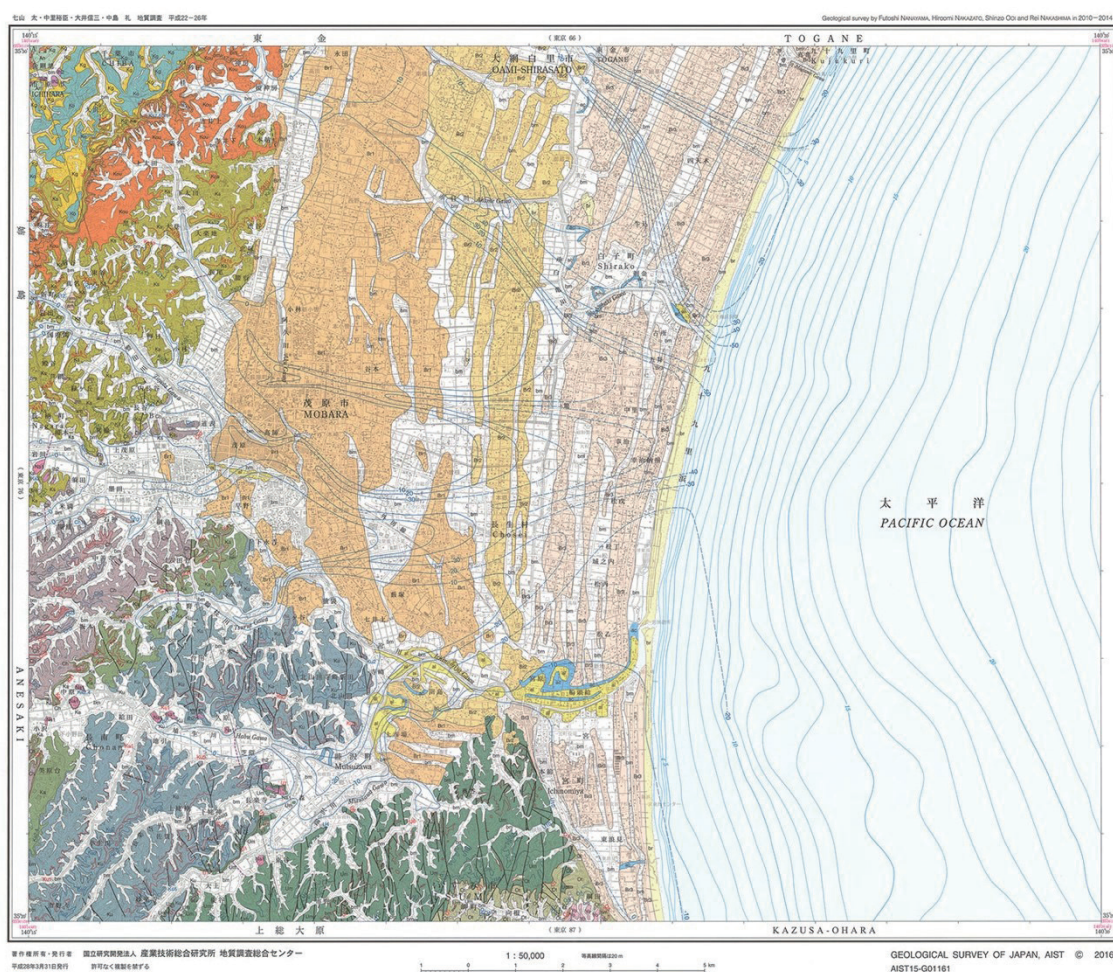
1971)、隣接する5万分の1地質図幅「姉崎」地域(徳橋・遠藤, 1984)及びこれらの作成当時の資料を最大限利用しつつ、圏央道工事等で得られた新たな現地情報を加味し、より完成度の高く、地質データベースとして活用しやすい図幅の作成を目指しました。

2. 9つの地形学的・地質学的見どころ

以下に、この茂原エリア内の9つの地形学的・地質学的見どころについて、GSJ地質ニュースの読者の皆様に分かりやすくご紹介したいと思います。

見どころ①：房総半島を大きく傾動させる地殻変動

房総半島の地殻変動を評価する場合、国土地理院が示している「各験潮場の上下変動」が参考となります。国土地理院(2015)によれば、1984年以来銚子漁港では2.40 mm/年の速度で地盤沈降が継続しています。勝浦では1967年以来、2.51 mm/年の速度で沈降し続けています。



第2図 茂原エリアの地質図。赤線と青線はテフラの露頭線である。九十九里低地の地下には、最終氷期に形成された谷地形が埋没している。七山ほか(2016)を転載した。

この間に位置する茂原エリアも、現在 2.5 mm/年の速度で沈降傾向にあると見るのが妥当でしょう。しかし、変動地形学的に見て、茂原エリアは明らかに地震性隆起地域であり、現在の沈降傾向はインターサイスミックな変動と理解されます。

九十九里浜平野には、数十列もの離水浜堤群が発達します。これらは 1,800 年前頃以降、平均して 90 年に 1 列の割合で形成されていますが、史料等に地震時の隆起によって浜堤が離水した記述は知られていません。その一方で、増田ほか (2001a, b) は、浜堤列を横断する方向での前浜堆積物の高度分布が階段状に急変することから、間欠的な地震性隆起の可能性を示唆しています。

ここで丘陵地に分布する上総層群や下総層群の北西に傾斜した隆起運動を地震性地殻変動によるものと仮定した場合、震源断層は九十九里浜沖に求められることになります。既に茂原エリアの沖合には鹿島房総隆起帯と呼ばれる隆起帯の存在が提唱されています (貝塚, 1974)。房総半島の完新世における北西への傾動運動は、上総層群や下総層群の傾斜方向に調和的であり、少なくとも前期更新世以降、一定の傾向の運動が現在まで働いているように見えます。

見どころ②：速い隆起速度によって生じた段丘地形

この地域の地形は、大きく丘陵、台地・段丘及び低地、海岸に区分されます。丘陵は本図幅の西域を占め、上総丘陵の北東部にあたります。台地は、図幅の北西端部に下総台地の南東端が位置しています。両者の間は太平洋に注ぐ一宮川水系と東京湾に注ぐ村田川水系の分水界となっています。この分水界は牛久-東金崖線と呼ばれる急崖をなし、北東-南西の走向を持って連続しています (第 1 図)。茂原エリアの地形は、速い隆起速度によって規定されて発達しています。

茂原エリア内に分布する台地・段丘は上位から木下面、姉崎面、市原 II 面、吉附面、南総 I 面に区分されています (徳橋・遠藤, 1984; 桑原ほか, 1999; 第 3 図)。このうち木下面と吉附面が海成段丘と考えられています。

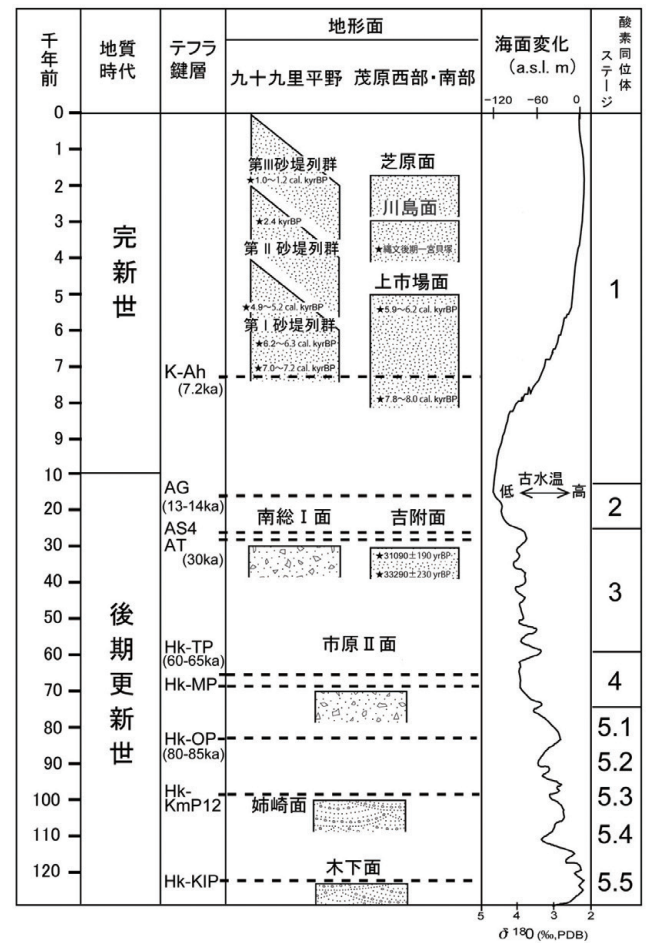
木下面是図幅北西端に分布します。下総上位面 (杉原, 1970) ととも呼ばれる最も上位の海成面であり、金剛地から姉崎地域の権現森付近にかけて分布し、下総台地の面積の大部分を占めています。下総層群木下層を段丘構成層としてその上位に下末吉ローム層と新期関東ローム層を載せることから、その形成年代は最終間氷期最盛期の約 12.5 万年前 (MIS (酸素同位体ステージ) 5.5) と考えられています (第 3 図)。ここでは下総層群の上に、新期関東ローム層が載っています。また、木下層の砂層とローム層の間に

常総粘土と呼ばれる白い粘土層が存在している場合もあります。この台地面は、台地の南端部で約 130 m と最も高くなっています。台地の勾配はおおむね南南東から北西に傾き、下総台地の中で最も急傾斜を示す地域であることが知られています。

吉附面は、図幅南東端の夷隅川下流域の標高 15 ~ 25 m に小規模な段丘面を構成しています (桑原ほか, 1999)。段丘堆積物は立川ローム層に覆われる汽水域の堆積物とされ、その中に AT 起源の火山ガラスが記載されています。ゆえに吉附面は、3 万年前の MIS3 海進期に生じた小規模な海成段丘と推定されます (桑原ほか, 1999)。一般的には MIS3 は他の高海面期に比べて海面が相対的に低いため、一般に海成段丘の分布は知られていないことから、茂原エリアの隆起速度が如何に大きかったかが分かります。

見どころ③：茂原低地の地下に潜伏する縄文海進時の堆積物と茂原貝層

一方、図幅内の低地は、一宮川、^{はぶ} 増生川によって作られ



第 3 図 テフラ層序に基づく段丘地形編年図。七山ほか (2016) を転載した。

た一宮川低地、埴生川低地と九十九里浜平野の南部である茂原低地に区分されます(第1図)。台地や丘陵を刻む谷沿いの低地の多くは大きな隆起速度によって段丘化しており、明瞭な完新世段丘が発達します。九十九里浜平野は、約5,000～6,000年前の後氷期海進からの地殻変動に規制された段階的な海面低下によって形成されてきた海岸平野であり、東西幅7～10 km程度の広がりを持ちます。特に東浪見-一宮間の上総台地と九十九里浜平野の間には比高30～50 mの明瞭な海蝕崖が連続して存在し、九十九里崖線の南端部とされています(第1図)。

茂原低地は、九十九里浜平野の南端部に位置し、砂丘、浜堤、浜堤間低地、後背低地などで構成されます。低地面上には南北に延びる浜堤が幅5 kmにわたり並走し、浜堤列平野を構成します。この浜堤は第Ⅰ～第Ⅲ浜堤群に分けられています(森脇, 1979)。第Ⅰ浜堤群からは縄文前～中期の土器片が発見されており(第3図)、約6,000～4,000年前に形成されたと考えられています。第Ⅱ浜堤群からは縄文後期の土器が発見されていて、4,000～2,000年前に形成されたと考えられています。標高は5～6 mであり、3 m以下の第Ⅲ浜堤群とは明瞭に区分されます。最も海岸寄りの第Ⅲ浜堤群は南北に連続して3～4 kmの幅を持った1,500年前以降に生じた新しい浜堤であり、現海浜には近世以降に形成された新期砂丘が広域に分布

します。

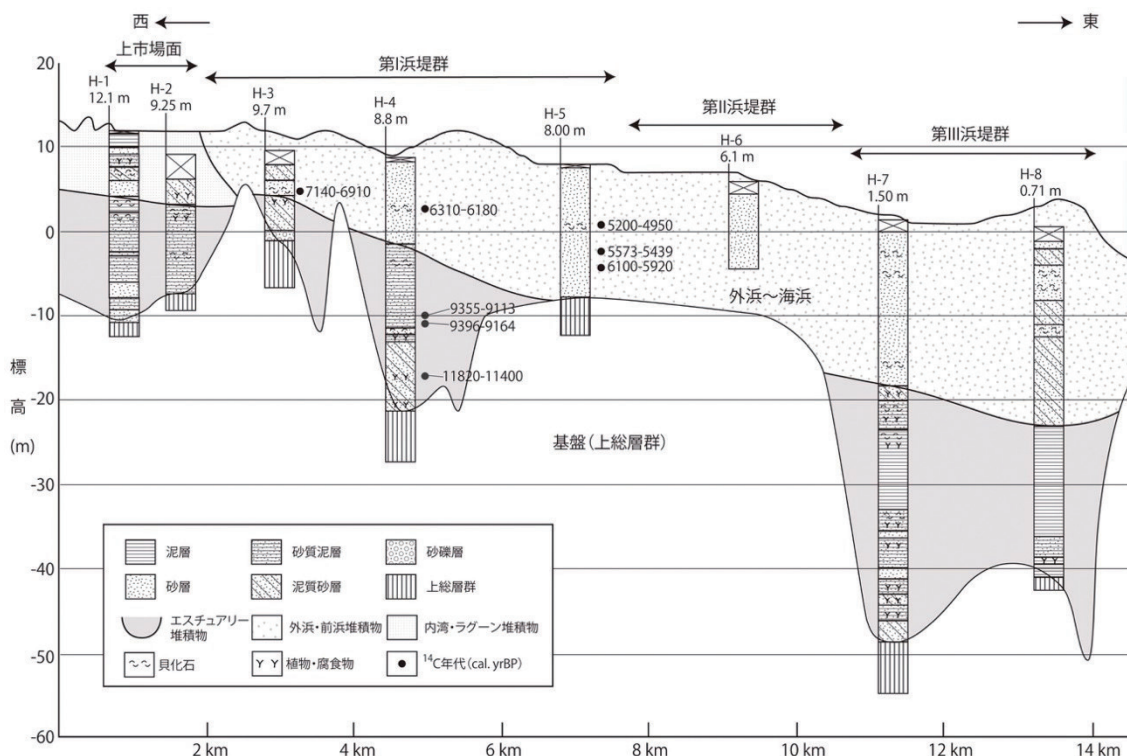
茂原低地の地下には、沖積層が広く伏在しています(第4図)。内陸部は10～20 m程度の層厚、沿岸部は20～30 mの層厚を示し、深いところでは50 mに達しています。ボーリングデータに基づく基底面等高線によれば、現在の一宮川河口と南白亀川河口の間に丘陵部から下刻された谷地形が集中することから、南北約5 kmの幅を持つ広い谷地形の伏在が推定されます(第2図)。

茂原低地地下における沖積層の主な層相は下位より、エスチュアリー相の泥質層、外浜・海浜相の細粒砂層からなります。エスチュアリー相は約12,000～9,000年前の縄文海進初期にあたり、外浜・海浜及び内湾・ラグーン相は約7,000～5,000年前の縄文海進最盛期にあたります。

一方、この地域の低地表層部や河床に茂原貝層と呼ばれる貝殻密集層が存在することは、地元ではよく知られていました(第5図)。今回の検討により、約80種の巻貝や二枚貝が記載され、約8,000～7,000年前の年代幅を示すことがわかり、必ずしも同一層準から産出するわけではないことが判明しました。

見どころ④：更新世テフラデーターベースとしての上総層群の重要性

茂原エリアには、地層として、下部～中部更新統の上総



第4図 茂原低地の東西断面におけるボーリング柱状図。七山ほか(2016)を転載した。



第 5 図 茂原低地の沖積層中の貝化石群集(茂原市猿袋)。地元では茂原貝層と呼ばれていた。古川孝衛氏が撮影。

層群中～上部，中～上部更新統の下総層群，上部更新統の新时期段丘堆積物と新时期関東ローム層(武蔵野および立川ローム層)，完新統の沖積層及び段丘堆積物が分布します(第 6 図)。このうち，上総層群は，大田代層最上部(O5 層準)より上位が，すべて整合関係で露出します(第 7 図)。地層は北東-南西方向の一般走向を持ち，北西方向に 0～5°と緩く傾斜し，北西に向かって地層が順に新しくなっています。

大田代層は，砂勝ちと泥勝ちの砂泥互層が交互に積み重なり，層厚は 95 m 以上に達します。一部にスランプ堆積物層を挟みます。茂原エリアにおいては，O5 よりも上位のテフラ鍵層が，南東部の一宮町東浪見-いすみ市市野々に露出します。

梅ヶ瀬層は，砂勝ちの砂泥互層を主体とし，層厚は 310 m です。数 m の厚さの細粒～中粒砂層と砂勝ちから等量の砂泥互層との複互層をなしています。砂泥互層は厚さ数 10 cm～1 m 程度の細粒砂～中粒砂層と厚さ数 cm～1 m 程度の泥岩層とからなり，東方ほど厚い砂層は薄層化していき，砂泥互層は等量からやや泥勝ちとなります。U1～U11 のテフラ鍵層が挟在されます。

国本層は，岩相上，最下部の塊状砂質泥岩層，下部の厚い砂層を挟む砂勝ち互層，中部の塊状砂質泥岩層，上部の砂勝ち互層に区分でき(三梨ほか，1959)，層厚は 220 m に達します。我々の調査の結果，中～下部更新統の境界(町田ほか，1980)とされるブリュンヌ/松山磁極期境界を指示する Byk-E テフラ(約 77 万年前；Suganuma et al., 2015)は，国本層中部の Ku2.3 テフラとして茂原エリアの丘陵部全域に追跡できることがわかりました(第 6，

7 図)。そのほかの国本層の主なテフラ鍵層としては Ku1～Ku6 が観察されます。

柿ノ木台層は，主に塊状の砂質泥岩から構成されます。これに厚さ数 mm の粗粒泥～極細粒砂の薄層が挟まれ，これが生物擾乱によって混在しぼやけているように見えます。層厚は 70 m です。上位層準ほどより砂質になり，厚さ数 cm～数 10 cm のタービダイト砂層をしばしば挟みます。Ka1，Ka2 及び Ka2.4 などのテフラ鍵層が認められます。

長南層は，下部は塊状な細～中粒泥岩を主体とし，中部は泥勝ちの砂泥互層，上部は砂勝ち砂泥互層を主としスランプ層を頻りに挟みます。層厚は 150 m です。Ch1～Ch3 のテフラ鍵層がみられます。

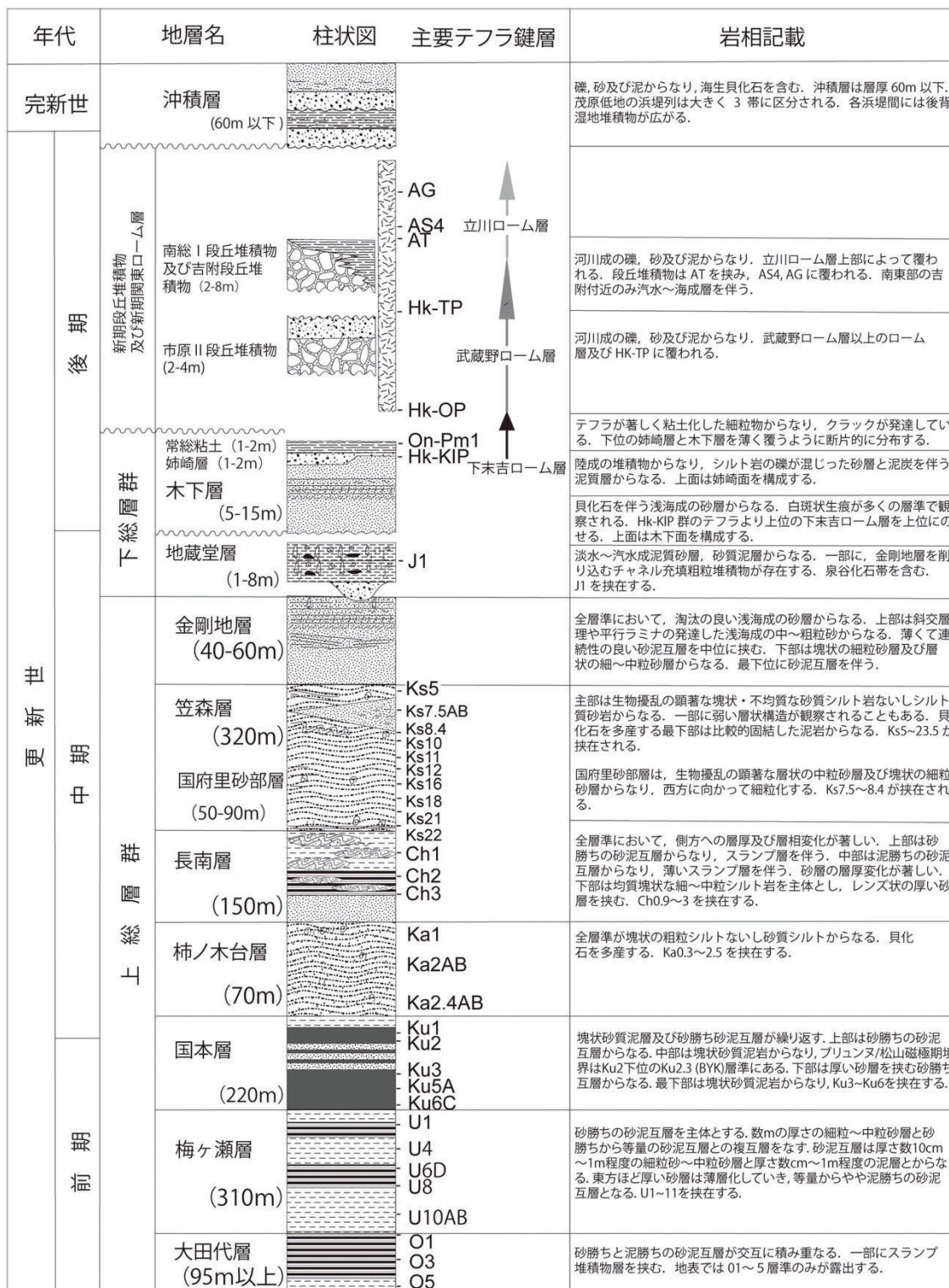
笠森層は，模式地を含む茂原エリア北東部では，全体に生物擾乱が発達する不均質かつ不淘汰な塊状の砂質泥岩ないし泥質砂から構成されています。層厚は 300 m です。笠森層上部には国府里砂部層(層厚 50～90 m)が帯状に分布しており，西から東に向けて層厚が厚くなる傾向が認められます。Ks5～Ks23.5 のテフラ鍵層が挟在します。

金剛地層は主として砂層からなり，下部は細粒で淘汰の良い砂層，上部は中～細礫を伴う粗粒砂からなります。層厚は 40～60 m です。最下部と中部のそれぞれによく連続する薄い砂泥互層が挟まれています。金剛地層最上部の砂層には，白斑状生痕の *Macaronichnus segregatis* が観察されます。

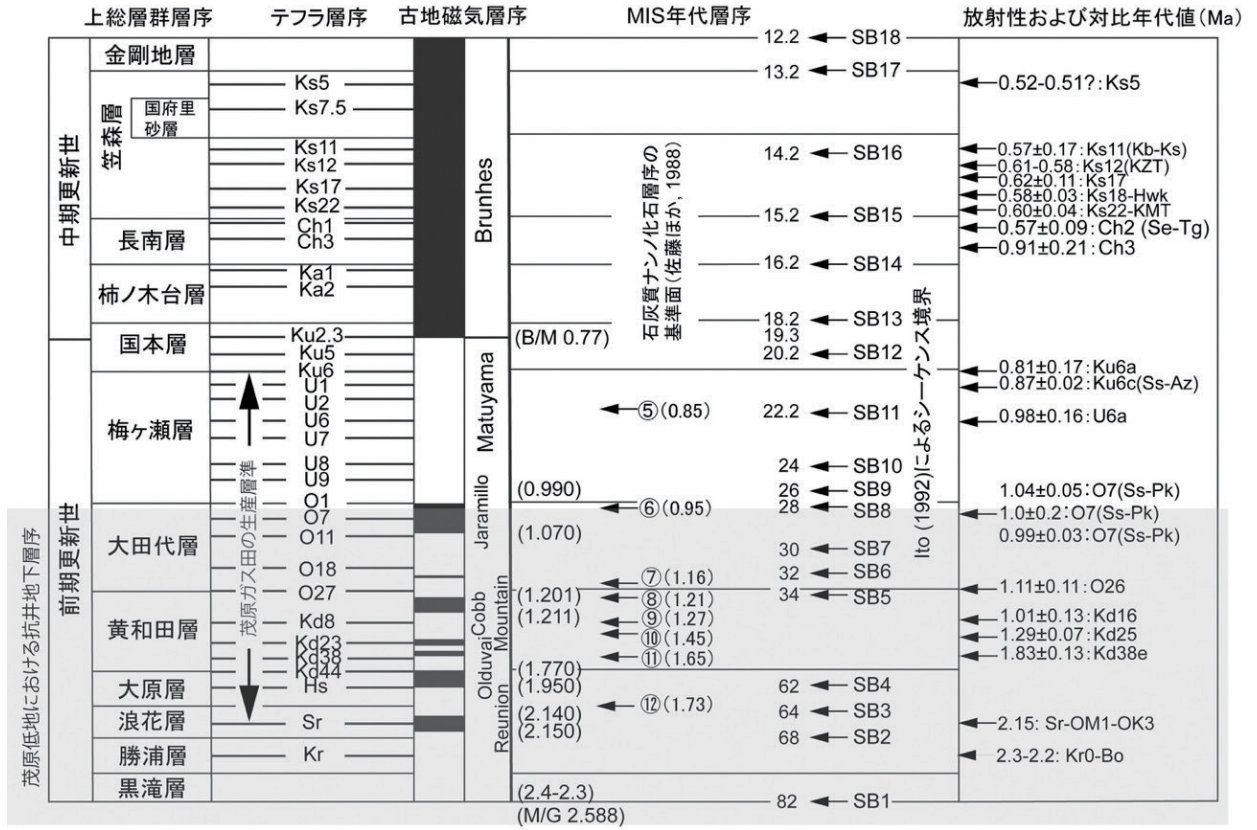
ところで，茂原図幅では，茂原エリア及びその周辺地域で確認したテフラ(第 8 図)について，採取地点，柱状図，岩石記載的性質を提示し，主要なテフラについては火山ガラス及び角閃石の EPMA による主成分化学組成を明らかにし，取りまとめました。

茂原エリアの北西端のすぐ西側では地蔵堂層基底の示標テフラ J1 が，茂原エリア南東端のすぐ南側では大田代層上部の示標テフラ O7 が確認されます。そこで，これらの間で記載されたテフラを，茂原エリアを中心に網羅的に調査しました。その結果，J1 から O7 までの層準で新称を含め 126 層のテフラを確認することができました。

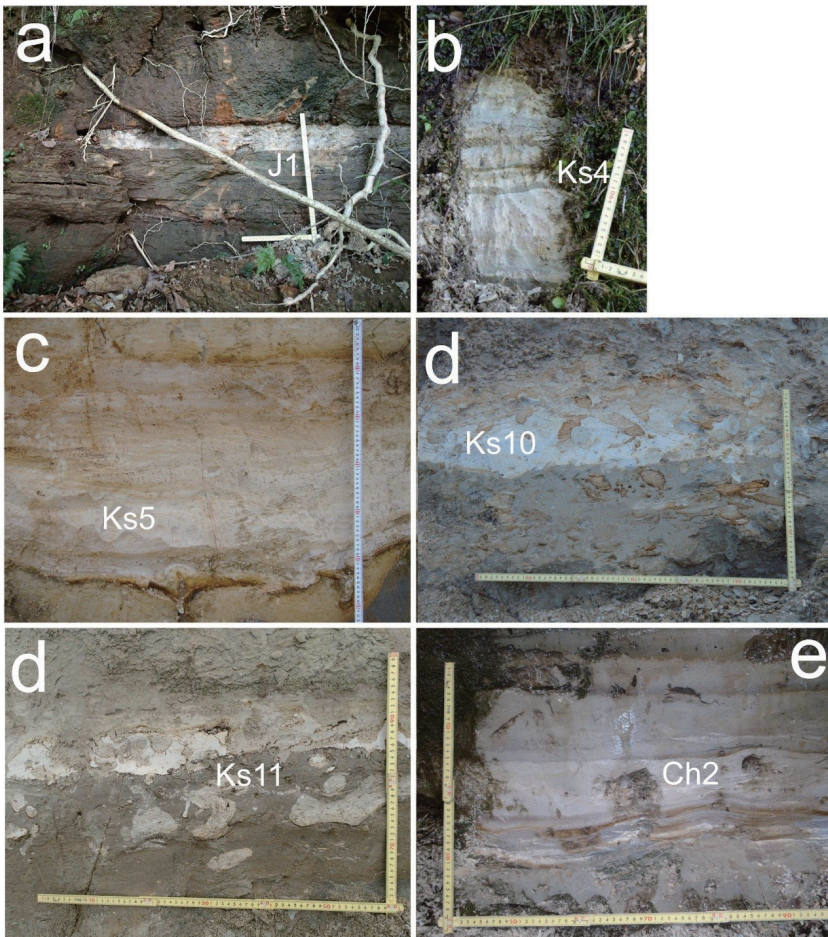
野外では，概ね中粒砂以下の粒度のテフラについては重鉱物粒の相対的な含有率に応じてガラス質テフラ，ガラス質結晶質テフラ，結晶質ガラス質テフラ，結晶質テフラに分けて記載し，中粒砂より粗粒のテフラについては色調により軽石とスコリアに分けて柱状図に記載しました。分析用試料は各テフラの基底部を選択して採取し，柱状図にその層準を示し，これまでに例を見ない詳細なテフラカタログを編纂しました。



第 6 図 茂原エリアの標準層序を示す模式柱状図。七山ほか (2016) を転載した。



第 7 図 房総半島東岸の上総層群の層序と年代. 七山ほか (2016) を転載した。



第 8 図 代表的なテフラ鍵層の露頭写真。
a: 地蔵堂層の J1 テフラ。 b~d: 笠森層のテフラ (Ks4, Ks5, Ks10, Ks11)。
e: 長南層の Ch2 テフラ。

見どころ⑤：天然ガス・ヨード鉱床としての茂原ガス田

茂原エリアには茂原ガス田が存在し、現在、7社によって稼行されています。坑井の深度は500～2,200 m、天然ガスが産出するのは上総層群下部～中部の勝浦層、浪花層、大原層、^{きわだ}黄和田層、大田代層、梅ヶ瀬層です(第7図)。茂原ガス田のガス産出挙動は、一般に「通常型鉱床」と産出ガス水比が通常型より有意に高い「茂原型鉱床」に区分されています(名取, 1997)。

茂原型鉱床において特に生産性が高いのは、大田代層と梅ヶ瀬層であり、より浅層部の泥岩層が貯留層となっています。特に、チャンネル-ローブ系の海底扇状地堆積物の分布が、茂原型鉱床の分布を説明する上で不可欠な要素とされています(三田ほか, 2003)。一方、通常型鉱床の場合は、地層水にガスが溶けた状態で存在し、水溶性ガス層を形成しています。この場合、泥層が根源岩と帽岩、タービダイト砂層が貯留岩の役割を果たし、さらに、ガスの上昇には茂原低地の地下に潜伏する正断層系が寄与していたと考えられています(国末ほか, 2002)。

地層水は、塩分濃度が高いため「かん水」と呼ばれています。水溶性天然ガスは、坑井によって地表に汲み上げると減圧のためメタンがかん水より分離・採取されます。茂原エリアは、他の水溶性天然ガス産出地域に比較してガス水比(天然ガスとかん水の比)が大きいのが特徴です。ガス水比が生産期間を通じて一定である“通常型ガス産出挙動”が一般的ですが、茂原エリアでは、採取が進むにつれてガス水比が増大する“茂原型ガス産出挙動”といわれる特異な経過を示します(秋林ほか, 1992)。また、この

地域から産出される天然ガスはメタンが約99%を占め、一酸化炭素や硫黄分等をほとんど含まず、熱量が高く、きわめて効率的なエネルギーとして都市ガス等に広く利用されています。

また、かん水は、現在の海水と比べて約2,000倍のヨウ素を含む等の特徴があります。これを回収することにより年間約8.5千トン(2009年実績)のヨードを生産しています。ヨウ素の世界生産量は年間21,600トン(推定)であり、そのうち日本が35%を占めており、さらに日本国内ではそのほとんどが千葉県で生産されています。三田ほか(2003)によれば、ヨウ素濃度と海底扇状地の分布は整合的であり、海底扇状地の中心部ほど濃度が高いとされています。

1981年1月には、千葉県が地盤沈下防止協定の改定を行い、天然ガスかん水の地上揚水量を一定の範囲内に抑制することにより地盤沈下を生じさせない汲み上げを行うこととしました。この規制により、現在ではガス・ヨードとも生産量は一定に保たれています。

茂原エリアの低地には、かん水から遊離した天然ガスが地表まで上昇しています。このため、この地域の水田や河川ではガスの発生しているところを泡によって確認できます(第9図)。この地域の人々は地表に湧出するガスを「^{うわ}上ガス」と呼んでおり、家庭で燃料として使用しているところもあります。

見どころ⑥：テフラ走向線図からみた地質構造と正断層群

茂原エリアに分布する上総層群及び下総層群の一般走向



第9図 西門橋の瑞沢川河床に露出する梅ヶ瀬層からの天然ガスの噴出状況。金子信行氏が撮影。

は、完新世の地殻変動と整合的であり、北東-南西の一般走向及び0~5°北西傾斜をもつ単斜構造をなしています。しかも、巨視的に見ると上位の地層ほど傾斜が緩くなる傾向があり、累積的な第四紀地殻変動の反映と見て取れます。但し、5°以下の傾斜の地層を対象とした場合、露頭においてクリノメータを用いて構造図を作成するのは容易ではありません。しかし、上総層群中にはよく連続するテフラ鍵層が数多く存在しているので、これらが観察される露頭の位置及び高さを精査することによって走向線図を作成し、地層の構造及び岩相の分布状況を正確に把握することができます(徳橋・遠藤, 1984)。

今回我々が作成したテフラ走向線図から、上総層群の一般走向が北東-南西方向であることが明確となりました(第10図)。しかし、地層の傾斜は北西方向と一定でありながら、傾斜角は上位の地層ほど緩く。上総層群の金剛地層及び笠森層では0~2°程度、長南層から大田代層では5°程度であり、有意な傾斜の差が認められます(第10図)。さらに、上総層群の上位を覆う下総層群木下層や地蔵堂層下部においては、露頭観察では殆ど傾動は認められないことも読み取れます。

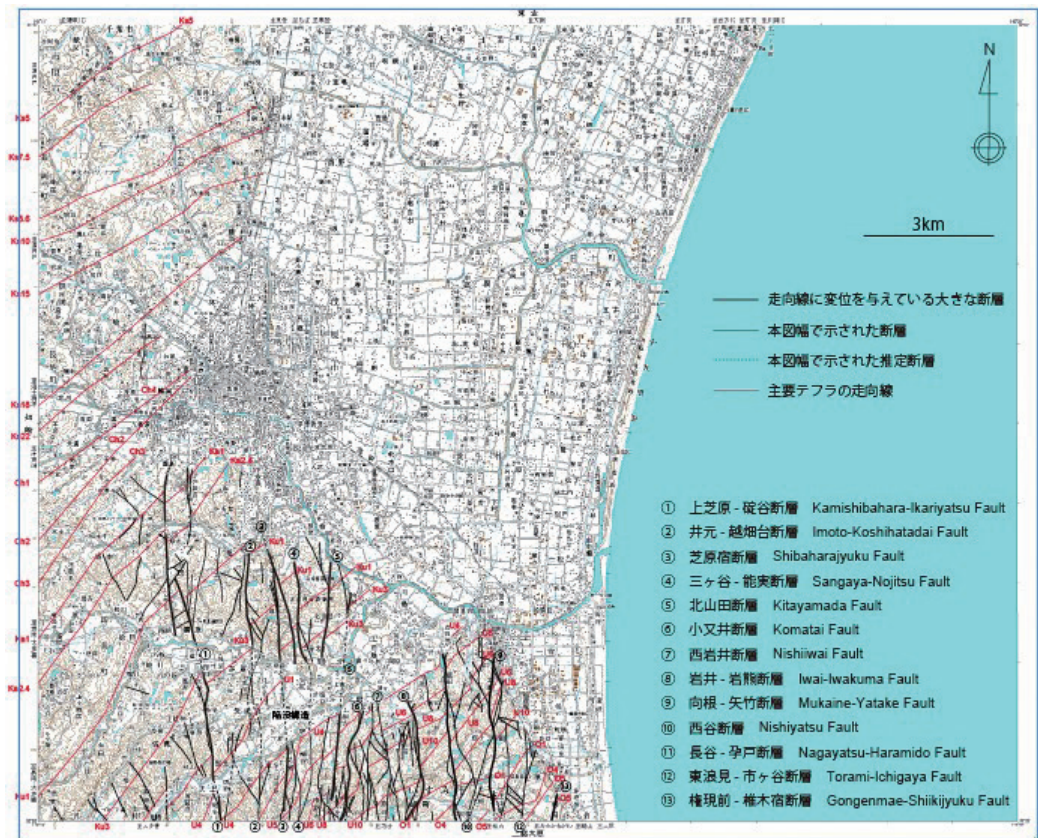
一方、茂原エリアの主に国本層以下の上総層群分布地域

には、南北ないしNNE-SSW方向の高角正断層が、多数発達しています(石和田ほか, 1971; 第10図)。これらの正断層群には、東落ちの断層が多く、一部にこれと対をなす西落ちの断層も認められます。断層の垂直変位量は数mから100mに達するものまで様々ですが、変位が数10mを越える大きさのものは東落ちの正断層が多く、変位量大きい断層ほど大きな横ずれ変位を伴います(国末ほか, 2002)。巨視的に見ると、上総層群の地層は階段状に太平洋側に落ちていくように見えます。このような断層変位は、段丘地形に現れている最近の地殻変動と整合的であり、累積変位を示していると考えられます(小玉, 1974)。

これら地表で観察される断層のうち、上芝原-碓谷断層、井元-越畑断層、芝原宿断層、三ヶ谷-能実断層、向根-矢竹断層及び長谷-孕戸断層(石和田ほか, 1971)の6本の断層は、茂原低地の地下まで連続していることが坑井地質より明らかにされています(国末ほか, 2002)。

見どころ⑦：九十九里浜海岸の悲しい現状

九十九里浜海岸は千葉県房総半島東岸にある、^{ぎょうぶ}刑部岬と^{たいとうさき}太東崎の間の太平洋に面している全長約66kmの細粒砂



第10図 茂原エリアのテフラ鍵層に基づく走向線図と正断層系。七山ほか(2016)を転載した。

からなる緩勾配の日本を代表する砂浜海岸です。太東崎の海蝕崖及び夷隅川から供給された土砂が、沿岸漂砂となって堆積した海浜で、そのため図幅の北部の現在の海岸線は、明治のころと比べると100～200 mほど海側に前進していることが知られています。

茂原エリアに含まれる南側の九十九里浜では、沿岸侵食や天然ガス汲み上げによる50 cmの地盤沈下、さらには陸側からの保安林や居住地の拡大に伴う自然砂丘地の消失などが重なって起きています。特に、1970年頃から海岸侵食が顕著となり、1988年より図幅地域内の一宮海岸一帯にも10基のT字突堤(ヘッドランド)が建設されました(宇多ほか, 2011)。ところが、現在に至っても東浪見-一宮-^{ひとまつ}一松海岸での海岸侵食は顕著であり、砂鉄質の黒い海浜砂が広がると同時に比高3～4 mにも達する大規模な浜崖が生じ、1947年度以降、約50～80 mの海浜の消失が生じています(宇多ほか, 2011)。しかし今もなお侵食区域は拡大しつつあり、それとともに海岸の人工化が急激に進み、昭和初期までそこに存在した広大で美しい海浜の景観は失われかけています(第11図)。

見どころ⑧：上総一ノ宮玉前神社の境内にある“さざれ石”

さざれ石は、元来小さな石(細石)の意味であり、長い年月をかけて小石の欠片の隙間を石灰岩などが溶解して生じた炭酸カルシウムが埋めることによって、1つの大きな岩の塊に変化したものを意味しています。さざれ石は日本国歌である君が代の歌詞に歌われており、“千代に八千代にさざれ石の^{いわお}巖となりて苔のむすまで”の意味は、平穏で長く安定した歳月を表す比喩として用いられています。



第11図 一松海岸において海岸侵食対策のため整備された護岸堤とT字突堤(ヘッドランド)。

さざれ石が祭られている場所は、岐阜県揖斐川町伊吹山のさざれ石公園ほか京都や近畿地方に多いのですが、実は関東にも複数あります。千葉県長生郡一宮町に鎮座する^{たまさき}玉前神社はその一つです。この古社は鎌倉時代より上総国の一宮として格式を保ってきており、現在の建造物も鎮座以来1,200年以上経過しているといわれています。君が代で親しまれているさざれ石が、当時の内閣総理大臣であった橋本龍太郎の^{きごう}揮毫の碑を添えて境内に奉納されている様は、一見の価値があります(第12図)。

見どころ⑨：1703年元禄地震津波の供養塔

歴史的にみて、千葉県は地震多発地帯であり、九十九里浜沿岸域も津波災害の常襲地帯であると言えます(宇佐見ほか, 2013)。

1703年12月31日元禄関東地震(M8.2)は、相模トラフの房総半島南端にあたる千葉県の野島崎付近で発生し、九十九里浜低地では推定波高5 mの津波によって大きな被害が発生したと言われていています(佐竹ほか, 2008)。中でも、現在の白子町や長生村で多くの犠牲者が出たとされます(古山, 1996)。古山(1996)によれば、茂原エリアには元禄地震津波に関する、以下のような供養塔が存在することが知られています(第13図)。

【大網白里市】元禄津浪の碑(北今泉 等覚寺)^{とうがくじ}

【白子町】精霊供養塔(牛込共同墓地)、真光寺供養碑(^{そり}剗金真光寺)、津波代様(古所)、無縁塚津波精霊様(幸治)^{こうじ}、妙法寺津波供養地藏尊(幸治 妙法寺)、本従寺供養碑(北^{きた}高根 本従寺)

【茂原市】鷲山寺元禄津波供養塔(茂原^{じゆせんじ} 鷲山寺)



第12図 上総一ノ宮玉前神社の境内にある“さざれ石”。

【長生村】^{ほんこうじ}本興寺津波供養塔・^{ひとつまつへい}大位牌（一松丙 本興寺），
蓮花院供養碑（一松丙 蓮花院），^{くじょういん}久成院供養碑（一松丙 久成院），
教応寺供養碑6基（一松丙 教応寺），深照寺供養碑6基（一松丙 深照寺）

【一宮町】^{なみきり}浪切地蔵（東浪見）



第13図 白子～東浪見海岸における1703年元禄地震津波による浸水図。七山ほか(2016)を転載した。

3. 最後に

以上のように、茂原エリアは前期更新世以降現世に至るまでの地層がほぼ連続的に分布する模式的な地域です。したがって、茂原エリアの地層の層厚・構造の解明は、茂原エリアの地史、構造発達史のみならず、南関東の第四紀後半の地史解明にとっても資するところが大きいといえるでしょう。ぜひGSJ地質ニュースの読者の皆様には茂原図幅を入手して、これをジオガイドとしてご活用いただき、9つの見どころをご自身の目でご確認いただくと、著者らとしては幸いです。

本研究の遂行及びとりまとめに際しては、多くの方からご協力をいただきました。著者一同、厚くお礼を申しあげる次第です。

文献

- 秋林 智・山口伸次・藤田豊久(1992)水溶性天然ガス田の高ガス水比挙動シミュレーション。石油技協誌, 7, 27-433.
- 古山 豊(1996)千葉県における元禄地震の供養諸相と伝承—供養碑を中心に—.千葉県地域民族調査報告書, 第3集, 82p.
- 石和田靖章・三梨 昂・品田芳二郎・牧野登喜夫(1971)日本油田・ガス田図10, 茂原(1:15,000).地質調査所.
- 貝塚爽平(1974)関東地方の島弧における位置と第四紀地殻変動.垣見俊弘・鈴木尉元編, 関東地方の地震と地殻変動, ラティス, 99-118.
- 小玉喜三郎(1974)断層の発達と地殻の変形—南関東の南北性断層の発達機構—.垣見俊弘・鈴木尉元編「関東地方の地震と地殻変動」, ラティス, 71-98.
- 国土地理院(2015)加藤・津村(1979)の解析方法による, 各験潮場の上下変動. 14p. <http://cais.gsi.go.jp/cmdc/center/katoutsumura2015d.pdf> (2015/09/01確認).
- 国末彰司・三田 勲・和気史典(2002)千葉県茂原ガス田の地下地質と水溶性天然ガス・ヨウ素の生産性について.石油技術協会誌, 67, 83-96.
- 桑原拓一郎・菊地隆男・鈴木毅彦・清永丈太(1999)房総半島, 夷隅川下流域における酸素同位体ステージ3の段丘面と当時の古海面高度. 第四紀研究, 38, 313-326.
- 町田 洋・新井房夫・杉原重夫(1980)南関東と近畿の中部更新統の対比と編年—テフラによる一つの試み

- 一. 第四紀研究, **19**, 233-261.
- 増田富士雄・藤原 治・酒井哲弥・荒谷 忠 (2001a) 房総半島九十九里平野の海浜堆積物から求めた過去6000年間の相対的海水準変動と地震隆起. 地学雑誌, **110**, 650-664.
- 増田富士雄・藤原 治・酒井哲弥・荒谷 忠・田村 亨 (2001b) 千葉県九十九里平野の完新統の発達過程. 第四紀研究, **40**, 223-233.
- 三田 勲・和気史典・国末彰司 (2003) 九十九里地域におけるガス水比およびヨウ素濃度を規制する要因—特に, 海底扇状地堆積物および断層が果たす役割について—. 石油技術協会誌, **68**, 111-123.
- 三梨 昂・安国 昇・品田芳二郎 (1959) 千葉県養老川・小櫃川の上総層群の層序—養老川・小櫃川流域地質調査報告—. 地調月報, **10**, 83-98.
- 森脇 広 (1979) 九十九里平野の地形発達史. 第四紀研究, **18**, 1-16.
- 七山 太・中里裕臣・大井信三・中島 礼 (2016) 茂原地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 101p.
- 名取博夫 (1997) 茂原型天然ガス鉱床はメタンハイドレート起源か?. 地質ニュース, no. 510, 59-66.
- 佐竹健治・宍倉正展・行谷祐一・藤良太郎・竹内 仁 (2008) 元禄関東地震の断層モデルと外房における津波. 歴史地震, no. 23, 81-90.
- Suganuma, Y., Okada, M., Horie, K., Kaiden, H., Takehara, M., Senda, R., Kimura, J., Kawamura, K., Haneda, Y., Kazaoka, O., Head, M.J. (2015) Age of Matuyama-Brunhes boundary constrained by U-Pb zircon dating of a widespread tephra, *Geology*, **43**, 491-494.
- 杉原重夫 (1970) 下総台地西部における地形の発達. 地理学評論, **43**, 703-718.
- 徳橋秀一・遠藤秀典 (1984) 姉崎地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質図および同説明書, 地質調査所, 136p.
- 宇多高明・熊田貴之・清水達也・中山拓也・石井光男・保田英明 (2011) 南九十九里浜一宮海岸の長期汀線変化と沿岸漂砂量分布の推定. 土木学会論文集 B3 (海洋開発), **67**, 1105-1110.
- 宇佐美龍夫・石井 寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子 (2013) 日本被害地震総覧 599-2012. 東京大学出版会, 724p.

NANAYAMA Futoshi, NAKASHIMA Rei, NAKAZATO Hiroomi and OOI Shinzo (2016) New Quadrangle Series, 1:50,000 "Geology of the Mobarra District": Introduction of nine geosites in Mobarra area, Chiba Prefecture, Central Japan.

(受付:2016年5月11日)

東西日本の地質学的境界

【第四話】関東平野下の地帯配列

高橋雅紀¹⁾

1. 関東平野下の基盤岩

関東山地の秩父帯が関東平野の厚い第四系の下に一旦隠れた後、銚子で再び地表に現れるとする解釈は、関東平野で行われたボーリング調査によってさらに確定的となった(第1図)。かつては資源探査を目的として行われた関東平野のボーリング調査は、高度経済成長にともなう地盤沈下や地下水汚染などの環境問題を背景として進められ、昨今では、首都圏の地震防災のための観測網の構築を目的として行われている。関東平野の基盤を覆う堆積層は、厚いところでは数千メートルを超えるため、基盤岩に到達したボーリングは非常に限られている。しかしながら、関東山地まで連続する西南日本外帯の地帯配列が関東平野下にも連続するとする考えは、以下に述べるように、既に1960年代には指摘されていた。

関東山地まで連続する西南日本の帯状配列やその北限である中央構造線、さらに東北日本との境界問題を、地表地質や坑井に基づく地下地質だけでなく、重力や地震波探査などの地球物理学的データを総動員して考察した石井(1962)は、それまでの概念的であった日本の地体構造論を、近代科学的視点に一段高めた画期的なものであった。その当時、関東平野で掘削された試坑井のうち基盤岩に到達した坑井はわずか9坑井であったが、その後の日本の地体構造論の方向性を決定的にする重要な情報が得られていた。

千葉県成田市(成田R-1; 成田天然ガス)やその東に位置する香取郡多古町(多古R-1; 帝国石油)で掘削された試掘井では、基盤岩として緑色片岩が確認されている。関東山地の北縁に沿って連続的に分布する三波川変成岩は、関東山地の北東端の吉見丘陵においてもわずかに露出している。関東山地では三波川帯は西北西-東南東方向に延びており、また岩相の特徴に基づけば、成田や多古の地下に三波川帯が続いていると見るのが最も素直な見方であろう。ボーリング調査によって確認された三波川変成

岩のうち最も東方に位置するのは多古町で、銚子までは30 km程度しか離れていない。すなわち、西南日本外帯を特徴づける三波川帯が、銚子の西方30 km付近まで連続していることが確認された(第2図)。

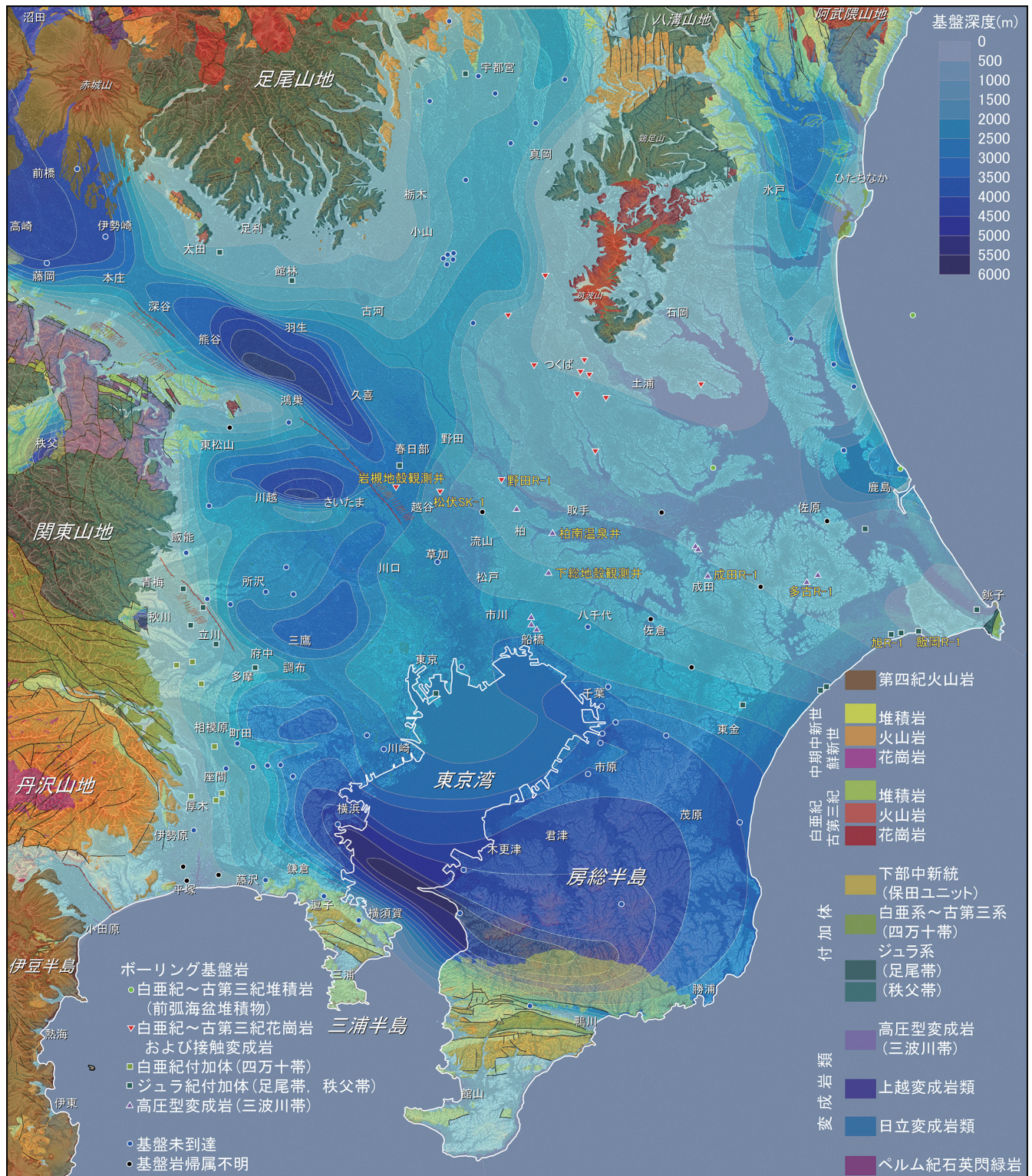
三波川帯が千葉県北部の成田から多古付近にまで確認されると、関東山地の東縁で一旦途切れた西南日本外帯の地帯配列が、同様に関東平野の地下に連続することは容易に予想がつく。銚子のすぐ西に隣接する旭市で掘削された坑井(旭R-2; 帝国石油、飯岡R-1; 飯岡町)では、基盤岩としていわゆる硬砂岩が掘削され、それらはいわゆる秩父古生層であると考えられていた。もちろん、現在では秩父帯は古生層ではなく中生代(ジュラ紀)に形成された付加体であるが、千葉県北部に伏在する基盤岩が秩父帯に帰属するという解釈は今日でも受け入れられている。そして、それらの坑井から10 kmほどしか離れていない銚子の愛宕山周辺にも、同様の岩相を示す地層(愛宕山ユニット)が分布している。千葉県北部で掘削された坑井の基盤地質は、三波川帯が千葉県北部まで連続していることを明らかにしただけでなく、銚子の基盤岩(愛宕山ユニット)が関東山地の秩父帯に連続するとした従来の解釈を保証することとなった(第2図)。

2. 関東山地北縁の中央構造線

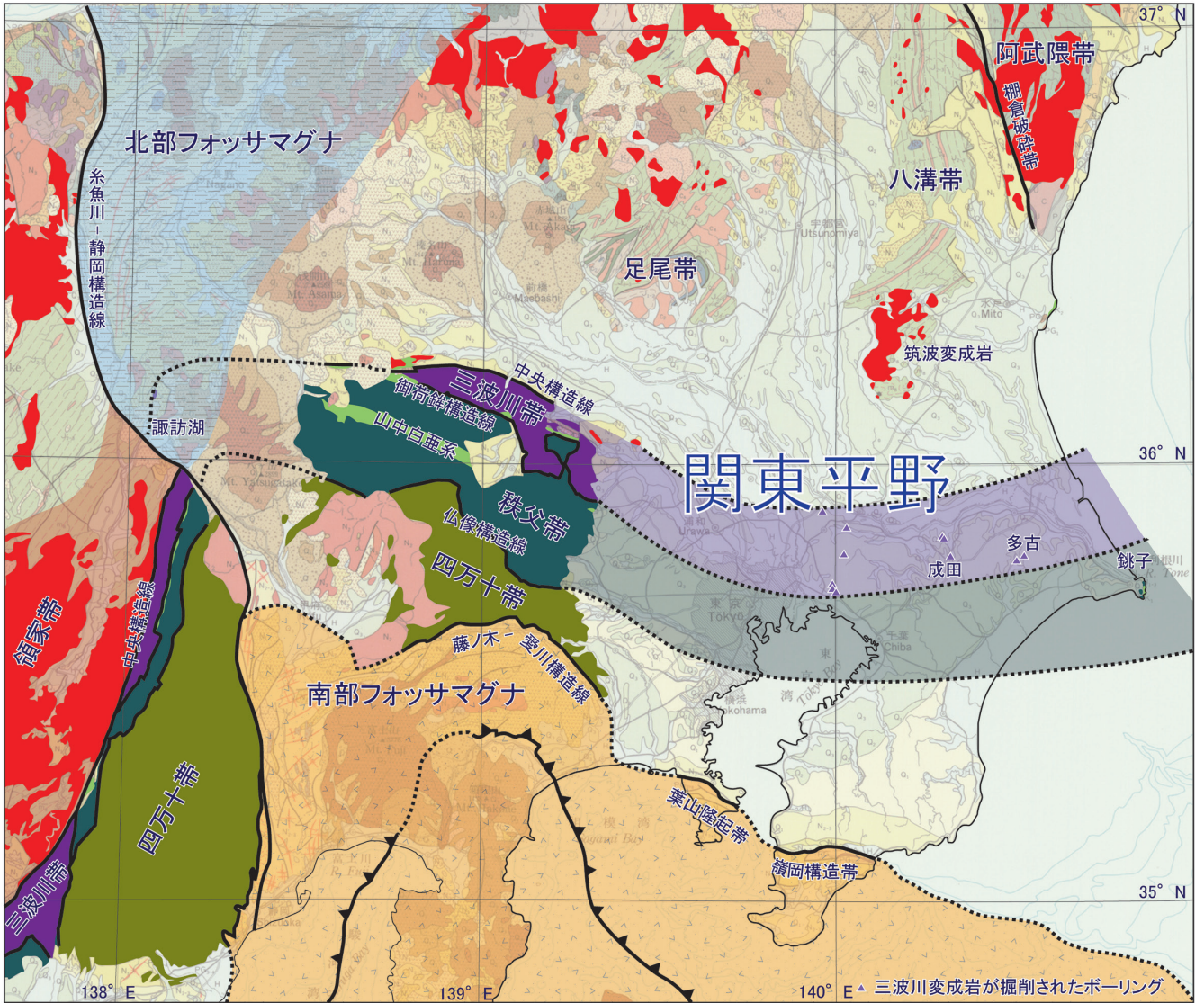
西南日本外帯を特徴づける三波川帯が関東平野の地下に確認されると、その北限である中央構造線も関東平野下に存在していることになる。中央構造線は断層であるが、その両側の岩石が全く異なる成因で形成されたことが最も重要な認定基準となる。長大な断層が形成されても、その両側の地質体が同一の地体構造区分に帰属する場合もある。しかしながら、中央構造線は地下深部で形成された高圧型変成岩(三波川変成岩)と、白亜紀花崗岩やその高温型変成岩(領家変成岩)の境界断層として認識された経緯から、中央構造線の認定には、三波川変成岩と領家花崗岩・

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード: 関東平野, ボーリング, 中央構造線, 三波川変成岩



第1図 関東地方の地質図と関東平野の地下の先中新統基盤深度、およびボーリングデータ(高橋, 2008a)に関東地方の地形図(千葉, 2008)を重ねた統合図。



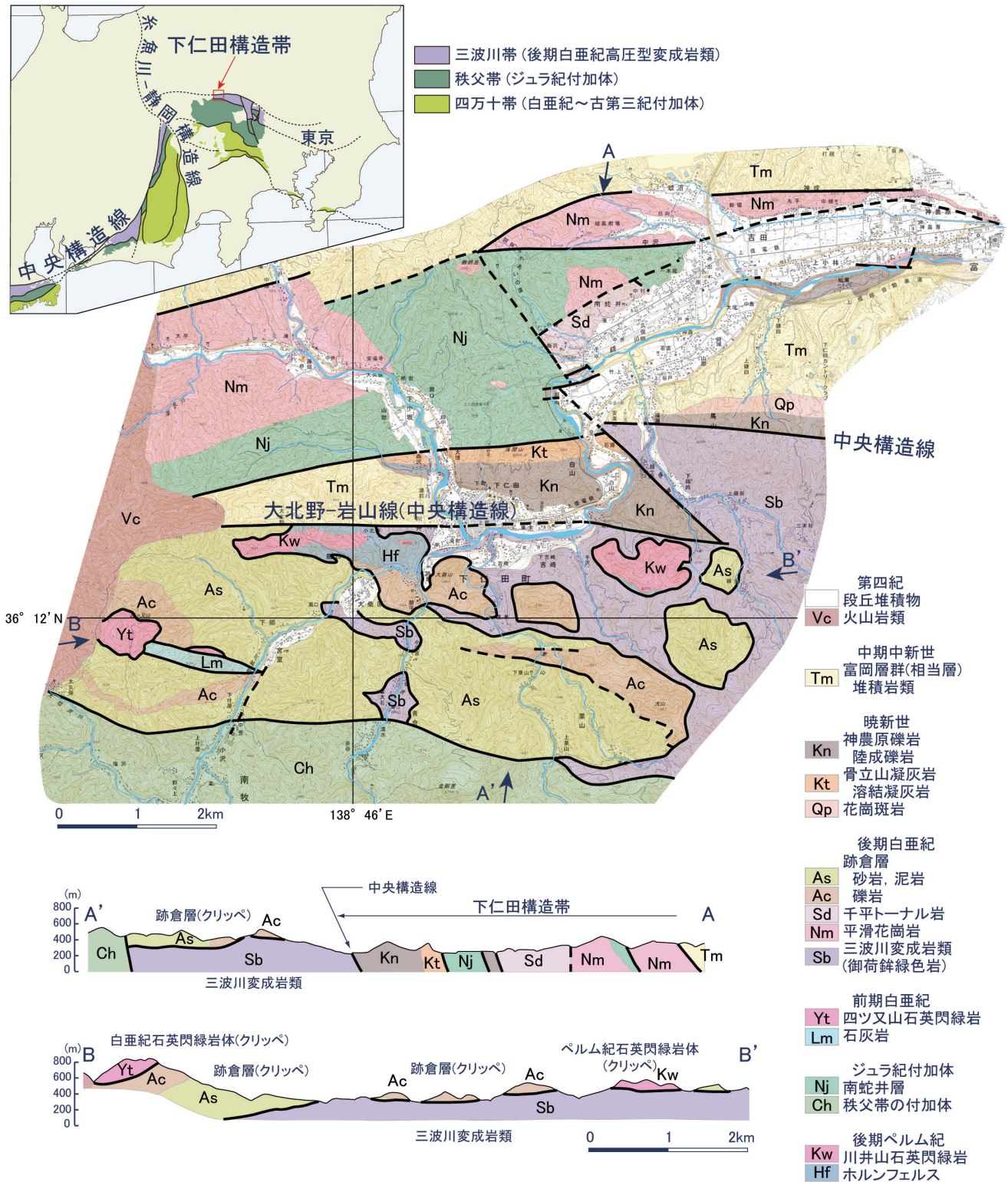
第2図 三波川変成岩が確認された最も東の地点は、現在では成田市東方の多古町付近であり、少なくともその地点までは三波川帯（西南日本外帯）である。

変成岩の存在が不可欠となる。逆に中央構造線の存在を想定すると、その時点で海溝側には三波川変成岩が、大陸側には領家花崗岩・変成岩が存在していることを意味する。中央構造線が単なる長大な断層のひとつではなく、“対の変成帯”である三波川帯と領家帯のセットと共に定義される特異な構造線（断層）であることが、日本列島の地体構造論や東西日本の境界問題において混乱を引き起こしてきた。

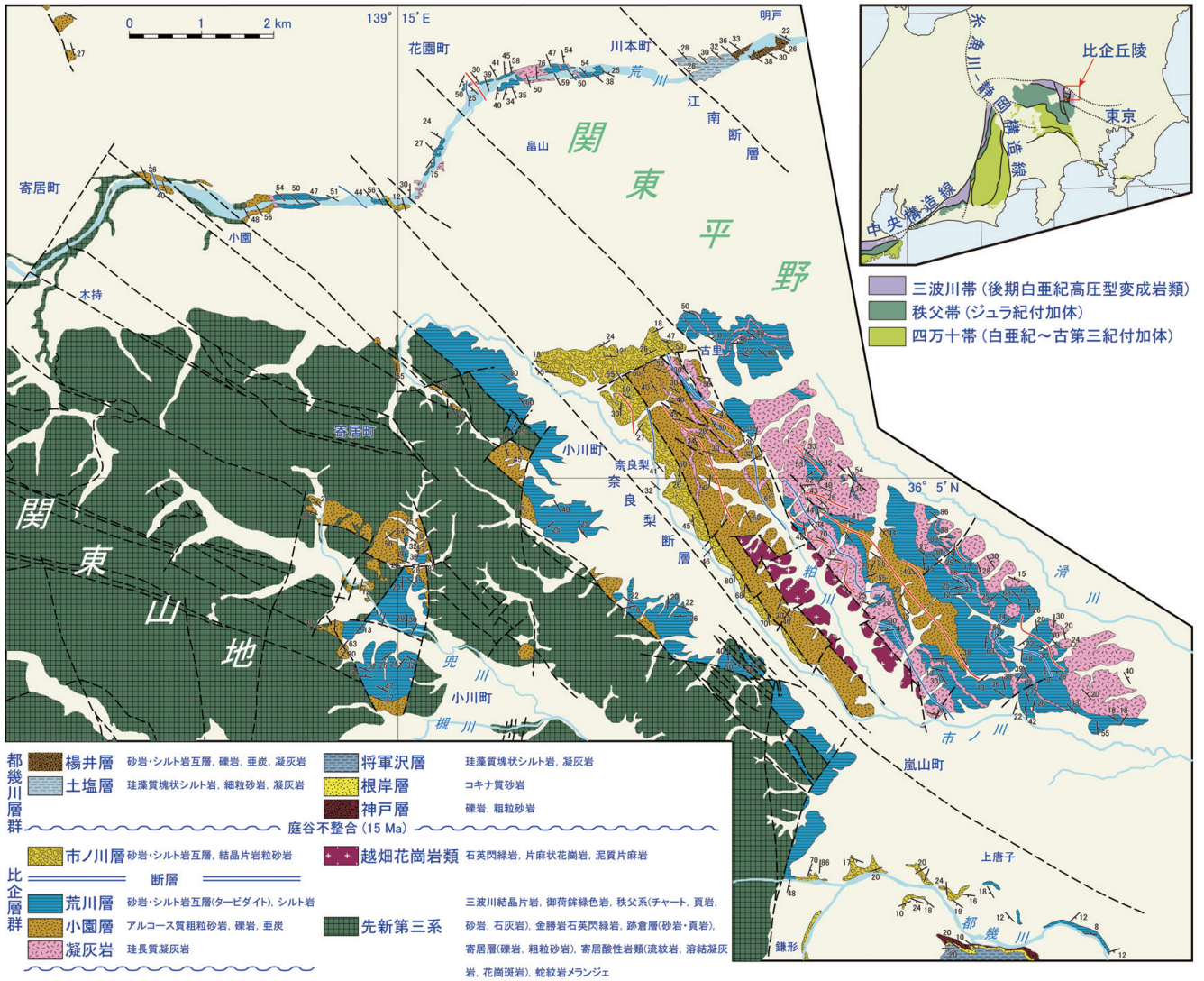
ところで、西南日本外帯である関東山地の北縁に沿っては、白亜紀の花崗岩類が断片的に分布している。例えば、群馬県の下仁田地域には三波川帯に帰属する御荷鉾緑色岩類が露出しているが、その北側には白亜紀の花崗岩やその接触変成岩類が分布している（第3図）。具体的には、三波川変成岩の北限は大北野 - 岩山線を挟んで古第三系や中

新統と接しているが、その北側には平滑花崗岩に貫かれた南蛇井層とよばれるジュラ紀の付加体が分布している。西南日本外帯の付加体を貫く白亜紀深成岩体は皆無であることから、南蛇井層は秩父帯には相当せず、内帯のジュラ紀付加体である美濃・丹波帯に相当すると判断されよう。領家変成岩の源岩の多くは白亜紀花崗岩類の貫入により変成したジュラ紀の付加体であるので、平滑花崗岩と南蛇井層の組合せは領家花崗岩と領家変成岩の組合せに合致する。このように、関東山地北西端の下仁田地域では三波川帯と領家帯の対峙が明瞭で、それらの境界として中央構造線の存在が確認されている。

同様の関係は、関東山地北東端の比企丘陵においても確認することができる（第4図）。比企丘陵には変形した中新統が広く露出しているが、その分布域に花崗岩類（第



第3図 下仁田構造帯の地質図(高木・藤森, 1989より作成). 三波川変成岩(御荷鉾緑色岩類)と白亜紀花崗岩類の境界(大北野-岩山線)が中央構造線であると考えられているが, 三波川変成岩の上にも白亜紀深成岩類がクリッペ(根無し岩体)として重なっている.



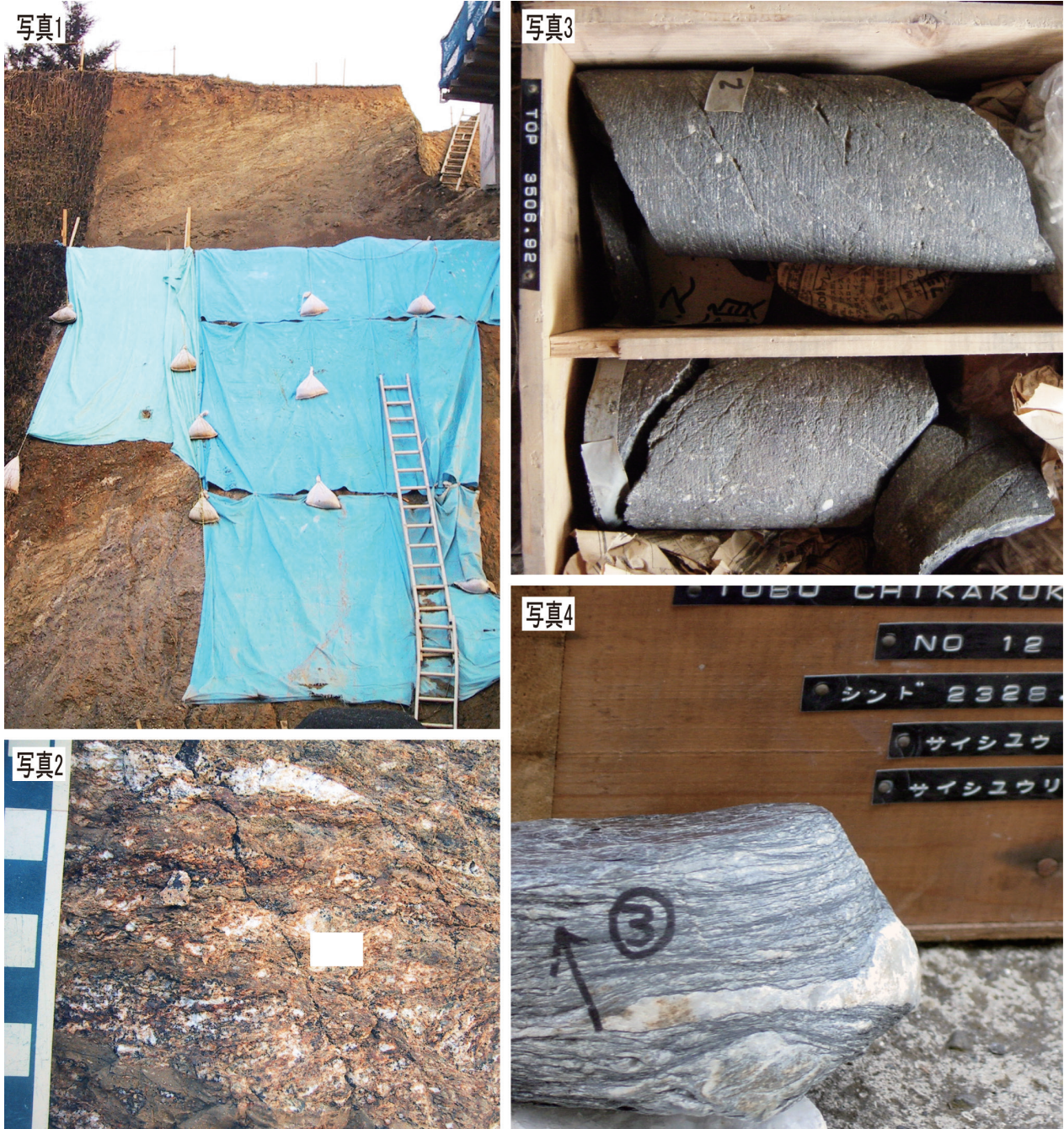
第4図 比企丘陵の地質図(高橋, 2008b をもとに作成). 褶曲した新第三系に取り囲まれるように、マイロナイト化した白亜紀の花崗岩類が露出している、三波川変成岩が分布する関東山地との間に中央構造線が伏在していると考えられている。

5 図の写真 1, 2) がわずかに分布することが古くから知られている(埼玉県農林部, 1968). 越畑花崗岩(小勝ほか, 1970)とされたこの花崗岩の大部分は中部地方領家帯の非持トータル岩に対比され、そのほか天竜峡型花崗岩や石英閃緑岩、片麻岩類が発見されている。さらに、マイロナイト化を受けた花崗岩類の剪断センスは中部地方の領家帯のマイロナイトと同様に左横ずれである(比企団体研究グループ, 1982; 端山・比企団体研究グループ, 1984; 高木・長濱, 1987). このように、比企丘陵にわずかに分布する越畑花崗岩類が領家花崗岩・変成岩に相当することを疑う余地はほとんどない。

一方、低地を挟んで比企丘陵の西側に広がる関東山地には、三波川変成岩が分布している。比企丘陵の花崗岩類と周囲の中新統との境界はすべて断層であり、また関東山地

の三波川変成岩類とは中新統によって基盤の分布が途切れているため、花崗岩類(領家帯)と三波川変成岩類(三波川帯)との境界を直接観察することはできない。しかしながら、両者の分布は1~2 km 程度しか離れておらず、中央構造線はその間に限定されよう。このように、三波川変成岩類と領家花崗岩・変成岩類との境界断層である中央構造線は、関東山地の北縁に沿って、西端の下仁田地域から東端の比企丘陵まで追跡されている。

比企丘陵の東側は関東平野の厚い第四系が広がり、基盤岩類だけでなく新第三系も地下に埋没するため、中央構造線を直接確認することはできない。しかしながら、ボーリング調査によって領家帯に帰属する岩石が確認されれば、中央構造線は掘削地点よりも南側に伏在していると判断することができる。実際、白亜紀の花崗岩やその変形岩であ



第5図 比企丘陵の切り割りに露出した白亜紀花崗岩(写真1)と接写(写真2)。風化が著しいが、面構造が発達していることが分かる。岩槻地殻観測井の地下3,500 mから採取された白亜紀花崗岩起源のマイロナイト(写真3)と、下総地殻観測井の地下2,300 mから採取された泥質片岩(いずれも防災科学技術研究所が保管)。

るマイロナイトが、埼玉県さいたま市の岩槻区(第5図の写真3: 岩槻地殻観測井; 防災科学技術研究所)やその東方の北葛飾郡松伏町(松伏SK-1; 石油資源開発), 野田市(野田R-1; 日本天然ガス)などで掘削されている。放射年代や岩石の化学組成に基づくと、それらの岩石はいずれも領家帯の花崗岩類に対比されることから、中央構造線は少なくともそれらの掘削地点よりも南側に伏在していると判断されている(矢島, 1981; 高木・高橋, 2006; 高木ほか,

2006など)。

これに対し、それらの掘削地点の南側に位置する柏市(柏南温泉井)や鎌ヶ谷市(下総地殻観測井; 防災科学技術研究所)などでは、基盤岩として結晶片岩(第5図の写真4)が確認されており、それらは三波川帯に帰属する(道前ほか, 2003; 高木・高橋, 2006; 鈴木・高橋, 1983)。したがって、三波川帯よりも北側に位置する岩槻市や松伏町、野田市の地下に伏在する花崗岩類は、間違いなく領家

帯に属すると判断される。その結果、三波川帯と領家帯を分断する中央構造線は、岩槻市や松伏町、野田市より南側で柏市の北側を通過すると考えられる。すなわち、関東山地の北縁に沿って連続した後、埼玉県の東松山付近で一旦地表から姿を消した中央構造線は、そのまま東南東に柏市付近まで延びていると判断されている。

3. 棚倉破砕帯境界モデル

このようにして、関東山地の領家帯、中央構造線、三波川帯、そして秩父帯までの組み合わせが、関東平野の中央部まで追跡される。となると、多古町の東方に位置する銚子のジュラ紀付加体が、秩父帯に帰属することを疑う地質研究者はほとんどいない。実際、筑波山から南東に銚子までを眺めてみると、筑波花崗岩・変成岩(領家帯)→多古町の三波川変成岩(三波川帯)→愛宕山ユニット(秩父帯)と銚子層群(黒瀬川帯)となり、西南日本の内帯から外帯までの配列が見事に復元される。直接確認することができない中央構造線は、領家帯(筑波山)と三波川帯(多古町)の境界断層として地下に推定されよう。ここまで条件が揃うと、銚子が地質学的には関東山地、すなわち西南日本外帯に帰属することに異を唱える地質研究者は皆無であろう。その結果、銚子が地質学的には西南日本であることは、いわば地質学的常識となった。

かつては、日本列島を分断する地質学的境界断層が、関東山地と足尾山地の間に伏在していると推定されていた。関東構造線や利根川構造線と呼ばれた推定断層は、基盤岩類に見られる地質学的不連続を説明するために、必然的に想定された断層である。その後、関東平野の地下深部から三波川変成岩が掘削されると、三波川帯や中央構造線が霞ヶ浦付近にまで連続するとする解釈が石井(1962)や磯見・河田(1968)の構造解釈図に示され、それらは広く受け入れられた。とすると、带状配列が明瞭な西南日本と三波川変成岩が存在しない東北日本との境界は、棚倉破砕帯しか考えられまい。その結果、棚倉破砕帯よりも東側が“真の東北日本”に属するとした磯見らの見解が、日本の地質研究者に浸透していった。すなわち、日本列島の基盤岩類は、棚倉破砕帯を境に東北日本と西南日本に区分される。換言するならば、東西日本の地質学的境界が棚倉破砕帯であることは、もはや地質学的常識となった(第6図)。

望月勝海が用い始めた利根川構造線(望月, 1950)を山下昇が柏崎まで延長することを決心し、新たに柏崎-銚子線を提唱したのは1970年であった(山下, 1970)。その結果、棚倉破砕帯よりも東側が“真の東北日本”に属

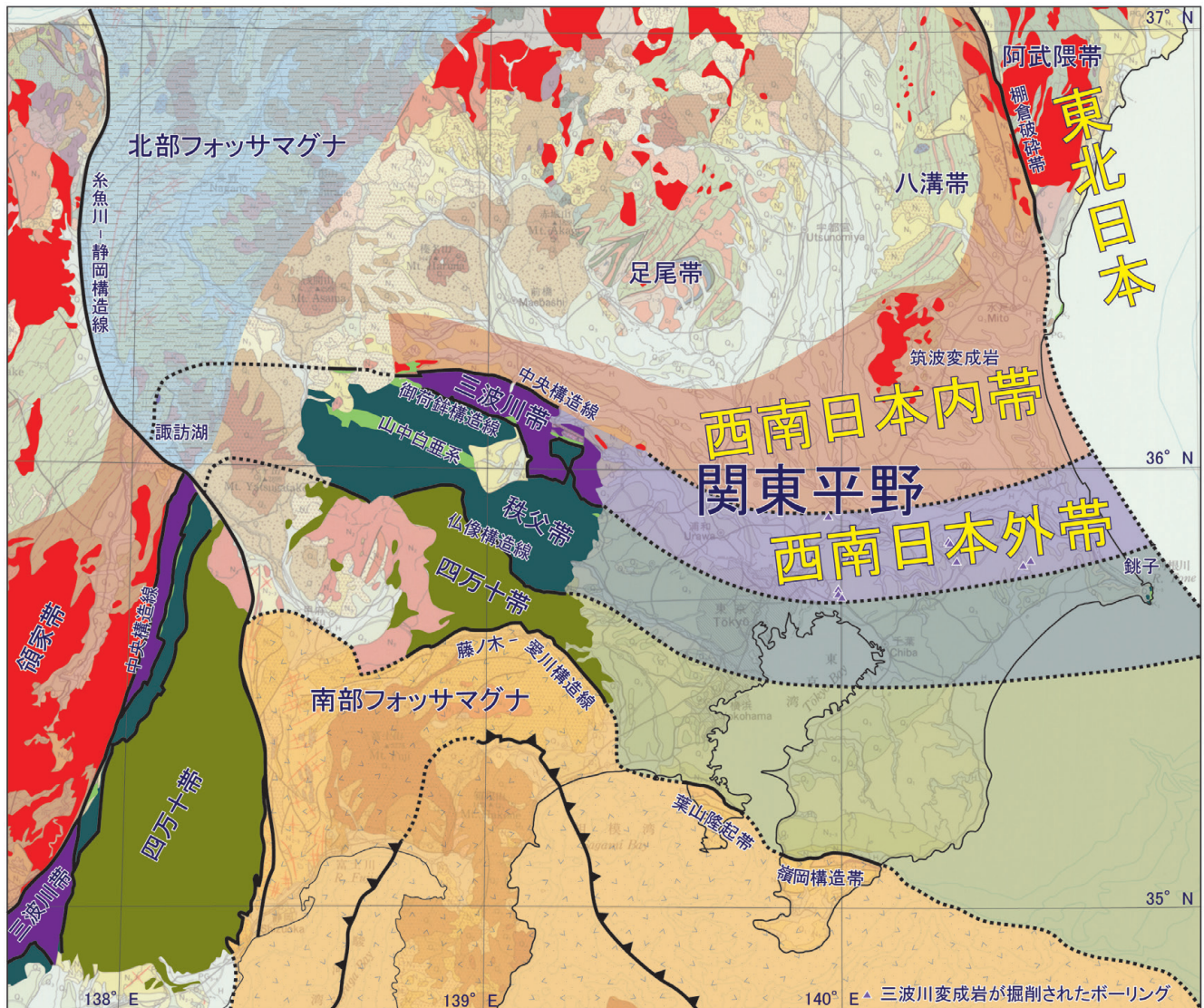
るとした磯見らの見解(磯見・河田, 1968)に対し、利根川構造線(および柏崎-銚子線)が、銚子の北、あるいは南側のいずれを通過するのが問題となる。仮に利根川構造線が銚子の北側を通過するとしたならば、銚子が関東山地の秩父帯に連続するとした従来の解釈に符合する。

しかしながら、利根川構造線と棚倉破砕帯の間に位置する足尾山地や八溝山地、さらに領家帯とされた筑波山が、東北日本と西南日本のいずれに帰属するのかを説明しなければならない。磯見らの見解を受け入れるならば、それらは西南日本に属することになり、その結果、利根川構造線(および柏崎-銚子線)は西南日本内部のひとつの横断断層に過ぎないことになる。それは、利根川構造線や柏崎-銚子線が、地体構造論においてその存在を仮定すべき重要な構造線(別個の地体を境する長大な断層)ではないことを意味する。

一方、利根川構造線が銚子の南側を通過したとすると、銚子が関東山地の秩父帯に連続するとした従来の解釈に真っ向から対立する。成田付近で確認された三波川変成岩(三波川帯)や中央構造線を利根川構造線が分断することになるので、銚子の位置づけを改めて考察しなければならない。銚子の愛宕山ユニット(ジュラ紀付加体)を関東山地の秩父帯に対応させるならば、そもそも利根川構造線を銚子の南側に想定する必要はなくなる。その他の選択、すなわち銚子の愛宕山ユニットを八溝山地や足尾山地のジュラ紀付加体に対比するとすると、筑波花崗岩・変成岩類が領家帯に対応するとする見解に対して反論する必要がある。さらに、銚子層群と山中層群の対比をどのようにして否定することができるのであろうか。

山下(1970)は、十分には検討していないとしながらも、以下のように述べている。すなわち、「棚倉破砕帯がさらに南に延びて銚子の西側を通過するとすれば、銚子は磯見・河田のいう“真の東北日本”に属することになり、柏崎-銚子線がその北を通るか南を通るかという問題は一応消滅する」と。この段階で、関東構造線(小林・大塚, 1938)や利根川構造線(望月, 1950)が、日本列島を分断する第一級の断層であるとした視点は一気に衰退したと思われる。

その後、山下は柏崎-銚子線を撤回し、柏崎-千葉構造線を再提案した(山下, 1995)。柏崎-千葉構造線の北側に位置する成田周辺では三波川変成岩が掘削されているので、この構造線は単に西南日本の内部を横断する断層のひとつと位置づけられる。したがって、新たに提案された柏崎-千葉構造線は、日本列島の地体構造論、とくに東西日本の地質学的境界に関する議論において考慮すべき断層と



第6図 東北日本と西南日本の先新第三系基盤岩類に関する地質学的境界が、阿武隈山地と八溝山地の間の棚倉破碎帯であるとするモデル。

は成り得ない。この段階で、東西日本の地質学的境界が棚倉破碎帯であることが、日本の地質学界において確定したといえよう。

(第五話につづく)

文献

千葉達朗 (2008) 口絵 1 関東地方の地形. 日本地質学会編 日本地方地質図 3 関東地方, 朝倉書店.
道前香織里・石賀裕明・石川憲一・千代延俊・丸岡幹男 (2003) 関東平野の温泉開発と泉質の特徴およびカッティングスの地質学的検討 (予報). 島根大学地球資源環境学科研究報告, 22, 21-29.

端山好和・比企団体研究グループ (1984) 関東山地北東縁から天竜峡型片麻状花崗岩および鹿塩型マイロナイトの発見. 地質学雑誌, 90, 857-859.
比企団体研究グループ (1982) 関東山地北東縁部から領家非持型トータル岩の発見. 地質学雑誌, 88, 427-430.
石井基裕 (1962) 関東平野の基盤. 石油技術協会誌, 27, 615-640.
磯見 博・河田清雄 (1968) フォッサマグナ両側の基盤岩類の対比. 地質学会第 75 年学術大会総合討論会資料「フォッサ・マグナ」, 4-12.
小林貞一・大塚彌之助 (1938) 西南日本地體構造と中生代古地理に関する一考証 (其の 7). 地質学雑誌, 45, 392-400.

- 小勝幸夫・小林洋二・渋谷 紘・武井暁作・竹内敏晴・角田史雄・堀口萬吉・町田二郎・村井武文・吉田弘安・吉羽興一 (1970) 埼玉県寄居町付近の中生代後期の地層・岩石を中新とした地質学的研究. 地質学雑誌, **76**, 421-431.
- 望月勝海 (1950) 東北日本・中央日本の関東対曲. 地質学雑誌, **56**, 285.
- 埼玉県農林部 (1968) 埼玉県秩父入間比企地方の地質. 89p.
- 鈴木宏芳・高橋 博 (1983) 下総深層地殻活動観測井の作井と地質. 国立防災科学技術センター速報, no. 48, 1-61.
- 高木秀雄・藤森秀彦 (1989) 関東山地北縁部の異地性花崗岩帯. 地質学雑誌, **95**, 663-685.
- 高木秀雄・長濱裕幸 (1987) 関東山地北東部比企丘陵の領家帯. 地質学雑誌, **93**, 201-215.
- 高木秀雄・鈴木宏芳・高橋雅紀・濱本拓志・林 広樹 (2006) 関東平野岩槻観測井の基盤岩類の帰属と中央構造線の位置. 地質学雑誌, **112**, 53-64.
- 高木秀雄・高橋雅紀 (2006) 松伏 SK-1 坑井基盤岩試料からみた関東平野の中央構造線. 地質学雑誌, **112**, 65-71.
- 高橋雅紀 (2008a) 口絵 4 関東地方の地質図と関東平野下の先中心統基盤深度図. 日本地質学会編 日本地方地質図 3 関東地方, 朝倉書店.
- 高橋雅紀 (2008b) 3.2.4 比企丘陵. 日本地質学会編 日本地方地質図 3 関東地方, 156-162, 朝倉書店.
- 矢島敏彦 (1981) 関東平野基盤岩類の岩石学的特徴と地質構造. 地質学論集, no. 20, 187-206.
- 山下 昇 (1970) 柏崎 - 銚子線の提唱. 星野通平・青木 斌編「島弧と海洋」, 179-191, 東海大学出版会.
- 山下 昇 (1995) 10 章 フォッサマグナの成因. 山下 昇編著「フォッサマグナ」, 195-243, 東海大学出版会.
-
- TAKAHASHI Masaki (2016) Geological problem for the tectonic boundary between Northeast and Southwest Japan -Basement below the Kanto Plain-.
 (受付: 2016 年 4 月 14 日)

コアスクールコア解析基礎コース：その概要と沿革

池原 研¹⁾・池原 実²⁾・村山雅史³⁾・歴代講師・世話人・チューター・サポーター一同⁴⁾

1. はじめに

筆者の記憶が間違っていなければ、コア解析スクールをやるということになったのは、2004年のニューイヤースクールの反省会の席ではなかったかと思います。当時のニューイヤースクールは様々な分野あるいは主催者側が決めたテーマについて講師を呼んで話を聞く座学形式であったため、実習のようなものをやりたいという要望もあり、また、統合国際深海掘削計画(Integrated Ocean Drilling Program: IODP)が実質的にスタートする時期であったので、この国際的な場面で活躍する人材を多数育成せねばならない背景もありました。さらに高知大学に海洋コア総合研究センターの新しい建屋ができ、IODPの船上と同じ計測装置が設置されたこともあり、船上でのコアフローを疑似体験する場を提供できる環境が整ったこともありました。こうして最初のスクールを「コア解析スクール in 高知2005」として宣伝し、2005年3月16日に「第1回コア解析スクール『実践コース05春』」が開催されました。これを開催してからすでに12年が経過し、スクールの開催回数も14回になりました。産総研地質調査総合センターには一昨年度(2015年)よりこのコースを共催していただいております。ここでは、このコースをさらに充実させ、学生・若手研究者たちに参加してもらうために、コアスクールコア解析基礎コースの概要を紹介するとともに、これまでのスクールを振り返ってみたいと思います。

2. コアスクールコア解析基礎コースの概要

現在のこのコースの正式な名称は、「J-DESC コアスクール コア解析基礎コース」です。J-DESCとは日本地球掘削科学コンソーシアム(Japan Drilling Earth Science Consortium)の略称で、日本国内の陸域・海域での掘削科学の推進と各組織・研究者間の連携強化を目的として大学や国立研究機関が中心となって作られた組織で、2016

年3月現在で正会員53機関、賛助会員12企業と個人会員から構成されています。J-DESCでは海洋の国際掘削計画である国際深海科学掘削計画(International Ocean Discovery Program: IODP)や陸上の国際掘削計画の国際陸上科学掘削計画(International Continental Scientific Drilling Program: ICDP)への対応などについて、研究者側からの科学掘削への支援を行っているほか、会員の提案に基づく掘削科学研究への支援、パンフレットの作成・配布、メーリングリストでの情報提供、日本地球惑星科学連合大会時などでのブース出展などにより掘削科学の普及・振興を進めています。中でも軸となる活動の一つがコアスクールであり、「コア解析基礎コース」、「同位体分析コース」、「微化石コース」、「ロギング基礎コース」、「古地磁気コース」、「岩石コア記載技術コース」がほぼ毎年開催されているほか、「コア記載エキスパートコース」、「泥水検層コース」、「『ちきゅう』乗船スクール」などが開催されることがあります。ここで紹介する「コア解析基礎コース」はコア解析に必要な基礎的技術・知識の習得を目的としたコースで、J-DESCによる開催となった2008年より以前から継続して開催してきました。

それでは「コア解析基礎コース」ではどんなことをやっているのか、2016年3月10日～13日に開催された時の例で見てみましょう。コースは高知コアセンターのサンプリング室を会場として行われました。コースは第一日目(3月10日)の13時から始まりました。希望者は午前中に高知コアセンター内の見学ツアーに参加しました。コースではまず、コース全体の概要・スケジュールや緊急時の対応についての説明がありました。高知コアセンターは高知空港から徒歩で15分程、海岸から数kmのところにありますので、南海地震時には津波が襲来する恐れがあります。緊急時の対応の説明は必須です。実習生には「レクチャーノート」と「スミアスライドの世界」の2冊のテキストが配布されました(写真1)。レクチャーノートは基本的に講義のスライドをまとめたもので、これらのほかに、

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

2) 高知大学海洋コア総合研究センター

3) 高知大学農林海洋科学部海洋資源科学科

4) 名前は第2表に記述

キーワード：コアスクール、J-DESC、岩相記載、非破壊計測、物性測定、スミアスライド、実習

底質採取，堆積物コアの見方，深海堆積物に記録された地球環境変動，X線CT装置の概要やこれを用いた高分解能環境変動解析などの別刷，ODP Technical NoteのHandbook for shipboard sedimentologists, IODP Smear Slide Atlasが入っています。今回の実習生は直前のキャンセルもあって10名とやや少なめでした。通常は4～5名で一つの実習班を作りますが，今回は3つの班に分けることにしました。参加者の内訳を見ると，日本人4名と留学生が1名，韓国人4名，台湾人1名です。しかも，日本人はすべて学部生で，外国人は修士課程3名，博士課程2名，助手1名です。昨年はレクチャーノートはすべて英語にするものの，講義は日本語でやることで日本人，外国人を分けずに講義・実習を行ってきましたが，今回はそれは困難と判断し，日本人と外国人を分け，日本人向けには日本語のレクチャーノートを使って日本語で講義・実習を，外国人向けには英語のレクチャーノートを使って英語で講義・実習を行うことにしました。

初日は二日目からの実習に備えて，「コア記載 (visual core description)」（担当：池原 研），「コア非破壊計測 (core logging)」（久光敏夫），「スミアスライド観察 (smear slide observation)」（黒田潤一郎）の基礎的な講義が3つです(写真2)。講師は通常は一回ですむ講義を日本語と英語で一回ずつやることになりました。池原担当の日本語の講義は，日本人はすべて学部生でしたので，できるだけ専門用語や英語を使わないように噛み砕いて話すように心がけたので，予定の時間(1時間)をかなり超過することになってしまいました。3つの講義の後，スミアスライドの作成方法の実習を行い，初日は終了です。懇親会で日，韓，台の親睦を深めました。

二日目(3月11日)からはいよいよ本物のコアを使った実習です。各班には半割されたコアが2セクション割り当てられました。今年のコアは2015年7月に若狭湾沖日本海で採取してきたピストンコアの一部を使用しました。このため，まだ新鮮なコアを今年の実習では使うことができました。実習は「コア記載」(池原 研)(写真3)，「X線CT撮影(X ray CT observation)」（村山雅史)(写真4)，「マルチセンサコアロガー (Multi-sensor core logger measurement)」（久光敏夫・多田井修)(写真5)，「スミアスライド観察」(黒田潤一郎)(写真6)，「分光測色計測定 (spectrophotometer measurement)」（池原 実)(写真7)の5つで，前4者を各々2時間弱をかけて二日目に実習します。分光測色計による色測定は，三日目の実習に行いました。三日目(3月12日)も実習です。最終日には観察した結果やそれから考察したことなどを班毎に発表せ



写真1 実習生に配布されるレクチャーノートとスミアスライドの世界(2011年版の例)。



写真2 講義の様子。



写真3 実習1 肉眼岩相記載。各班2セクション分のコアを観察し，記載用紙に書き込んでいく。



写真4 実習2 X線CT撮影。透過画像の構築だけでなく、実習生が選んだ層準についての三次元画像の構築も体験する。

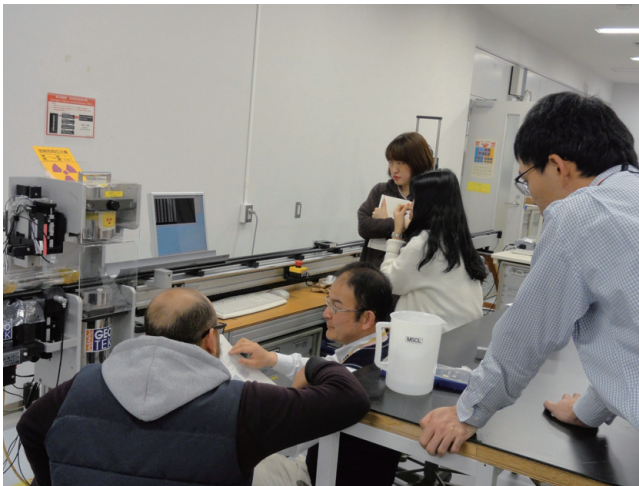


写真5 実習3 マルチセンサーコアロガーによる物性測定。ガンマ線透過強度による密度測定、帯磁率測定、P波速度測定が一定間隔で行われる。

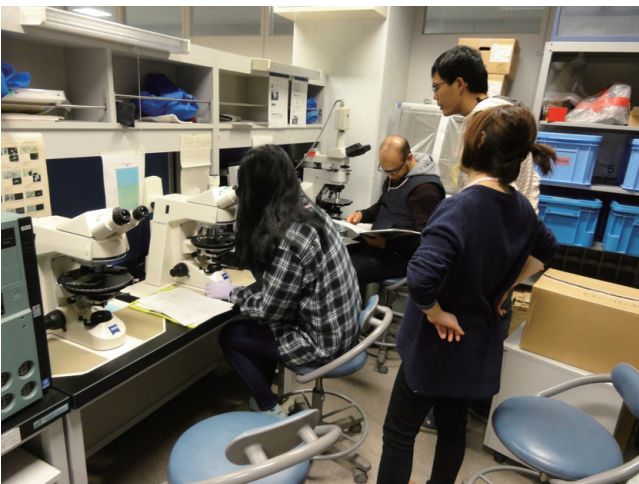


写真6 実習4 スミアスライド観察。肉眼岩相記載で主要岩相と判断されたり、特異な岩相と判断された部分につきスミアスライドを作成して、粒度と粒子組成を確認し、岩相名を決定する。

ねばなりませんので、特に三日目は実習生それぞれが観察した結果を持ち寄って班の中で議論しながら、再度コアを観察したり、スミアスライドを作ったり、計測データをまとめたりしていきました。実習には経験豊かなチューター（山口龍彦、浦本豪一郎、池原 実）が各班に付き、実習生のケアをしました。限られた時間で観察結果をまとめさせねばならないので、チューターも大変です。毎年のことながら、夜遅くまで議論とりまとめの作業がなされました。なお、二日目には「IODP update」(Lallan Gupta, 代理久光)と題したIODPの現状の講義が、三日目には「JAMSTECのコア管理・利用(overview of JAMSTEC core curation)」(阿波根直一)と題したJAMSTEC船舶で採取されたコアの管理や利用・公開についての講義がなされました。

最終日の四日目(3月13日)は班毎による観察結果などの発表会です(写真8)。各班30分の持ち時間(質問時間込み)で肉眼観察、スミアスライドによる粒子組成の観察結果や岩相名の決定、X線CT画像に見える構造や物性変化パターン、色変化、そしてそれぞれの関係など、班毎に独自の視点で観察・計測結果がまとめられて、発表されました。そして、ほかの実習生、講師、チューターらからの質問と答弁がやりとりされました。そして最後は「日本海の岩相層序・古環境・堆積作用コア観察の解釈の例」(池原 研)ということで、日本海の後期第四紀の岩相層序や古環境、堆積作用についての概要説明と、実習で使ったコアで見られた岩相や構造、それらと物性測定結果の対応、そしてそれらから推定される古環境変化や堆積作用についての解釈の一例を解説しました。以上でコースは終了です。実習生の代表に修了証書がコースの代表者である池原実から手渡され(写真9)、無事にコースを終了することができました。その後、コアセンターの玄関前で記念写真を撮り、実習生はアンケートに記入・提出、そして、解散となりました。

以上のように実質三日のスクールですが、実習生は海底コアの観察・解析についての初めての体験をしつつ、実際に手を動かして、自らのデータを得、さらにほかの実習生の結果と比較して議論し、班として結果をまとめていくこととなります。このため、実習生にとってはかなりハードな内容であると思います。今年は日本人と外国人を班で分けていましたが、これまでは日本人の中に1~2名の外国人を入れた班構成にしていたので、日本人は学部生であろうが英語でコミュニケーションをとらねばなりません。最初はなかなか議論できなかったのが、最後の方では英語で話しながら一緒にご飯を食べている姿を見ると、そのよ



写真7 実習5 分光測色計による色測定。分光測色計を一定の間隔で押しあてて、堆積物の色を測定する。

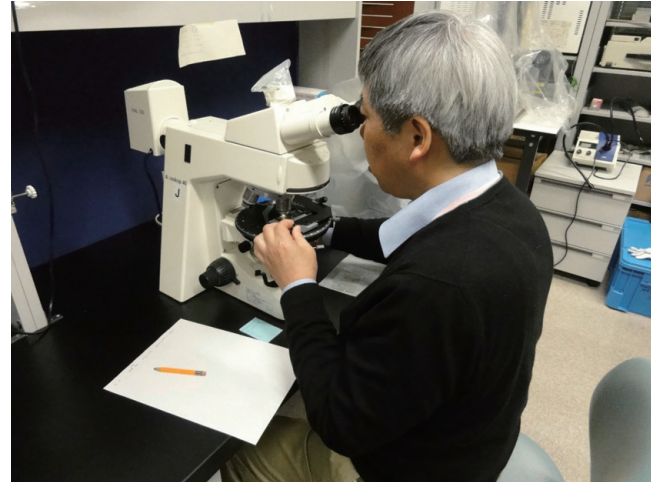


写真10 まとめのためにスミアスライドを観察する講師。



写真8 班毎の発表会の様子。

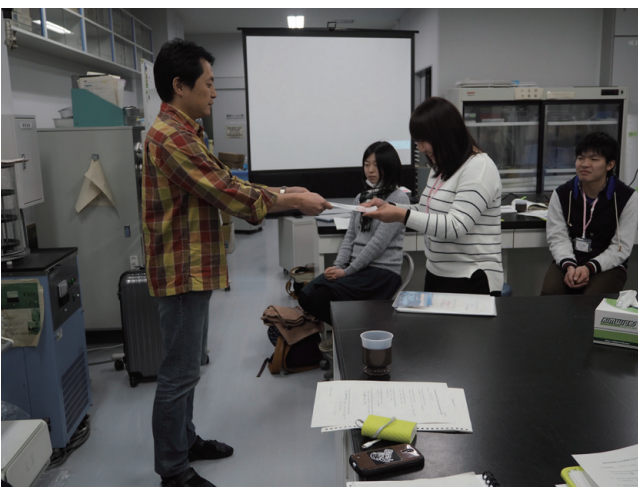


写真9 J-DESCからの終了証書の授与。

うな体験も若い人たちにはいいことだったのではないかと思います。一方、最後の解説をする講師の方も手が抜けません。X線CT画像や物性データがもらえるのは二日目の夕方。ここから各班のコアを覗き見し、必要に応じてスミアスライドを自ら作って観察し(写真10)、それらを総合してある解釈を作り上げねばなりません。資料のハンドアウトの印刷を考えれば、四日目の朝にはファイルを渡さねばならないので大変です。しかし、コアの経年変化など通常では得にくいデータを見るチャンスでもあり、新たな発見ができる場にもなっています。

3. コアスクールコア解析基礎コースの歴史

次に、2005年から始まったこのコースの歴史・実績を見ていきましょう。先にも書いたように、このコースの第一回目は2005年3月16日～18日に開催されました。このコースは完全なボトムアップのイベントで、ニューイヤースクールの主催をしていた「21世紀の地球科学を考える会」のほか、「高知大学海洋コア総合研究センター」、「海洋研究開発機構地球深部探査センター」、「海洋研究開発機構地球内部変動研究センター」の共催でした。現在は、「日本地球掘削科学コンソーシアム」の主催、「高知大学海洋コア総合研究センター」、「海洋研究開発機構高知コア研究所」、「産業技術総合研究所地質調査総合センター」の共催と「(株)マリン・ワーク・ジャパン」の協力で行っています。2005年から始まって、前章で説明した今年までのコースまで、12年14回にわたって開催してきました(第1表)。参加した実習生は延べ252名になります(第1表)。このコースは開催地の高知大学及び海洋研究開発機構の

第1表 「コラスクールコア解析基礎コース」の開催の歴史と参加者数。

回数	スクール名	開催日	参加者数	外国人参加者数
1	第1回コア解析スクール 実践コース	2005/3/16-18	30	0
2	第2回コア解析スクール 入門コース	2005/8/3-5	30	0
3	第3回コア解析スクール 実践コース	2006/3/14-17	20	0
4	第4回コア解析スクール 入門コース	2006/9/19-22	15	2
5	第5回コア解析スクール 実践コース	2007/3/10-13	15	0
6	J-DESCコラスクール コア解析基礎コース2008	2008/3/15-18	24	0
7	J-DESCコラスクール コア解析基礎コース2009	2009/3/14-17	12	0
8	J-DESCコラスクール コア解析基礎コース2010	2010/3/8-11	12	5
9	J-DESCコラスクール コア解析基礎コース2011	2011/3/10-13	21	0
10	J-DESCコラスクール コア解析基礎コース2012	2012/3/6-9	12	0
11	J-DESCコラスクール コア解析基礎コース2013	2013/3/2-5	18	0
12	J-DESCコラスクール コア解析基礎コース2014	2014/3/3-6	15	5
13	J-DESCコラスクール コア解析基礎コース2015	2015/3/9-12	18	3
14	J-DESCコラスクール コア解析基礎コース2016	2016/3/10-13	10	4

第2表 「コラスクールコア解析基礎コース」講師・世話人・チューター・サポーター名簿。

回数	世話人	講師	チューター	サポーター
1	池原 実, 青池 寛	青池 寛, 飯島耕一, 池原 研, 池原 実, 坂本竜彦, 平野 聡, 村山雅史	-	朝日博史, 近藤明美, 多田井修, 田中智行, 藤井純子
2	池原 実, 青池 寛	青池 寛, 飯島耕一, 池原 研, 池原 実, 坂本竜彦, 平野 聡, 廣野哲朗, 村山雅史	黒田潤一郎	朝日博史, 三島稔明, 多田井修, 和詩賀子, 長野正寛
3	池原 実, 菊田宏之, 青池 寛	青池 寛, 飯島耕一, 池原 研, 池原 実, 坂本竜彦, 平野 聡, 村山雅史	朝日博史, 黒田潤一郎, 佐川拓也, 三島稔明	和詩賀子, 石黒尋希
4	池原 実, 菊田宏之, 久光敏夫	青池 寛, 朝日博史, 池原 研, 池原 実, 坂本竜彦, 久光敏夫, 村山雅史	大岩根尚, 黒田潤一郎, 佐川拓也, 三島稔明	多田井修, 和詩賀子, 石黒尋希, 柳本志津, 長山智子
5	池原 実, 菊田宏之, 久光敏夫	青池 寛, 飯島耕一, 池原 研, 池原 実, 多田井修, 久光敏夫, 村山雅史	朝日博史, 岡崎裕典, 黒田潤一郎	和詩賀子, 柳本志津, 福見朋香, 長山智子
6	池原 実, 菊田宏之	青池 寛, 飯島耕一, 池原 研, 池原 実, 坂本竜彦, 多田井修, 久光敏夫, 村山雅史	岡崎裕典, 川村紀子, 菅沼悠介, 横山美和	和詩賀子, 柳本志津, 坂口さやか, J. ガリンド
7	池原 実, 菊田宏之	飯島耕一, 池原 研, 池原 実, 坂本竜彦, 多田井修, 久光敏夫, 村山雅史	朝日博史, 川村紀子, 成瀬 元	柳本志津, 坂口さやか, 秋田大作, 西森知佐
8	池原 実, 菊田宏之	飯島耕一, 池原 研, 池原 実, L.P. Gupta, 多田井修, 久光敏夫, 村山雅史	朝日博史, 天野敦子, 山口飛鳥	柳本志津, 坂口さやか, 秋田大作, 西森知佐
9	池原 実, 福富 淳	飯島耕一, 池原 研, 池原 実, L.P. Gupta, 多田井修, 富山隆将, 久光敏夫, 村山雅史	氏家由利香, 浦本豪一郎, 上栗伸一	松崎琢也, 柳本志津, 坂口さやか, 西森知佐
10	池原 実, 阿波根直一	池原 研, 池原 実, 浦本豪一郎, L.P. Gupta, 多田井修, 富山隆将, 久光敏夫, 村山雅史	井尻 暁, 上栗伸一, 齋藤 有	松崎琢也, 柳本志津, 坂口さやか, 西森知佐
11	池原 実, 阿波根直一	池原 研, 池原 実, 市山祐司, 黒田潤一郎, L.P. Gupta, 多田井修, 久光敏夫, 村山雅史	井尻 暁, 浦本豪一郎, 齋藤 有	松崎琢也, 柳本志津, 西森知佐
12	池原 実, 阿波根直一	池原 研, 池原 実, 市山祐司, 浦本豪一郎, L.P. Gupta, 多田井修, 久光敏夫, 村山雅史	井尻 暁, 齋藤 有, 山口龍彦	松崎琢也, 柳本志津, 西森知佐
13	池原 実, 阿波根直一	阿波根直一, 池原 研, 池原 実, 黒田潤一郎, L.P. Gupta, 多田井修, 久光敏夫, 村山雅史	齋藤 有, 山口龍彦, 浦本豪一郎	松崎琢也, 柳本志津, 西森知佐, 小松朋子, 藤村由紀
14	池原 実, 阿波根直一	阿波根直一, 池原 研, 池原 実, 黒田潤一郎, L.P. Gupta, 多田井修, 久光敏夫, 村山雅史	山口龍彦, 浦本豪一郎	松崎琢也, 柳本志津, 西森知佐, 藤村由紀

方が世話人となり、これまでに17名延べ106名が講師、18名延べ39名がチューターとして参加しており、このほかに19名延べ56名の方(高知大学, マリン・ワーク・ジャパンの方々)にサポーターとして支援していただきました(第2表)。最初の2年間は、実践コースと入門コースに分けて、年に2回開催していましたが、3年目以降は年に1回の開催になっていて、ほぼ毎年3月の中旬から中旬の期間に実施しています。また、1年目は2泊3日のコースでしたが、2年目以降はアンケート結果などを踏まえて、3泊4日のコースになっています。毎年のアンケート結果によれば、最後の発表準備が大変なので、もう少し長い日程を望む声もありますが、講師陣の間では現状が適当な長さであると考えています。実習生の身分は実践コースは国際的な場面で活躍する人材の育成が大きな目的の一つだったので、大学の教員から研究者、技術員、PDと博士課程、修士課程の大学院生が半々程度でしたが、その後は学生の割合が増え、2016年までの総合では、学部生

が最も多く約34%、ついで修士課程大学院生の約27%、博士課程大学院生の約17%となります。最も若い学年の参加者は学部1年生でした(これまでに3名います)。このような実習生の構成割合からすると、このコースは堆積物のプロを養成するものではなく、初学者や地質以外の専門の学生・若手研究者に堆積物に触れて、理解を深めさせることが大きな役割になっていると思います。また、韓国のKIGAMの研究者を2006年に2名、韓国のIODP推進組織であるK-IODPからの要請により2010年に5名の韓国人学生を受け入れたのを始めに2013年以降は継続して外国からの参加者があります(第2表)。外国人参加者(日本の大学・研究機関に所属していた人は除く)はおおよそ7.5%を占めています。特に2014年は国際化にチャレンジし、IODPのアメリカ、ヨーロッパでの実施機関であるUS Implementing Organization (US-IO) や The European Consortium for Ocean Research Drilling (ECORD) を通じて、広く国内外から実習生を公募した国際スクールとして

開催しました。その結果、実習生 15 名中海外から 5 名の参加がありました。この時は、日本語と英語の両方で講義及び実習をやりましたが、日本人学生の理解度が低下すること、講義時間が長くなること、講師のストレスがたまることがわかり、上述のこのコースの役割を果たせなくなる恐れがあると判断し、翌年から国際化は中断させています。ただし、外国人がいることは英語での会話練習にもなるなどいい面もあるため、海外からの個別の受入要請には対応するようにしています。

講義や実習の概要は大きくは変わっていません。第 1 回のコースではコアセンターのラボツアーから始まり、全体レクチャーとして「IODP とコア採取方法 科学計測スタンダード」(村山雅史)、「IODP 時代のコアフロー (JR, Chikyu)」(青池 寛)、「岩相記載概論」(池原 研)、「スミアスライド概論」(飯島耕一)、「非破壊計測概論」(平野聡)の 5 つの講義を 2 時間でやり、初日に最初の実習を始めるという詰め込み体制でした。さらに「ちきゅう」の運航を意識して、「ちきゅう」船上でのデータ蓄積・配布システムである J-CORES の実演や XRF コアロガーの実習も取り入れられていました。各班の人数は最大 6 名でしたが、実験台の大きさや各班に与えられるコア(セクション)の数が 2 つと少ないことから考えると、4 名程度が適当で、最大でも 5 名かと今は考えています。とすると、1 回の実習生の受け入れ可能な人数は 15 名程度となります。講義も実習も最初は講師側も手探りの状態でしたが、回数をこなすうちに慣れてきて、習得に時間のかかりそうな部分は早い段階で実習を入れるなどの改善が図られてきています。レクチャーノートも毎回の実習生の反応を考慮しつつ、微妙にはありますが、改善に心がけています。ちなみに、第 1 回から班毎の発表はありましたが、最後のまとめの講義はありませんでした。班毎の発表は実習をやっただけに終わらせないために重要と考えています。また、実際の船上では毎日のミーティングがあって、採取されたコアの状況を随時報告させられる場合もありますので、そのための訓練にもなります。最後のまとめは実習生が見て感じたことと年長者のそれとを比較するために重要だと思っています。まとめがレクチャーノートのプログラムに載るのは 2006 年 9 月の第 4 回のコースからでした。これもコースを続けてきた中での変革の一つです。

4. コアスクールコア解析基礎コースの今後の課題

毎回 15 名程度の募集人数枠は埋まっているので、このコースの潜在的ユーザは継続的にいるものと思われ、この

コースを引き続き実施していくことが必要であると筆者らは考えています。しかし、このようなコースを継続的に実施していくためにはいくつかの課題があることも事実です。ここでは今後の課題について考えてみましょう。

まず第一は、講師・チューターを含めた指導側の人員体制の整備です。第 2 表にあるように、現在は高知大学、海洋研究開発機構と産総研の教員・研究者が講師・チューターを務めていますが、その時々々の異動や出張、会議などでコース開催の期間に講師・チューターの日程が確保できない場合もありました。中堅・若手の研究者を取り込んで、講師・チューター陣を拡大・強化することが必要です。意欲ある方の参画を心から希望しますし、現在の講師陣からの積極的な働きかけも必要だと思っています。また、J-DESC のみならず周辺の方々にもこのような活動への理解と支援をいただき、特に若い講師・チューターの評価においてこのような活動も評価軸の一つとして考えていただければ大変ありがたく思います。

もう一つの大きな問題は実習試料の確保です。コアを見て、触れて、計測するのがこのコースの最も大事なポイントです。したがって、実習に使うコアが必須です。海底堆積物コアはたくさんありますが、実習向けのコア試料は思ったよりも少ないです。どのようなコアが実習に向くかと言うと、1) 2 m 程度の長さの間でも岩相変化や構成粒子の組成変化があること、2) 堆積構造や生物擾乱構造が見られること、3) テフラ層や砂層などの挟在があること、4) 岩相変化に対応した堆積物の色や物性の変化があること、5) 岩相変化の把握が初心者でも容易であること、などかと思っています。このため筆者らは日本海の後期第四紀堆積物のコアを使うことにしました。日本海の後期第四紀の堆積物は日本海の海洋環境変化に対応した明暗互層で特徴づけられます(例えば、Oba *et al.*, 1991 ; Tada *et al.*, 1999 など)。さらに暗色層には平行葉理、明色層への移行部には生痕などを観察することができ、堆積物の色の顕著な変化もあって、初心者には記載しやすい堆積物だと思います。また、テフラ層(Ikehara, 2015)や細粒タービダイトの挟在なども見られる場合があり、これも実習用コアとしての要件を満たしています。このため、研究用として採取したコアのうち、研究用では使わないコアの一部を実習用に提供していただいたり、このコアスクールのコースのためにコアを使うことも盛り込んだ航海提案を申請したりして、実習用コアの確保を行ってきました。実習では実験台の上にコアを広げて観察し、スミアスライドを作ります。また、最後のまとめの際にはコアに戻って議論をする場合もあります。このため、コアは実習中の長い時間に

わたって大気にさらされることとなり、まずは大気中の酸素との反応による堆積物表面の酸化(色の変化)、次には乾燥へと進みます。堆積物の酸化は鉱物の溶解や晶出を産む場合があります、コアの乾燥はクラックの発生を呼び、マルチセンサーコアロガーでの物性測定の障害にもなります。つまり、堆積物の特徴と物性測定結果の統合的解釈に支障をきたすことになるわけです。このコースでのこれまでの経験からすると、同じコアを実習に使えるのは長くても3年だと思います。よりよい実習のためには2年で交換していくことが望ましいかと思います。しかし、新しいコアの入手はそれほど簡単ではありません。これまでコースの趣旨や重要性を理解していただけた方々の援助を得て、2001年、2004年、2007年、2010年、2015年に採取されたコアを使わせていただけてきましたが、数年に1度程度のコアの継続的な入手がこのコースの継続的な開催には必須となります。これがこのコースの最大の課題です。

J-DESCでは「コア記載エキスパートコース」というコースを開催したことがあります。実際にIODPの航海に堆積学者として乗船する人向けのより実際に即したコースです。ここでは、講義・実習はすべて英語で行いました。上記のように「コア解析基礎コース」は実習生の構成から見て入門的なコースに位置づけられ、実際の乗船時の即戦力にならないかもしれません。より深化した実戦的なコースの開催も今後考えるべき課題の一つです。すべて英語で行うのであれば、国際スクールとすることもできますので、J-DESC コアスクールの国際化にも貢献できるでしょう。毎年開催は実施者側の負担も大きいでしょうから、数年に一度でもよいので、検討すべきだと思います。また、掘削船上での疑似体験を深めるならば、J-DESCの他のコアスクールとの連携も今後考えられるとよいかもしれません。

5. おわりに

多くの方の援助をいただきながら、コアスクール「コア解析基礎コース」を12年にわたり続けてこられたことは筆者らも喜びに堪えません。マンネリにならないように注意しつつ、続けてきたつもりですが、実習生の方々の目にはどう映っているのでしょうか？この報告をまとめるにあたって、改めて14冊のレクチャーノートと参加者名簿に目を通して、非常に多くの方に参加いただいたことを実感しました。まず、これまで参加していただいた252名の実習生の方に厚く感謝いたします。12年間のコース開催ではいろいろなことがありました。まず、2007年3月13日の高知空港でのボンバルディア機の胴体着陸。ちょ

うど各班の発表の時だったと思いますが、コアセンターの屋上にみんなで出ました。コース終了日でしたが、高知空港が閉鎖されたので、帰るに帰れない人も出ました。次に、2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震の時もこのコースの開催中でした。高知沿岸の津波警報の発令で、実習を中断してコアセンターの屋上に避難しました。いつ津波が来るのか、どのタイミングで屋上を離れて戻っているのかなど、よく分からない状況だったのを覚えています。さらに、伝わってくる惨状を見ながら、実習を行いました。テレビでの惨状の映像はまだ目に焼き付いています。また、その日の夜は津波対策として、コアセンターの会議室に移動して夜を明かすこととしました。硬い会議室の床に宿舎から持ってきた毛布を敷いて寝たのでした。

以下は、このコースへの参加の呼びかけです。

<学生・若手研究者の方々へ> 実習とそのまとめは大変ですが、外国人も含めて、ほかの大学・研究機関の人との議論を経験できます。このつながりは大学だけでは作れないかもしれません。この経験は就職後も役に立つと信じます。実習後のアンケートでは満足率90%以上です。自分の知らない扉を開いてみませんか？

<大学の教員の方々へ> 実習生は通常の講義では学べないようなことを実習を通して学べます。また、ほかの大学・組織の人間との情報交換や外国人学生との英語での会話も勉強できます(写真11)。是非、J-DESC コアスクールを利用し、学生さんたちに刺激を受ける機会を与えてあげてください。

これからもこの「コア解析基礎コース」は日本の掘削科学や海洋科学の底辺拡大のためにも続けていく必要があります。そのために筆者たちも努力していきたいと思えます。実習場所である高知コアセンターの高知大学海洋コア総合研究センターや海洋研究開発機構高知コア研究所、マリン・ワーク・ジャパンのスタッフ、技術補佐員の方々には毎回多大な支援をいただいております、感謝に堪えません。J-DESC や産総研地質調査総合センターからもいっそうのご支援をいただけますようお願いしたいと思います。また、実習試料(コア)の採取や提供においては、以下の方々にお世話になりました：北里 洋氏、多田隆治氏、佐川拓也氏、池原 実、池原 研。

以上の方々への感謝の気持ちを持って、筆を置きたいと思えます。



写真 11 コース終了後の実習生たち.

文 献

- Ikehara, K. (2015) Marine tephra in the Japan Sea sediments as a tool for paleoceanography and paleoclimatology. *Progress in Earth and Planetary Science*, 2, 36, doi: 10.1186/s40645-015-0068-z.
- Oba, T., Kato, M., Kitazato, H., Koizumi, I., Omura, A., Sakai, T. and Takayama, T. (1991) Paleoenvironmental changes in the Japan Sea during the last 85,000 years. *Paleoceanography*, 6, 499–518.
- Tada, R., Irino, T. and Koizumi, I. (1999) Land-ocean linkages over orbital and millennial timescales recorded in late Quaternary sediments of the Japan Sea. *Paleoceanography*, 14, 236–247.

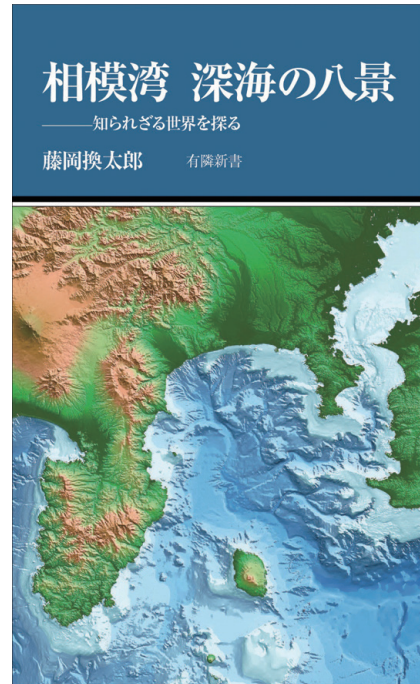
IKEHARA Ken, IKEHARA Minoru, MURAYAMA Masafumi and Lecturers, Agents, Tutors and Supporters of Core School Basic Core Analysis Course (2016) Core school “Basic core analysis course” : An outline of the course and its history.

(受付：2016年4月28日)

相模湾 深海の八景 知られざる世界を探る (有隣新書 78)

藤岡換太郎 [著]

有隣堂
発売日：2016年6月10日
定価：1,000円+税
ISBN：978-4-896602227
新書サイズ (17.4 × 10.4 × 1 cm)
216ページ, ソフトカバー



藤岡換太郎先生の書かれた講談社ブルーバックス「山はどうしてできるのか」、「海はどうしてできたのか」、「川はどうしてできるのか」三部作のうち、「川」については2015年3月号の本誌上でも七山が紹介している。これら地球の本質に迫る壮大なテーマについて語る一方、「相模湾」という地理的に身近で将来の自然災害に直結しているであろう新刊を興味深く読ませていただいた。

相模湾は伊豆半島と三浦半島に挟まれた海域であり、ここにはプレート境界である相模トラフが伏在している。相模トラフでは1923年9月1日関東地震(Mw7.9-8.2)に代表される巨大地震が数多く発生し、多くの地震・津波被害をもたらしたことが知られている。陸側には火山活動の活発な箱根、大地震の発生確率が高い神縄・国府津-松田断層帯が位置している。この海域では、複雑な地形や海流によって、多様な生物が育まれていることが知られている。本書の前半では、現在相模湾で起こっている地球科学的現象や海洋生物研究について詳しく紹介し、後半では、相模湾を地球科学や生物科学的な観点から選んだ優れた風景を「相模湾八景」として紹介し、相模湾を中心に周辺のジオパークとともに相模湾メガバイオジオパーク構想を提案、将来相模湾で起こるであろう自然災害についての課題で結んでいる。

本書のカバーの表紙が鮮やかな相模湾海底地形鯨観図のカラー図版となっているので、カバーを外して傍らに座しな

がら本書を読み進めると、著者が述べている「相模湾」像をより具体的にイメージすることができるであろう。以下に章ごとに内容等を紹介する。

まえがきでは、本書の読み方を指南している。相模湾の基礎知識をきちんと学びたい人は序章から、専門家は第五章から読むことを勧めている。

序章では、地球における日本列島の概観の一般論について述べている。特に、相模トラフの南東方向の延長線上で日本海溝と伊豆・小笠原海溝が交わる、世界に一つしかない「海溝三重会合点」である深海湾と日本の最高峰(富士山)との落差についてはたいへん興味深い。

第一章から第四章は、第五章の相模湾八景を理解する上で必要な地球科学的、海洋生物学的な基礎知識を得ることができる。普及書としてはやや難解な文章も散在するが、もし理解しがたくて読み飛ばしても論旨を読み解くことに何ら支障は無い。

第五章は、著者の主張が凝縮されていると言える。相模湾八景は、(その一)初島生物群集、(その二)海底地滑り、(その三)熱川沖の長大溶岩流、(その四)沖ノ山堆の化学合成生物群集 海上の道と海底の道、(その五)海底谷とごみ、(その六)深海底の定点観測、(その七)海面変動と地殻変動、(その八)深海の歳時記の八つからなる。要するに、著者が本書で論じている八景とは、現在の相模湾の深海底に見られる様々な“景観”そのものである。各景の



終わりには、自作の短歌を掲げ、著者の奥ゆかしさを漂わせている。

第六章は、相模湾の成り立ち、即ち伊豆弧の衝突によって相模湾と駿河湾が分断され、その後、丹沢山地が発生し、伊豆半島が形成されるに至った過程を論じている。

第七章は、相模湾沿岸地域に位置する博物館とジオパークを紹介している。この章で、著者はバイオジオパークという名称を新たに提唱している。さらに第八章では、相模湾の生物多様性について考察している。

終章では、相模湾で起こった自然災害、即ち海底火山噴火、地震・津波、台風・高潮等について論じ、今後の警戒を促している。最後の文章では、はるか未来には今の相模湾が無くなって南側に新たな相模湾が形成されていくストーリーを紹介して筆を置いている。

著者は新しい名称を考案するのが得意であり、これまで

も我が国の海底地形を主として、数々の新称を提案している。海底地形以外でも、例えば我々が良く目にする3D地形図を“鳥瞰図”と呼ぶが、海底の3D地形図を、光の届かない深海底を音波により見ることができる鯨類に例えて鯨瞰図と名付けたのは彼である。本書で新たに提案されているバイオジオパークや相模湾八景という新称もこれから普及していくのかも知れない。

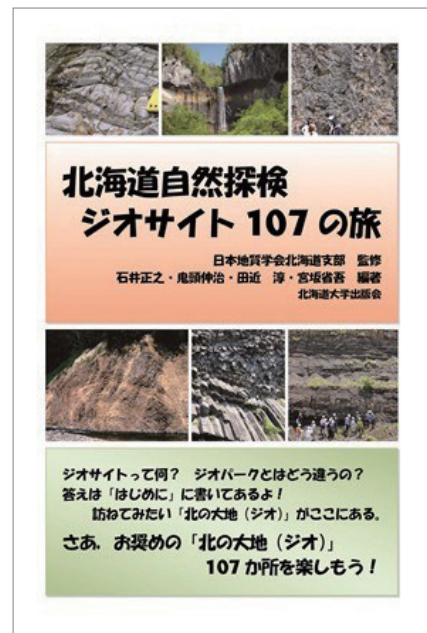
本書では、相模湾に関わる地球科学分野の情報のみならず、海洋生物学および他分野の知識を統合して執筆されている。著者の博学に敬意を表すると共に、本書が多くの人に読まれることを心から念じている。

(産総研 地質調査総合センター地質情報基盤センター 渡辺和明・地質情報研究部門 七山 太)

北海道自然探検 ジオサイト 107 の旅

日本地質学会北海道支部監修／
石井正之・鬼頭伸治・田近 淳・宮坂省吾 [編著]

北海道大学出版会
発売日：2016年5月18日
定価：2,800円＋税
ISBN：978-4-832914025
四六判，並製本
372ページ，ビニールカバー付き



このたび日本地質学会北海道支部の北海道地質百選検討グループのみなさんが中心となって，“北海道自然探検ジオサイト 107 の旅”と題する道内のジオサイトを写真で紹介する地質・地形のガイドブックを出版された。北海道は高緯度地域に位置し，本州にはない特異なものも含めて，さまざまな地形・地質が見られる場所である。これら独特な景観をつくる地形や地質などを北海道の地質遺産として広く市民に知ってもらい，北の大地（ジオ）に関心を持ってもらうことが本書の目的である。

本書の編著代表の石井正之さんは，北海道大学理学部地質学鉱物学科ご出身であり，明治コンサルタント（株）で長年にわたって，道路やトンネルの調査のほか防災関連業務にも携わってこられた。特に2000年以降，筆者らの道東の津波痕跡調査に関しても献身的にお手伝いいただいた経緯がある。石井さんは大変な勉強家であり，彼の主催するインターネットのWEBサイト“地質と土木をつなぐ”（<http://www.asahi-net.or.jp/~gf7m-isi/> 2016/04/29 確認）には，彼の豊富な経験に基づく多数の貴重なコメントが盛り込まれており，何時も大変興味深く勉強させて頂いている。

さて，本書で取り扱われている“ジオサイト”とは何か？このガイドブックの場合，地層や岩石の露頭，様々な地形および自然災害等の地質現象の発生した地点等を全て含んだ“これらが観察できる地点”という広い意味で使われていることが解る。本書には，日本地質学会北海道支部

（北海道地質百選検討グループ）が2008年からWEBで公開してきた400サイトあまりのジオサイト（<http://www.geosites-hokkaido.org/> 2016/04/29 確認）の中から，厳選された107ヶ所のみが収録されている。その選定基準は，①学術的に重要なこと，②地域の独特な景観をつくる地質，③産業活動や生活に結び付いた地質・地形，④「地質遺産」として科学的に意義づけられ，保存・改善されるべきもの，の4点であったと記されている。107ヶ所のジオサイトは各3ページを基準とし，美しい写真を豊富に使って紹介されている。これらを広大な北海道内でのドライブを想定して，11のルートに整理しなおして紹介している。

[ルートⅠ] 札幌とその周辺：サクシヨトニ川／手稲山／藻岩山／藻南公園／札幌軟石の石切場跡／八剣山／サッポロカイギュウ／定山溪薄別川／北広島島の斜交成層／美々貝塚／馬追丘陵／コラム①

[ルートⅡ] 支笏湖から洞爺湖へ：御前水／支笏カルデラ／樽前山／インクラの滝／クッタラ火山群／チキウ岬／有珠山／コラム②

[ルートⅢ] 積丹半島から羊蹄山へ：小樽赤岩／忍路半島／旧豊浜トンネル／セタカムイ岩／神威岬／沼前地すべり／ニセコ神仙沼／京極ふきだし湧水／喜茂別溶結凝灰岩／コラム③

[ルートⅣ] 噴火湾から津軽海峡へ：二股温泉の石灰華／遊楽部川／北海道駒ヶ岳／鹿部間欠泉／恵山火山／渡島



おおの かま
大野断層／釜の仙境

[ルートV] 渡島半島西海岸を北上：松前折戸浜／上ノ国
たいへい おとべかいこざわ 乙部くぐり岩／館ノ岬／鮪ノ岬／
なべつる みだれ うどまり 鍋釣岩／水垂岬／せたな鶴泊海岸／三本杉岩／後志利別川
(住吉橋)／後志利別川(中里)／賀老の滝／コラム④

[ルートVI] 夕張から空知へ：千鳥ヶ滝／石炭の大露頭／
しろがね いくしゆんべつ 白金川／夕張岳／幾春別川／三美炭鉱／岨山／空知川／
空知大滝／幌新太刀別川

[ルートVII] 神居古潭から知床半島へ：神居古潭の変成
かむいこたん しれとこ 岩／幌加内の青色片岩／比布の蝦夷層群／当麻鍾乳洞／
そうらんきょうおおぼこ しらたきこくようせき みさと 層雲峡大函／白滝黒曜石／美里洞窟／知床の第四紀火山
群

[ルートVIII] おふゆ わつかない 雄冬から稚内・オホーツクへ：雄冬岬／鬼鹿
の貝化石層／ガス沼／利尻山／桃岩ドーム／宗谷丘陵／
なかとんべつ はこ かこうせんりよくがん 中頓別鍾乳洞／函岳／一の橋花崗閃緑岩／オシラネツツ
川

[ルートIX] ひだか 日高山脈を越えて根室へ：オダッシュ山／
しかりべつ かわるつぶ 然別火山群／川流布のK-Pg境界／幽仙峡／オンネトー
湯の滝／春採太郎／興津海岸／釧路－厚岸海岸／霧多布湿
原／奔幌戸海岸／ガツカラ浜／根室車石／コラム⑤

[ルートX] ほべつ 穂別から美瑛へ：八幡の大崩れ／沙流川
(岩知志)／沙流川(新日東)／沙流川(岩石橋)／ポロシリ
オフィオライト／幌尻岳周辺／赤岩青巖峡／双珠別川／
ふらの 富良野ナマコ山／白ひげの滝／十勝岳火山群／コラム⑥

[ルートXI] にかつぶ えりも ひろお 新冠から襟裳岬をへて広尾まで：新冠泥火山
／判官館海岸／東静内のタフォニ／三石蓬萊山／アポイ岳
／襟裳岬／えりもの海成段丘／ルーラン岩礁／黄金道路

本書の巻頭に、この本の利用にあたっての説明文があり、巻末には、北海道の地質のあらまし、が書かれている。

このジオガイドは、これまで北海道内を区分して“**の自然を歩く”シリーズとして刊行してきたものとは一線を画しており、より一般市民への普及を意図したものに思える。ただ、我々プロから見ると、2点の違和感がある。まず、それぞれのジオサイトの担当者が必ずしもその地域地質に精通しているとは思えないことが幾つかあること。これは当初ジオサイトのWEB投稿が早いもの順であったため、必ずしも筆者が当該地域に精通していないルールがそのまま反映されているのであろう。2つめは、各ジオサイトの引用文献が省略されていることである。これについては、既存のWEBサイトを周知すればクリア出来る些細な問題であろう。

我々は本書の執筆者でもあるが、是非このガイドブックを持って、魅力あふれる北の大地のジオサイトへご家族でドライブに出かけて頂くことを願っている。

(明治コンサルタント(株)重野聖之, 産総研地質調査総合センター 地質情報研究部門 七山 太)

宮城県多賀城高等学校災害科学科の学生が地質標本館を見学

藤原 治（産総研 地質調査総合センター研究戦略部 研究企画室）

2016年9月29日に、宮城県多賀城高等学校の災害科学科の生徒を含む52名が地質標本館を見学しました。地質標本館では、活断層や津波など地質災害に関する展示を中心に、宮城県の地質や鉱物などについて解説をしました。見学の冒頭には、宮城県出身で、かつてソニーの多賀城事業所に勤務されるなど、多賀城市に“ゆかり”のある中鉢良治産総研理事長が挨拶をされました。

平成23年3月の東日本大震災をうけ、多賀城高等学校では平成28年度から「災害科学科」が新設されました。高校に防災専門の学科が設けられるのは、兵庫県立舞子高校に次いで全国2例目です。この学科は、研究者や企業、地域の防災・減災に中心的な役割を担う人材を育てることを目的としており、一般科目に加え、災害関連の英語や建物の耐震構造などの専門科目を学んでいます。災害科学科では大学などの研究機関や行政機関などと連携して、防災・減災の考えを切り口とした自然科学、社会科学に関する教科のほか、「安全・安心につながる防災教育」、「災害を科学的に理解する自然科学教育」、「防災・減災の観点からの国際理解教育」などの授業が予定されています（同校HPより抜粋；http://tagajo-hs.myswan.ne.jp/saigai_gaiyou.html

2016/10/5 参照）。地質調査総合センター（GSJ）には地質標本館での見学実習を中心とした「自然科学と災害」などに関する教育への協力要請をいただいていた。今回見学に来られたのは、災害科学科の1年生38人と普通科生徒9人、引率教員5人でした。

見学に先立ち、中鉢理事長から挨拶と、宮城の地質に関する講話をいただきました（写真1）。特に、宮城県北部は古代より産金地として知られていること、地層だけでなく自然に恵まれた風土であることを、ご自身の幼少時から経験談も引きながらユーモアを交えてお話しされました。また、宮城県気仙沼市の鹿折金山^{ししおり}で明治時代に採取され、現在、地質標本館に展示されている金鉱石標本「モンスターゴールド」の逸話などを披露されました。

GSJ 研究企画室からは、GSJ の概要紹介と自然災害に関する研究を説明しました（写真2）。その後、3つの班に分かれて館内を見学しました（写真3）。特に、宮城県の仙台平野で採取した869年貞観地震による津波堆積物の剥ぎ取り模型については、古地震・津波を地質学的に解明する研究を詳細に説明しました。GSJ では今後も同校の教育活動に見学実習や地質調査実習などを通じて協力していく予定です。



写真1 中鉢理事長による講話の様子。



見学後に、生徒さんから寄せられた感想の一部を転載します。(原文のまま)

- お忙しい中、私たちのために時間を使っただきありがとうございました。最初のお話から引きこまれる内容で、展示スペースも、普段見ることのない化石や岩石が見られたり、実物を再現した模型を用いて説明して下さったことはとても知識が深まるものでした。今後の学習につなげていきたいと思えます。
- 地層からどのようなことがわかっているのか、過去の地球にはどのような生物がいたなど興味を持てる話がたくさんありました。今回だけではよくわからないこと、もっと知りたいこともあったので、今度は自分でもう一度行って見て地層に対する考えを深めていきたいと思いました。
- 地質標本館では日本には火山によって作られた地形があること、デスモスチルスなどの生物の化石について、モンスターゴールドといわれる希少な金についての説明をしていただきました。ほかにも、仙台の地層から見る過去の津波の被害などについて教えていただき、とても自分のためになるお話を聞かせていただきました。
- 各年代の地層を調べることで、過去の出来事を知ることが聞いて、今まで興味がなかったことに対して、

やってみようという気持ちに変化させてもらいました。また、自分もやりたいと思うような有意義な時間になりました。

- たくさんの種類の宝石や化石を見ることができてとても勉強になりました。デスモスチルスの歯の化石やピカリアの化石など、教科書で見るとよりも細かいところまで見られて、化石についての興味がわきました。モンスターゴールド、津波で堆積した地層の模型など、普段見られないものをたくさん見られて、とても楽しく学ぶことができました。
- 地球ができてからの経緯や、プレートの動き、化石について詳しく知ることができました。また、津波の影響によりできた地層を初めて見て、津波も地層になることも知ることができました。それだけではなく、鉱石もたくさんあり、特に印象深かったのは「モンスターゴールド」と「石でできた昆虫」でした。あれほど大きい金の塊を見ることができて良かったです。
- 地質標本館の方々やものなどは宮城県と関わりが深く、モンスターゴールドの仮説はとても面白かったです。自然災害で一番被害を受けやすいといわれている東京では、どのような対策が防災となるのかを考えさせられました。貴重なお時間、ありがとうございました。



写真2 津波堆積物の剥ぎ取り模型の前で(説明者は藤原)。



写真3 立体地質図を前にして、日本列島の地質の説明(説明者は地質標本館 佐藤)。

地質図 Navi が「日本地質学会表彰」を受賞

産総研 地質調査総合センター地質情報基盤センター

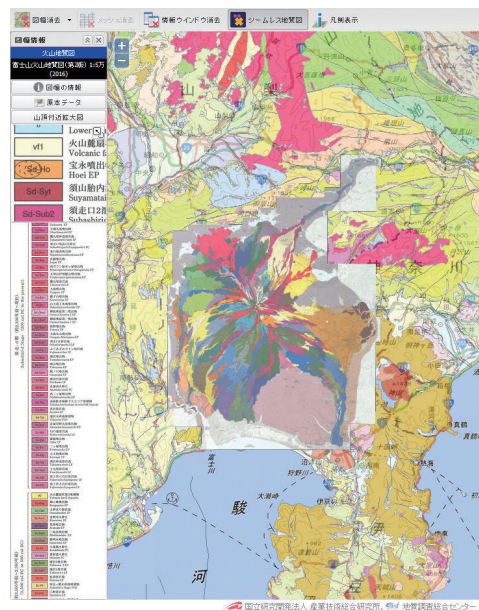


このたび、内藤一樹地質情報基盤センターアーカイブ室長制作の「地質図 Navi」が日本地質学会の2016年日本地質学会表彰を受賞し、9月10日に日本大学で開催された第123年学術大会において表彰されました。

「地質図 Navi」は、重要な研究成果（知的基盤）である地質図類を誰もが簡単かつ自由に閲覧し、活断層や火山を始めとする様々な地質関連情報を地質図に重ねて表示できるオンラインビューアです。「地質図 Navi」の公開により、それまで専門家や技術者に限定されていた地質図類のユーザーが一般市民にまで拡大し、利用者を大きく広げることになりました。「地質図 Navi」の利用を通じて、地質図や地質データベース等の研究成果の有効性が認識され、市民の防災意識を高める効果を上げていることも評価されました。また、産総研の制作・配信するコンテンツだけでなく、WMS, KML, GeoJSON等の標準形式で他機関から配信される多様なデータの重ね合わせを実現しており、国のオープンデータ戦略の推進に貢献するとともに、市民にも地質学などの最新の科学データへのアクセスを可能としたことが受賞理由に挙げられています。



授与式での模様。



「地質図 Navi」の表示例。

「地質図 Navi」 URL <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>

<https://www.gsj.jp/researches/topics/topic2016-chisitsugakkai.html> より転載

GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 岡井貴司
副委員長 中島礼
委員 中嶋健
星野美保子
竹田幹郎
山崎誠子
小松原純子
伏島祐一郎
森尻理恵

事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター
地質情報基盤センター 出版室
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ 地質ニュース 第5巻第10号
平成28年10月15日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター

〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

印刷所 前田印刷株式会社

GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor : Takashi Okai
Deputy Chief Editor : Rei Nakashima
Editors : Takeshi Nakajima
Mihoko Hoshino
Mikio Takeda
Seiko Yamasaki
Junko Komatsubara
Yuichiro Fusejima
Rie Morijiri

Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Geological Survey of Japan
Geoinformation Service Center Publication Office
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ Chishitsu News Vol. 5 No. 10
October 15, 2016

Geological Survey of Japan, AIST

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi, Tsukuba,
Ibaraki 305-8567, Japan

Maeda Printing Co., Ltd

