

第1回ティーチャーズ・サイエンスキャンプ'99(地質調査所) を振り返って

徳橋 秀一¹⁾

1. はじめに

昨年8月25日(水)~8月27日(金)にかけて、全国の高校の先生を対象にした第1回ティーチャーズ・サイエンスキャンプ'99(以下TSC'99)(地質調査所)が開催されました。舞台となった房総半島では、先に報告(徳橋, 2000)していますように、8月3日(火)~8月5日(木)に全国の高校生を対象にしたサイエンスキャンプ'99(以下SC'99)も開催されています。

TSCも、高校生を対象としたSCと同じく、科学

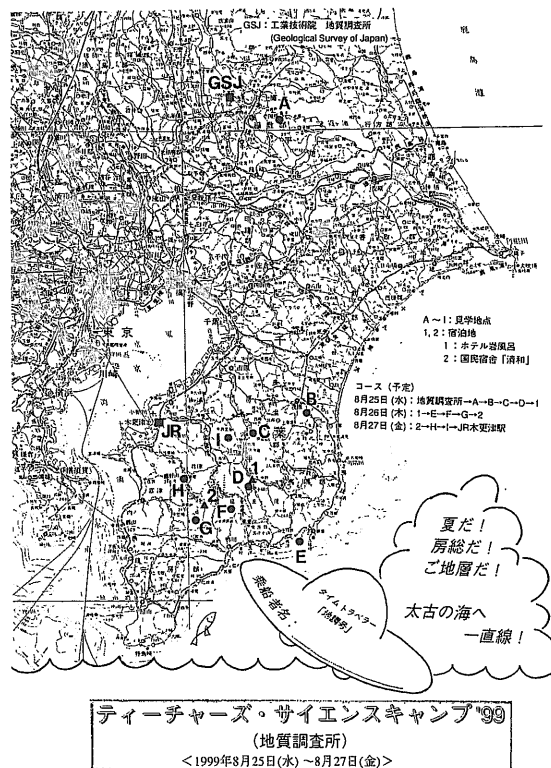
技術庁科学技術振興局の予算的援助のもと、科学技術振興事業団と(財)日本科学技術振興財団が実施母体及び事務局となって開催されます。SCは1995年から開始されていますが、TSCは今回行われたのが初めての試みということもあり、実施した研究所は、科学技術庁金属材料研究所、農林水産省農業研究センター、それに通産省工業技術院地質調査所の3研究所のみでした。いずれもつくばにある研究所です。金属材料研究所は「超伝導材料とその教材化」、農業研究センターは「有用植物と水質浄化、農業へのダニの有効利用、稲の交配実験」など、それぞれユニークなテーマで取り組まれたようですが、地質調査所の場合は、「夏だ!房総だ!ご地層だ!太古の海へ一直線!」をキャッチフレーズに、房総半島に露出するいろいろな地質時代の地層に野外で直接触れることによって、地層のできたやそこに棲んでいた生物(化石)の営みについて考え、その体験を教育現場に活かそうという視点で行われました(第1図)。各高校や専門学校への連絡は、SC'99の案内といっしょに送られましたが、新聞記事をみて応募された人もおられたようです。

ここでは、初めて行われたTSC'99(地質調査所)の概要を報告するとともに、気が付いた点について振り返って今後の参考になればと思います。

2. 参加者

今回のTSC'99の参加者リストを第1表に示します。参加された先生方は、当初の定員に従って10名です。

参加された先生方が実際に担当されている学科は、地学や地理の他に、生物、化学、物理、数学など多様です。参加者のうちほぼ半数の先生は、



第1図 ティーチャーズ・サイエンスキャンプ'99のテキスト表紙。

1) 地質調査所 資源エネルギー地質部

キーワード: ティーチャーズ・サイエンス・キャンプ, 地質調査所

大学や大学院で地質学を学んだり研究したことがあるいわば地質学のOBであって、昔の勸をとりもどしたいとか最近の研究成果を知りたいという先生方であり、残りの半数の先生は、大学では別の専門を学び、今回初歩から勉強したいという先生方でした。しかし、このキャンプに参加して少しでも授業や課外活動などに役立てたいという思いは、いずれの先生方にも共通していた点といえます。

一方、主催者である地質調査所からの参加者は、8月上旬にSC '99に参加したメンバーとほぼ同じです。ただ、第1回TSC '99への地質調査所の参加を積極的に推進した有田正史統括研究調査官(当時)は、都合で今回は欠席されました。また全体の事務局である(財)日本科学技術振興財団からは、大野さんが参加されました。

3. 事前準備

房総半島での見学予定地点の下見については、先のSC '99の報告(徳橋, 2000)で述べていますように、SC '99とTSC '99両方の見学地点の下見をかねて、7月上旬に行いました。高校生の参加するSC '99は、海水浴の真っ盛りである8月上旬に行われたために、海岸付近での混雑と道路の渋滞を避けた半島中央部中心のコースでしたが、8月下旬に行った今回のTSC '99では、海岸付近も積極的に取り込んだコースを選定しました。その際に、見学地点相互を内容的に関連づけられるようにコースを選定し、できるだけストーリー性をもたせられるように考慮しました。また、高校生を対象にしたSCでは、第一日目の夕食で自炊が行えるような県立の青少年向けの宿泊施設を利用しましたが、今回の場合は、宿泊先での夜の時間の有効利用を第一に考えて、2泊とも通常の宿泊施設を利用することにしました。

ところで、本TSC '99の事務局である(財)日本科学技術振興財団から、一定の資金的援助と共に

第1表 ティーチャーズ・サイエンスキャンプ '99の参加者リスト。

[主催者側]	
地質調査所	
次長	加藤 碩一
産学官連携推進センター長	湯浅 真人
研究調査官	岸本 清行
地質標本館 館長	豊 遙秋*
地質標本館 館付主任研究官	遠藤 祐二*
地質標本館 地質標準研究室長	柳沢 幸夫*
地質部 層序構造研究室主任研究官	斎藤 眞*
資源エネルギー地質部 燃料鉱床研究室長	徳橋 秀一
地質部 層序構造研究室研究員	兼子 尚知
統括研究調査官付 調査専門職	渡辺 光次
総務部 業務課広報係長	河村 幸男
(財)日本科学技術振興財団	
振興部	大野 力
[応募者側(あいうえお順)]	
静岡県 県立富士宮農業高等学校(地理・倫理; 剣道部)	秋山 満代
長野県 県立明科高等学校(地学・化学; 地学部)	遠藤 正孝
神奈川県 川崎市青少年科学館(物理・自然科学一般; 天文クラブ)	佐久間 雅彦
静岡県 静岡聖光学院中・高等学校(数学; 山岳部)	佐藤 弘幸
埼玉県 県立熊谷西高等学校(地学・物理; 自然科学部)	棚橋 収
東京都 東大教育学部附属中・高等学校(理科・地学; 天文部)	田邊 康夫
静岡県 県立浜名高等学校(数学; 囲碁部)	平野 優一
千葉県 県立船橋高等学校(物理; 物理部)	船田 優
山梨県 山梨学院大学付属高校(非常勤)(生物:なし)	丸山 奈津子
京都市 学校法人東山学園東山高等学校(地学・化学; 地学部)	安松 貞夫

* は、標本館案内と微化石観察指導に参加。

()内は、参加した先生方の担当学科や、担当クラブ活動を示す。
なお、地質調査所職員の所属等は、TSC '99 実施当時のもの。

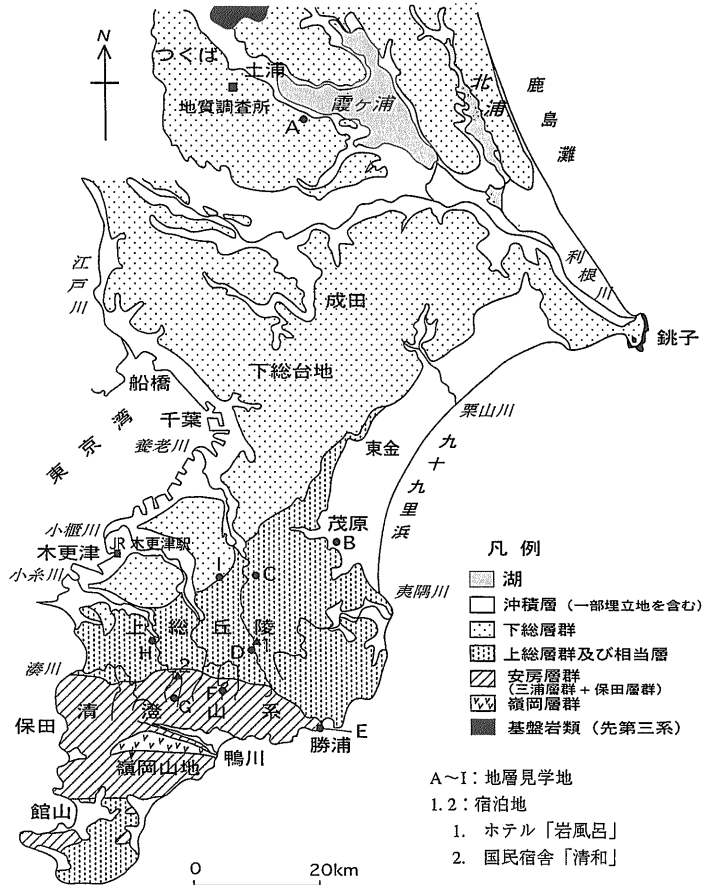
された要望で、参加した先生方が教育現場にもどってから役に立つ教材を用意する事になりました。それで地質調査所の関係者で検討した結果、地学上のいろんな図面を三次元的に観察できるプリズムの原理を応用した3-Dメガネにしたらどうかということになり、授業等で使えるように各先生にメガネを45個ずつ、立体視する各種の地学画像とともにおみやげとすることにしました。また、教育現場で実際に生徒に説明したりする際に困らないように、地質調査所のその方面の専門家を今回の講師陣に加え、夕食後、その原理の説明と実習指導をしてもらうことにしました。この試みは、あとでも述べますように大変評判がよく、大成功であったといえます。

先生方の場合、日常の活動や指導を通して生徒達に与える影響が大変大きいと思われることが

ら、TSC '99のテキスト作りにも力を入れました。すなわち、本TSCで見学する地層や化石などの印象を忘れないように、見学するコースの露頭や観察する化石などのカラー写真を多くいれるとともに、復習も十分やっただけよう説明用の資料もできるだけ多く加えるようにしました。少し大きめにいえば、一生役に立つようなテキストを作るつもりで準備に臨みました。また、仮製本したテキストの表紙の上から再度大きめのホチキスで止めるなど、見た目はやや無骨ですが、野外で持ち歩いても壊れないような丈夫なテキストづくりを行いました。その結果、119ページのテキストが完成し、参加した先生方からは大変な好評を得ることができました。このテキストのなかから、房総半島周辺の地質概略図と房総半島に分布する地層の層序概要表をそれぞれ第2図と第2表に示します。

4. 地質調査所への集合：TSC '99の始まり

TSC '99は、高校生の場合と同じく、第一日目は午前10時までに地質調査所に集合し、関係者のあいさつのあと、早速地質調査所での研修から始まりました。ただ、午後の見学先の関係で午前11時には、地質調査所をマイクロバスで出発しなければなりません。そこで、参加者の方には標本館の見学コースと電子顕微鏡による微化石観察コースのうちのどちらかを選択して参加して



第2図 房総半島周辺の地形と地層区分の概要。

いただくことになりました。標本館の案内は、豊標本館長と遠藤標本館付主任研究官が受け持ち、一方、微化石観察の方は、標本館の柳沢地質標準研究室長と地質部の斎藤主任研究官が担当しました。いずれもその方面の専門家であるとともに、こうした案内役や説明役にも慣れていまして、てきぱきとした説明がなされました。午前11時には見



写真1

地質標本館前での記念写真。後列(立ち組)左から、岸本、田邊、佐藤、湯浅、兼子、船田、柳沢、遠藤(祐二)、遠藤(正孝)、佐久間、秋山、斎藤、丸山、渡辺、大野、前列左から、河村、徳橋、安松、加藤、小玉所長、棚橋、平野の各位(所属等は、第1表参照)。

学を終了して正面玄関前に集合し、所長の挨拶と記念撮影(写真1)を行ったあと、マイクロバスで最初の見学地点へと出発しました。

5. 第一日目午前：見学地点A - 13万年前の潮干狩りに参加しよう!

この地点は、先の高校生のSC '99でも最初に訪れたところで、地質調査所からは車で約30分、霞ヶ浦のすぐ南側にある道路工事に伴って残されている露頭(崖)です。ここでは、約13万年前に最大海進期を迎えて現在の関東平野一帯に広く浅い海(古東京湾)が広がったときに形成された下総層群木下層と名付けられた地層を観察できます。地層の傾きはほとんどなく、特に露頭の下半分では当時の浅い海に生きていた貝が化石となって密集して産出しています。関東平野一帯がかってはいかに豊かな海であったかを容易に想像させてくれる露頭といえるでしょう。

ここでは、参加者一同まず貝化石の多さに圧倒されたようでした。地質部の兼子研究員が貝化石の見方などについて説明を行い、そのあと、貝化石の産状を中心に観察を行いました(写真2)。そして12時過ぎにこの地点を去りました。この後、バス



写真2 13万年前の潮干狩り風景(見学地点A)。古東京湾には、貝がたくさんいたんだなー。

のなかで弁当を食べながら、いよいよ房総半島の茂原の方に向かって一気に南下しました。

6. 第一日目午後：見学地点B - 水溶性天然ガスとヨウドの生産現場の見学!

バスは、途中心配された混雑もなく、午後3時前に第2の見学地点である千葉県茂原市南方の長生郡長生村にある合同資源産業(株)千葉事業所に到着しました。ここでは、水溶性天然ガスとヨウドの生産プラントを見学させてもらいます。

実は、千葉県の九十九里一帯、特にその南部域周辺は、水溶性天然ガスとヨウドの生産地として有名なところで、特にヨウド(学問的には、ヨウ素)は世界の生産量の半分近くを占め、その大半が世界に輸出されているのです。九十九里地域はまさに世界のヨウドの里でもあるわけです。一方の水溶性天然ガスも、そのまま都市ガスとして利用できるなど、大変品質がよいことで知られています。

これら水溶性天然ガスとヨウドは、いずれもこのあとで見学する上総層群とよばれる地下の地層中のタービダイトとよばれる砂層中に封じ込められた鹹水(地層水、化石海水)から得られているのです。ヨウドは、現在の海水中にはほとんど含まれていないのに対して、地下から汲み上げる鹹水中には100ppm前後含まれているために、鹹水とともに上がってくる天然ガスを採取したあと、工場でヨウドを濃集し固体化して製品化しているのです。現在千葉県の九十九里地域では、8つの会社がこうした天然ガスやヨウドの生産に従事していますが、会

第2表 房総半島に分布する地層の大区分(層序表)。

地質時代		地層の名称 (主な分布域・堆積環境・堆積物の特徴)	
新 生 代 (約六千五百万年前〜現在)	第 四 紀	完 新 世 (約1万年前)	沖積層
			段丘堆積層 (立川ローム層、武蔵野ローム層)
			関東ローム層
		更 新 世	下総層群
	上総層群		<ul style="list-style-type: none"> ○主に上総丘陵に分布 ○上総海盆の埋積堆積物 ○主に深い海で形成された堆積物
	第 三 紀	新 第 三 紀 (約530万年前)	安房層群
【三浦層群・保田層群】			
中 新 世 (約2400万年前)		<ul style="list-style-type: none"> ○主に清澄山系に分布 ○清澄海盆の埋積堆積物 ○主に深い海で形成された堆積物 	
古 第 三 紀	漸 新 世 〜 始 新 世	嶺岡層群	<ul style="list-style-type: none"> ○主に嶺岡山地に分布 ○当時の大陸東縁に付加して、日本列島の骨格を形成したかつてのフィリピン海底の堆積物および火成岩類

社によっては、水溶性天然ガスの生産に重点をおいているところとヨウドの生産に重点をおいているところなどそれぞれ特徴がありますが、今回訪れたのは、両方の生産に従事している会社の一つです。

ここではまず会議室に通され、千葉県の水溶性天然ガスとヨウド生産についての概要を説明したビデオを見たのち、水溶性天然ガスやヨウドの生産システムについての説明を受けました。このあと先生方からは活発な質問があり、みなさんに強い印象と関心を与えたことが印象づけられました。

会議室での説明のあと、ヘルメットをかぶって、いよいよ生産現場の見学です。まず、近くにある鹹水を汲み上げている井戸(生産井)のところに行き、そこで、水溶性天然ガスの生産プラントを観察

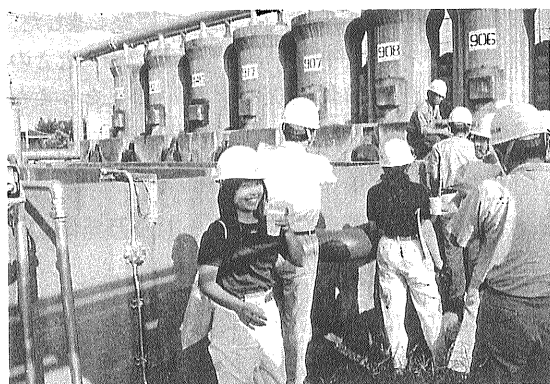


写真3 揚がってきたばかりの鹹水の試飲。恐る恐る飲むとするのは、山梨学院大学付属高校(山梨県)非常勤の丸山先生。うしろの塔は、ガス・鹹水分離塔。



写真4 これができたばかりのフレーク状個体のヨウドです。ヨウド独特の臭いがします。

するとともに、揚がってきたばかりの鹹水をコップに入れてみなで味わってみました。ややなま暖かい塩水(海水)といったところですが、みなさん御神酒をいただくときの様に神妙な趣で、おそるおそる飲んでいました(写真3)。

このあとヨウド工場に行き、鹹水の集積場から、ヨウドの分離・濃集プラントを工程順に見学し、最後に出来上がったばかりのヨウド(写真4)が出荷用のドラム缶(50kg缶)に詰め込まれるのを見学しました。最近では、天然ガス自動車の開発も試みられているということです。そして再度会議室で質疑応答を行った後、午後4時半頃バスに乗り、次の見学地点に向かいました。

7. 第一日目午後：見学地点C - 養老川の蛇行跡の観察

この地点は、養老川のかつての河床が現在は田圃となっているところで、第一日目の宿に向かう途中の道路沿いで見学することができます。ここでは、河川の蛇行は海に近い沖積平野だけでなく、丘陵や山間部などの隆起地域にも残されていてそうした場合の蛇行を先入蛇行ということ、こうした先入蛇行のところでは、流路の切断(ショートカット)が起こりやすく、取り残された河川跡は隆起して現在の河床より高くなっており、多くの場合田圃などとして利用されていること、新田開発などのために、トンネルなどによる人口的な河川の切断も昔から行われており、房総では“川廻し”とよばれていることなどを説明しました(写真5)。

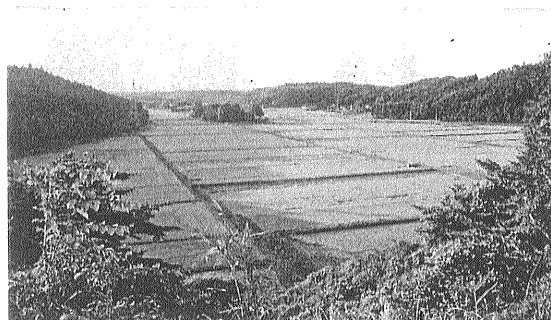


写真5 養老川の河床跡(見学地点C)。曲線的な養老川の蛇行跡と直線的な田圃の区画が対照的です。

8. 第一日目の宿：夜の勉強会

第一日目の宿である養老溪谷温泉郷のホテルには、午後6時頃に到着しました。当初の予定では、ホテルに入る前に、すぐ近くの見学地点D(養老川に沿う遊歩道沿いの上総層群の見学)を終える予定でしたが、水溶性天然ガスとヨウド工場の見学が長引いたために、翌日朝食前の早朝に実施することになりました。

宿泊したホテルは、やはり地下の鹹水を汲み上げて温泉に利用しているところで、早速今度は鹹水の風呂に入って今日一日の疲れと汗を流しました。なめてみるとやはりちょっぴりとくどい味がしました。夕食時には、参加者に自己紹介と現在教えている教科や今回のTSC '99に参加しようとした動機について語っていただきました。

さて、夕食がすんで一段落したところで、TSC '99の第二部ともいえる夜の勉強会が会議室を使って始まりました。まずは加藤次長から、スライドを使っている最近地震で大きな被害をもたらしたトルコのアナトリア断層について、現地での長年にわたる研究の紹介がありました。

そのあと、初めにも紹介しましたように、参加された先生方への教材用のおみやげに用意した3-D立体視用のプリズムメガネの使い方について、その原理と実際の使用方法が岸本研究調査官(当時)から、岸本さん自身が用意した各種の地学用画像を使って行われました(写真6)。このメガネは、比較的最近アメリカで開発されたもので、日本ではまだ

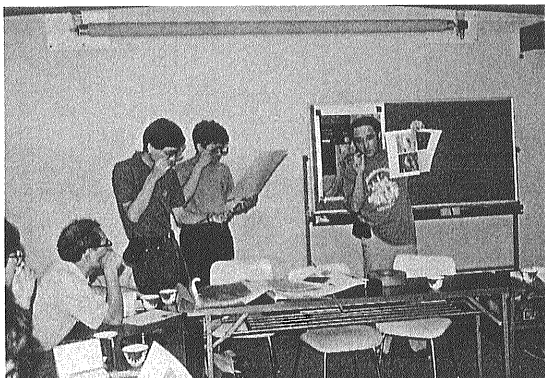


写真6 岸本研究調査官(右端)によるプリズムメガネについての実地指導。立体的にみえるかなー？

あまり知られていません。特許の関係で日本では製作されておらず、業者をとおして、アメリカで製造されたものを取り寄せなくてはならないということです。各参加者に45個のメガネを用意するとともに、被写体として、岸本さん自身が作成した日本列島周辺の地形や地質などを表現した各種の画像を教材として持って帰っていただくことになりました。大きな地学画像をこのメガネを使って立体視できる不思議さとそこにみえる画像の迫力にみなさん感激しておられたのが印象的でした。

最後に地質部の兼子研究員からは、彼自身が下総層群の地層から発見したナウマン象化石を披露しながら、関東平野とナウマン象などの動物化石との関わりについての話題を提供するとともに、多数の貝化石を観察した最初の見学地点から採取した下総層群木下層の貝化石群集を紹介し、そのあとこれらの化石を実際に手にとりて観察しました。特にナウマン象の臼歯の化石を手にとったときのずっしりとした重さは、参加者に強い印象を与えたようです(写真7)。

9. 第二日目早朝：見学地点D-100万年前のタービダイト砂層の観察

見学地点Dは、先に述べた理由により予定を変更して、二日目の早朝に見学することになりました。ここでは、蛇行する養老川沿いに伸びる遊歩道を途中3回飛び石づたいに川を横断しながら歩いて、遊歩道沿いに露出する上総層群中部の地層(大田

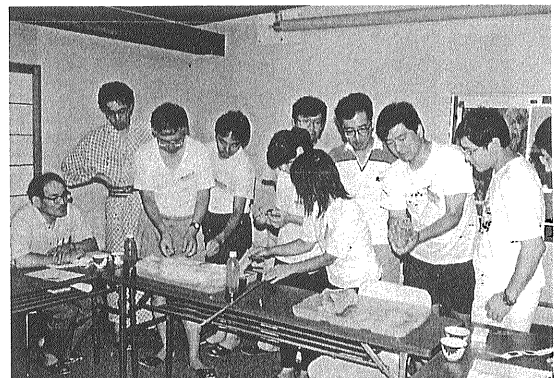


写真7 兼子研究員(右端)によるナウマン象と貝化石についての実地指導。ナウマン象の臼歯って重たいなー！

代層や梅ヶ瀬層)を観察しようというものです。

この遊歩道沿いでは、砂層と泥層が上下にしかもリズムカルに何回も何回も重なってできている砂泥互層を観察することができます。このような砂泥互層は、通常は泥の層のみが堆積している深い海の底(上総海盆底)に、数百年に一度くらいの割合で、浅い海に堆積していた砂層が崩れて大量の砂を含んだ流れとなって斜面を下り、深い海底に流入してそこに砂を沈積することによって形成されたことがわかっています。

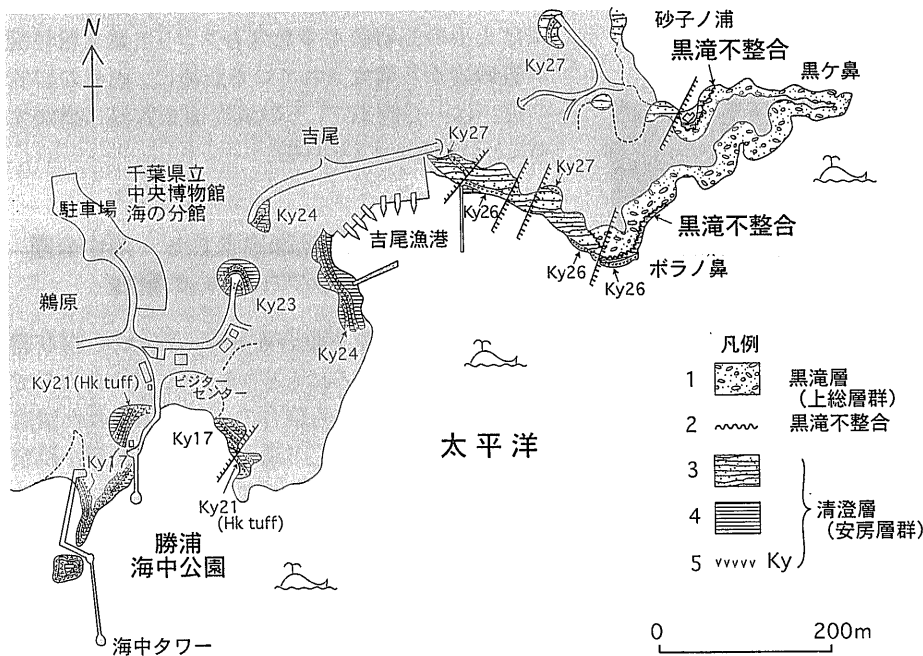
このような砂を含んだ流れはタービディティー・カーレント(混濁流とか乱泥流と和訳)とよばれており、このような流れによって、深い海底に運搬され堆積した堆積物をタービダイトとよんでいます。このような流れは、大きな地震などが引き金となって発生すると考えられています。砂泥互層を構成する砂層は実はこのタービダイト砂層というわけで、これまでの研究から、同じ時代の地層が分布する東西方向に一枚一枚のタービダイト砂層が数10kmにわたって連続することがわかっています。この養老溪谷の遊歩道沿いに露出する地層は、約100万年前に形成されたことがわかっていますので、この遊歩道沿いでは、ほぼ100万年前のタービダイト砂層を数多く見学することになるわけです。九十九里南

部地域で、水溶性天然ガスやヨウドを採取するために地下から揚水している鹹水の多くは、実はこの養老川に分布しているタービダイト砂層と同じ砂層から採取しているのです。

早朝6時頃に玄関に集合した先生方は、約1時間余りかけてこの遊歩道の縦走にチャレンジしましたが、早朝の軽い運動といったところで、なかなかすがすがしいものでした。このあと、宿で朝食をとり、二日目最初の見学地点に向かいました。なお、この養老川の遊歩道沿いのルートマップは先の高校生のSC'99の報告(徳橋, 2000)に掲載してあります。

10. 第二日目午前：見学地点 E-a - 東海岸での黒滝不整合(化石海底谷)の観察

バスは8時過ぎにホテルを出発し、一路東海岸に向かい、目的地である勝浦海中公園には、午前9時過ぎに到着しました。ここでは見学地点が2点あるために、バスを海中公園の駐車場に入れたあと、隣の吉尾漁港に向かって約5分ほど歩きました。最初の見学地点(地点 E-a)は、この吉尾漁港の東側にある通称“ボラの鼻”という突端部で(第3図)、この突端部に行くためには、潮が引いている必要



第3図 勝浦海中公園周辺のルートマップ(徳橋原図)。

1. 泥岩偽礫を多数含むスコリア質粗粒凝灰質砂岩,
2. 不整合境界面,
3. タービダイト砂岩(優勢砂岩泥岩互層(砂勝ち互層)),
4. 泥岩優勢砂岩泥岩互層(泥勝ち互層),
5. 凝灰岩鍵層(Kyは清澄層の略)。

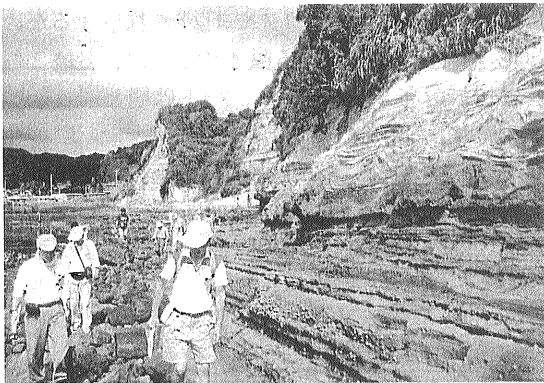


写真8 吉尾漁港からボラの鼻の突端部へ(見学地点E-a)。満潮のときは、ここらへんは海のなかなんですね。

があります(写真8)。この日の干潮は午前10時半頃でしたので、見学時間も含めるとどうしても9時半頃までには、ここに到着している必要があります、そのために早朝の出発になったわけです。

このボラの鼻は、黒滝不整合の東端部の露頭として、また、地形的にはかつての化石海底谷がみられるところとして昔から有名なところです。不整合というのは、一つの堆積盆が埋積されて新しい堆積盆が形成されるときなどに形成される境界面で、通常は下位の地層を大なり小なり削っている浸食面である場合が多く、地層の境界を表す最も基本的な境界面であるといえます。不整合と不整合の間の地層は、通常何々層群といわれます。



写真10 海中公園でみられるHkタフ(Ky21)。右側の黒い部分はアワオコシタフで、その約1m下の表面を削っている部分が、三浦半島から続くHkタフです。小さな断層(正断層)で、上下にずれながら続いていることがわかります。

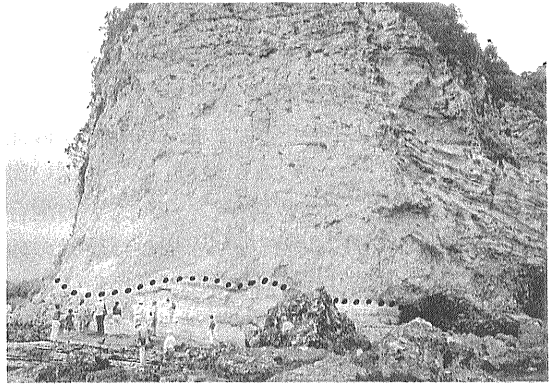


写真9 正面から眺めたボラの鼻突端部。黒い破線部が黒滝不整合の位置です。

黒滝不整合というのは、上総層群基底の不整合で、西海岸からこの東海岸まで、房総半島を東西に横切って追跡されます。東端部であるボラの鼻では、黒滝不整合は、下位の安房層群安野層をすべて浸食してその下位になる清澄層^{きよすみ}の上部と直接接していますが、吉尾漁港からボラの鼻に向う200m前後の間でも、谷状に下位の地層を浸食しているのが観察されます。このため黒滝不整合直上の堆積物は、かつての海底谷を埋積した堆積物であろうと考えられています。黒滝不整合を境に、下位は清澄層の厚層タービダイト砂岩を主体とした砂岩優勢砂岩泥岩互層であるのに対して、その上位には大小の泥岩礫を多数含むスコリア質な粗粒凝灰質砂岩から構成されているために、両者の岩質の違いは一目瞭然で、その境界面を容易に識別することができます(写真9)。

11. 第二日目午前：見学地点 E-b - 海中公園 でみられるHkタフ(Ky21)の観察

ボラの鼻で黒滝不整合を観察したのち、再び勝浦海中公園のところにもどりました。このあたりでは、ボラの鼻の黒滝不整合の下位にみられた清澄層上部の地層より下位の清澄層中部の地層を観察することができます。特にここでは、Hkタフという、最初三浦半島の逗子市東小路にちなんで名前がつけられ、その後房総半島にもつながることが最初に発見されたことで有名なゴマシオ状の凝灰岩鍵層を観察することができます。すなわちこのHkタフ

は、三浦半島西海岸の逗子市から、房総半島の東海岸まで、東西にほぼ70kmにわたって追跡される房総半島でも第一級の凝灰岩であり、鍵層なわけなのです。房総半島では、このHkタフの1mから2mほど上位に通称アワオコシとされている粗粒なスコリア凝灰岩があり、この両者の組合せで、認識しやすい凝灰岩となっています(写真10)。清澄層中部には、これら2枚の凝灰岩の他にも多数の凝灰岩が挟在しており、それぞれが広い範囲に追跡可能で、有能な鍵層となっています。このHkタフの上下には、ここでは厚いタービダイト砂岩はほとんど挟まれておらず、全体が泥岩が優勢な砂岩泥岩互層となっています。

本地点では、Hkタフやアワオコシタフおよび上下に密集して産出するその他の凝灰岩を観察したのち、11時過ぎにバスに乗り、今度は房総半島のほぼ中央部に位置する亀山湖湖畔に向かいました。そして12時頃、予約していたホテルで昼食をとるとともに、しばし休憩をとりました。

12. 第二日目午後：見学地点F - 模式地の黒滝不整合と清澄層Hk タフの再見

第二日目の午後は、昼食をとった場所からほど近い小櫃川支流の猪の川沿いの林道に沿っての安房層群の観察です。このルートでは、林道沿いを南下することによって、上総層群の最下部の黄和田層、黒滝不整合の名前のついた黒滝、すなわち



写真12 猪の川河床の安房層。砂岩泥岩互層なので河床面が洗濯板状を呈している。出っ張ってごつごつしている部分がシルト岩で、へこんでのっぺりしている部分はタービダイト砂岩。



写真11 黒滝不整合の名前発祥の地(模式地)、猪の川沿いの黒滝(見学地点F)。

同不整合の模式地、そしてその下位の安房層群(上から安野層、清澄層、天津層)を順に観察することができます。ここでは安野層や清澄層中のタービダイト砂岩が観察できるほか、安房層群に挟在する数多くの凝灰岩を観察することができます。そのなかには、その日の午前東海岸の勝浦海中公園の浜辺でみた清澄層のHkタフと再見することもできます。このルートは、丁度黒滝不整合のあたりから、東京大学農学部の付属演習林(千葉演習林)に入るために、一ヶ月以上前に許可手続きをとっての入山となりました。

ホテルを午後1時に出た私たちは、猪の川沿いの林道を少し走ったところにある駐車場にバスを停めました。ここからは歩いて演習林に向かいます。途中上総層群最下部の黄和田層の塊状シルト岩をみながら歩いていくと、小さなトンネルの手前に演習林に入る門があり、そこで演習林の方に開けていただいて中に入りました。トンネルを越えると右手に表面が黒っぽい滝がみえます。これが黒滝不整合の名前の由来となった黒滝なのです(写真11)。

滝の表面には黒滝不整合直上の堆積物が載っていますが、不整合の直上は一般に粗粒な凝灰質砂岩から構成され、特に黒っぽいスコリア成分が多いことから、滝全体が黒っぽく見え、そのために黒滝と名前が付いたものと思われます。

黒滝不整合を越えると、急に細粒で比較的うすいタービダイト砂岩と泥岩の互層から成る地層(泥岩優勢砂岩泥岩互層)に変わります。猪の川の河床面をみると泥岩の部分が出っ張って洗濯板状に

みえます。また、泥岩中には、タービダイト砂岩の他に、各種の凝灰岩も多数挟在しているのが観察されます。実はこの地層が安房層群最上位の安野層なのです。川の水量が少なかったこともあり、参加者は猪の川に降りて、これらの地層を観察しました(写真12)。この猪の川沿いには厚さ約400m前後の安野層が分布していますが、その日の午前のみた東海岸では、この安野層全体が浸食されて欠如していたこととなります。

再び林道に上がり、南下していくと、やがて厚いタービダイト砂岩が主体の互層に変わることがわかります。この砂岩優勢な砂岩泥岩互層が午前中に東海岸でも観察した清澄層なのです。更に南下すると河床面に勝浦海中公園で見たあのHkタフをその上位の粗粒スコリア凝灰岩(アワオコシタフ)とともに観察することができます。東海岸とちがって、ここでは上下の地層が厚いタービダイト砂岩を主体とした互層に変わっていることも観察できます。

更に猪の川沿いを上流に向かって南下していくと、今度は、タービダイト砂岩がなくなり、各種の凝灰岩を多数挟在する泥岩層が主体の地層に変わることがわかります。この地層が清澄層の下位にくる天津層です。この清澄層と天津層の境界付近には多数の凝灰岩が上下に密集していますが、柱状図をみながらその主な凝灰岩の観察も行いました。そして、もう少し南下しながら天津層の上部を観察したところで、このルートでの観察を終え、全員林道に上がりました。林道にあがったところで、千葉演習林の林長である東京大学農学部教授の山本先生が我々を出迎えてくださいましたので、ここで記念の写真を撮りました(写真13)。

13. 第二日目午後：見学地点G - 砂勝ち砂岩 泥岩互層中に散在する凝灰岩たち

半島中央部の安房層群の分布域には、一對の背斜軸(北側)と向斜軸(南側)から成る褶曲構造がみられます。よく褶曲軸を越えると地層の特徴が大きく変わるといいますが、ここでは、清澄層下部の地層を対象にそのような例をみてみようということです。すなわち、地点Fの猪の川では背斜北翼に分布する清澄層をみたのですが、今度は、南側の



写真13 猪の川沿いのコースを歩ききったところで記念撮影。前列の左から2人めが、千葉演習林の林長である東大農学部教授の山本博一氏。

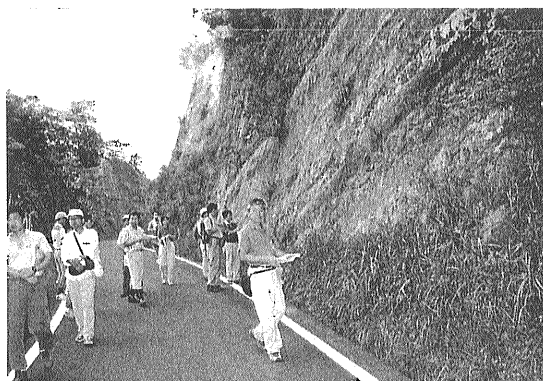


写真14 清和県民の森、淵ヶ沢林道沿いでの清澄層中の凝灰岩鍵層の見学(見学地点G)。大分陽が暮れてきました。

向斜南翼の清澄層下部が分布する小糸川上流の淵ヶ沢林道沿いに向かいました。

猪の川沿いでは、天津層と清澄層の境界付近で厚さ10mあまりの厚さの中に上下密集していた多くの凝灰岩が、ここでは多くの厚いタービダイト砂岩中に散在しているのが観察できます。すなわち、背斜北翼の猪の川沿いでは、厚さ10mほどの凝灰岩密集部が、ここでは、厚さ約300m近くの砂岩優勢砂岩泥岩互層に変化していることが多くの凝灰岩鍵層によって確認できるのです。このことは、向斜軸部周辺が清澄層最下部のタービダイト砂岩堆積時に既に地形的な凹地を形成しており、その結果清澄層を特徴づけるタービダイト砂岩は、最初南部の向斜軸部付近の地形的凹地のみ集中的に堆積していたことを強く暗示しています。

ここでは林道沿いをバスを走らせながら、要所でバスを止め、厚いタービダイト砂岩層の間に

挟在する凝灰岩層を見学しました(写真14)。そして、そのまま小糸川下流の三島湖畔にある二日目の宿に向かいました。

14. 第二日目の宿：夜の勉強会と交流会

二日目の宿は、高校生のSC '99のときと同じで、清和県民の森のなかにある国民宿舎「清和」です。ここでは、お風呂に入ってさっぱりしたあと夕食をとり、そのあと会議室に集合して、夜の勉強会第二弾と交流会を行うことになりました。

ここでは、前日できなかった立体視鏡を使った航空写真の見方、とくに活断層地形の見方について、まず加藤次長から説明があり、そのあとみんなで交替しながら、用意してきた各地の航空写真を立体視鏡を使って観察しました。このあとは、参加者一同テーブルを囲んで、日頃の悩みを出し合ったり、今回のTSC '99の感想を述べたりなどして、お互いの交流をはかりました。

15. 第三日目午前：見学地点H - かつての海底砂丘堆積物の観察

三日目の行程は、高校生のSC '99とほぼ同じで、その内容については前の報告で紹介していますので、ここではごく簡単に紹介します。三日目は、午後に木更津駅で解散することもあり、主に房総の西側に分布する地層を見学することになります。8時半ころ宿を出発して、三日目最初の見学地点Hに向かいました。この地点は、頂上にマザー牧場や神野寺があることで知られる鹿野山の北東麓にある砂利採取場で、ここでは上総層群市宿層という大型斜交層理の発達した砂層を見学します。

斜交層理は、その名の通り、傾いた層理面で特徴づけられ、その最大傾斜方向から、その斜交層理を形成した流れの向きを推定することができます。しかし、地層の断面でどのように見えるかは、斜交層理を形成した流れに平行な断面と直行する断面で大きく異なります。きれいな斜交層理がみられるのは、流れにほぼ平行した断面であることを頭に入れておく必要があります。これまでの研究では、海面が上昇したときに、南方の地形的バリアーを越えて黒潮の分流がこの上総海盆に流入し、その結果このような大規模な斜交層理砂層が形成さ



写真15 大型斜交層理砂層の観察(見学地点H)。この斜交層理をつくった流れは相当速かったはずですが、それにしてもなんて美しい模様(堆積構造)なんでしょう!

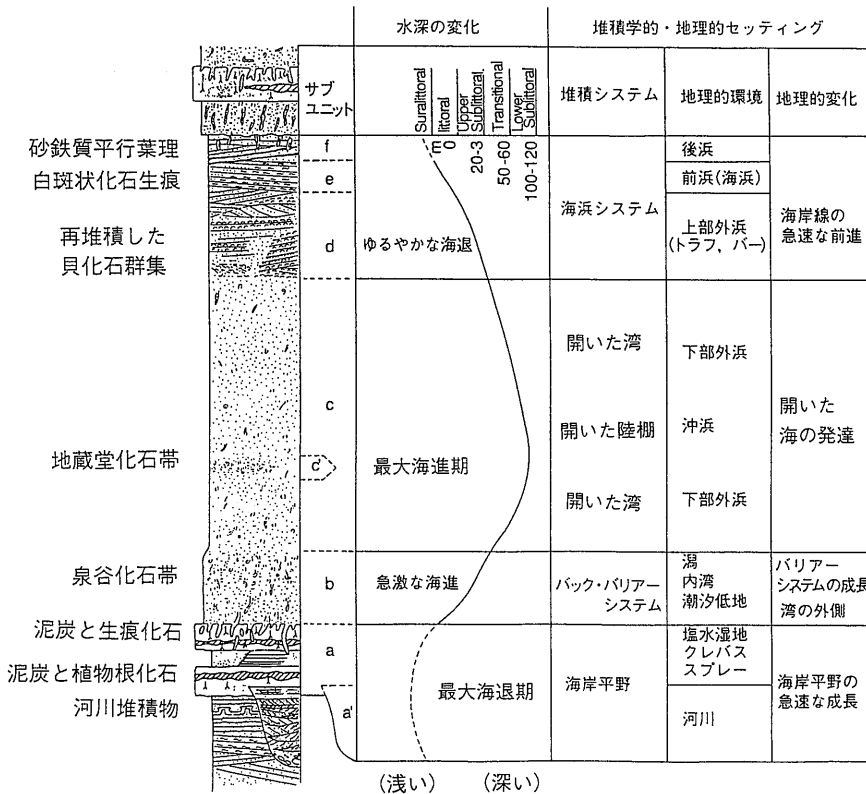
れたと考えられています。かつてこのあたりは、海底の陸棚であり、そこに流れによって形成されたサンドデューン(砂浪)が分布するいわば海底の砂丘地帯であったと考えられています。

バスは宿を出て約30分でこの地点に到着しました。ここでは、参加者一同、大規模でかつ幾何学的に大変美しい斜交層理の模様(堆積構造)に強い印象を受けるとともに(写真15)、断面の方向によって見え方が変わることも確認しました。約30分ほどこの地点で観察したあと、9時半頃には、次の見学地点に向かいました。

16. 第三日目午前：最後の見学地点I-a, b, c - 下総層群堆積サイクルの観察

バスは、小糸川流域から東側の丘陵地を越えて小櫃川流域に出、久留里線にそって北上したのち、馬来田駅まりやつのところで東に曲がりました。このあたりは真理谷といい、下総層群下部の地藏堂層や菰層の模式地として昔から良く知られたところでした。

第一日目の最初の見学地点では、下総層群の最上部の浅海成堆積物である木下層を見学しましたが、最後の見学地点でも下総層群の地層を観察することになります。下総層群の各累層は、泥炭などを挟在する泥質堆積物及び砂礫質堆積物から成る汽水成～陸成層と多数の貝化石を含む浅海成砂質堆積物との互層から構成されていますが、さらによく観察すると、それぞれの累層は、海水準変動に



第4図 下総層群地蔵堂層にみられる堆積サイクル(徳橋原図)。

対応した堆積サイクルから構成されていることがわかっています。

そこでここでは、下総層群最下部の地蔵堂層じざうどうにみられる堆積サイクルを観察します(第4図)。本層はこのあたりでは、80m前後の厚さがあり、一カ所の露頭でこの地層の全容を観察することが不可能ですので、地蔵堂層の最下部(I-a地点)、中部(I-b地点)、最上部(I-c地点)を3地点で観察しました。

最初のI-a地点では、地蔵堂層の最下部の地層を観察しました。ここでは、黒茶褐色の泥炭を挟む淡水成泥質層の上位に、泉谷化石帯いずみやうとよばれる貝化石密集層を含んだ海成の泥質砂層が重なり、さらにその上位に塊状の海成細粒砂層が厚く重なるという、海が急速に深くなっていった過程が堆積物や化石から観察でき、海進期の堆積物であることがわかります。ここでは、泥炭や泉谷化石帯の化石の産状などを中心に観察しました。

次のI-b地点は、昔から地蔵堂化石帯があるところとして知られていますが、ここでは最も温暖で最も深い貝化石群集が知られているにもかかわらず、それを含む砂層の粒度はその下位や上位のものよ

りも粗粒であるという特徴を有しています。水深がより深いにもかかわらず砂層の粒度が粗いということは、先ほど話をした上総層群市宿層の場合と同じく、深くなったために南から黒潮の分流が流入し、その結果、砂の粒度が粗くなったと考えられます。実際、近く別の地点では、この同じ層準で斜

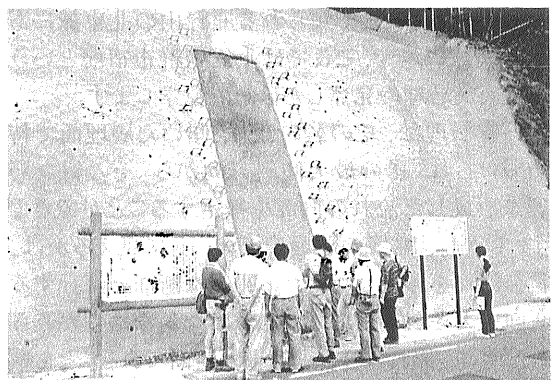


写真16 最大海進期の地蔵堂化石帯の模式地(見学地点I-b)。最近、大雨による斜面崩壊等により、一部の地窓を除いて、周りがコンクリートで覆われてしまいました。

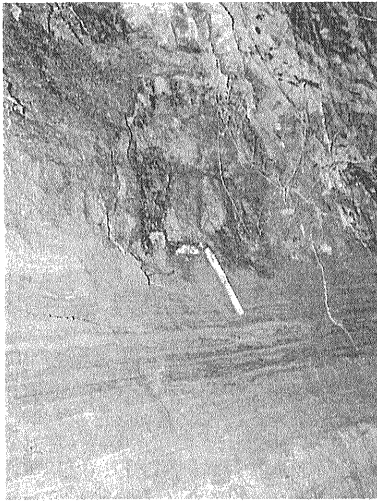


写真17 海退期を示す砂鉄質平行葉理砂層(ビーチ堆積物)とその上位に重なる泥質堆積物(塩水湿地堆積物)(見学地点I-c)。

交層理が発達しているところもあり、この考えの可能性が高いことを示唆しています。最大海進期の堆積物がかえって粗粒になるという面白い現象が観察できるわけです。ここで参加者は、地蔵堂化石帯の化石群集やその上下に挟まれる凝灰岩などを観察しました。特に地蔵堂化石帯には、通常の貝化石のみならず、腕足類の化石や単体サンゴの化石なども多数含まれ、先の泉谷化石帯とは特徴がかなり違うことも実感しました(写真16)。

最後のI-c地点は、竹藪のなかの小さな露頭ですが、地蔵堂層の最上部(上位の藪層との境界部)を、すなわち、ビーチ堆積物に特徴的な砂鉄質の平行葉理砂層とその上位に重なる塩水湿地堆積物の泥質堆積物を観察することができるのです(写真17)。つまりここでは、地蔵堂層を堆積した海が埋積され再び汽水～陸水の環境に変化する海退期の堆積物を観察することになります。こうして海進に始まり、最大海進期を経て、海退期を迎えることで一つの堆積サイクルが終了したことになります。砂鉄質の平行葉理砂層の表面をみかくことによって、参加者のみなさんには、約40万年前のビーチでの波の音を聞くことができたかもしれません。

17. TSC '99の終了

このI-c地点で、予定していた全ての見学地点を

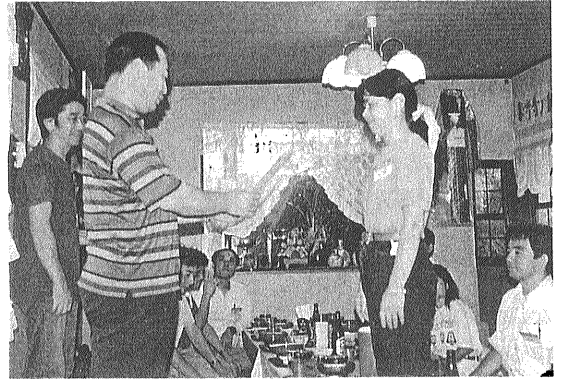


写真18 加藤次長による終了証書の手渡し。終了証書を受け取るのは、静岡県立富士宮農業高等学校の秋山満代先生。剣道2段の腕前です。

終了しましたので、参加者一同バスに乗り、木更津駅方向に向かい、途中のドライブインの予約室で昼食をとりました。このあと、高校生のときと同じく、加藤次長から参加者一人一人に終了証書が手渡されました(写真18)。そして、再びバスに乗ってJR木更津駅に向かい、ここで湯浅産学官連携推進センター長から最後のまとめのあいさつがあって、予定通り午後2時頃、今回のTSC '99の幕が下ろされました。

18. おわりに

今回のTSC '99では、宿にいっしょに泊まるという利点を活かして、夕食後の夜の勉強会も重視しました。特に夜の部では、昼の見学地点の話とは別に、より一般的な話題についての勉強会を重視しました。たとえば、活断層に関連した加藤次長によるトルコのアナトリア断層の話や航空写真を使っての活断層地形の見方の実習などは、最近の地震に対する関心の高まりから皆さん大変熱心でした。また、岸本研究調査官(当時)によるプリズムメガネによる地学画像などの立体視の話は、地学にかかわらず、理科一般にすぐにも応用できる教材として大変好評でした。先生方からもどってきたアンケートによりますと、授業のみならず、文化祭などでも展示して一般の人に使ってもらって大変好評だ

ったということでした。もちろん、夜は昼の見学内容に関連した実習や復習などを行ってその内容をより深めるなど、多様な活用方法があると思います。

今回参加された先生方には、大学や大学院時代に地質学を学んだり研究された方もおられれば、今回初めて地質学を体験するという人もおられました。したがって、野外での案内は、極めて初歩的なことから最近の研究成果・動向まで、幅広く説明するように留意しました。高校生を対象にしたSC '99では、基礎的なことを何度も繰り返すというのが基本でしたが、先生方の場合には、幅広く説明するということが重点がおかれ、そこに大きな違いがあったように思います。これが実際どこまで成功したかはわかりませんが、先生方の場合は、質問等の反応も積極的で、それだけ大変な反面非常にやりがいがあったというのが今回の率直な感想でした。皆さん参加されるまでには、職場や家庭でいろんな段取りをつけるなど様々な苦勞があったことと思いますが、それも熱心な態度となって現れたのでしょう。参加された皆様、お疲れ様でした。

最後に、今回の見学に際してご協力いただいた合同資源産業株式会社と東京大学農学部付属演習林(千葉演習林)の関係者に厚くお礼を申し上げます。また、SC '99及びTSC '99と2度のテキスト作りにご協力いただいた地質調査所非常勤職員の久保紀子さん初め地質調査所の関係者の方々にお礼を申し上げます。私にとっても、7月初めの下見に始まり8月末の本TSC '99で終了するまで、大変長くまた思い出深い夏でした。

本報告は、先のSC '99の報告(徳橋, 2000)と一緒にご覧いただければ、幸いです。なお、地質調査所によるSCやTSCに関心のある方は、地質調査所産学官連携推進センター(TEL: 0298-61-3520, FAX: 0298-61-3569)まで、気軽にお問い合わせください。多くの方々の積極的な参加をお待ちしています。

参考文献

- 徳橋秀一(1999):サイエンスキャンプ'98(地質調査所)を振り返って。地質ニュース, no.535, p.15-23.
徳橋秀一(2000):サイエンスキャンプ'99(地質調査所)を振り返って。地質ニュース, no.545, p.45-64.

TOKUHASHI Shuichi (2000): Report on the first Teachers' Science Camp '99 carried out by Geological Survey of Japan.

<受付: 2000年1月14日>