

微化石を使った地学部の指導

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-04-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00061616

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



微化石を使った地学部の指導*

金子 稔**・野村 正弘***・田中 源吾****

はじめに

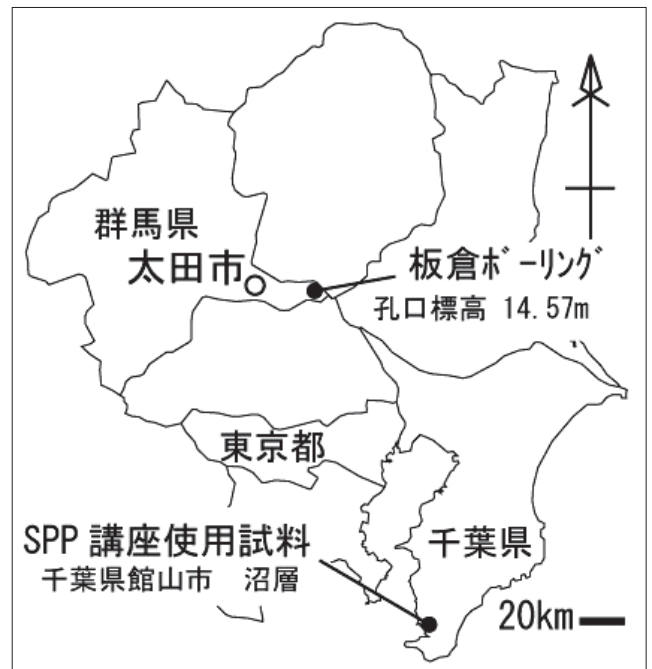
群馬県立太田女子高校では2011年に群馬県立自然史博物館と連携し、千葉県館山市の沼層に含まれる介形虫化石を題材としたサイエンス・パートナーシップ・プログラム(以下SPP)を実施した(田中ほか 2012)。このSPP講座終了後、本格的に微化石の研究を行いたいと生徒が申し出た。これをきっかけとして地学部の活動は活発となった。それまで週1~2回であった活動日を月~金曜日に増やし、必要に応じて土・日曜日も実施した。また、発表会への参加回数は年間1~2回を7~9回に増やした。研究テーマは、群馬県板倉町で掘削されたボーリングコア(以下板倉コア)に含まれる介形虫化石と有孔虫化石とし、(独)科学技術振興機構の中高生の科学部活動振興プログラムを申請、2012~2014年まで3年間指定を受けた。その後この研究は、2015年度の第39回全国高等学校総合文化祭自然科学部門地学部門で優秀賞を受賞した。このように、部活動における微化石を使った指導は有効であるとわかったため、この間の地学部指導の概要について報告する。この研究の全般的な内容と底生有孔虫化石の指導を金子が、研究のまとめかたと浮遊性有孔虫化石の指導を野村が、介形虫化石の指導を田中が担当した。

研究テーマの設定

SPPで使用した試料は千葉県館山市沼層産であり、群馬県立太田女子高校とは距離が遠い(第1図)。この試料は保存良好な微化石が多産するので講座等に使用する

のには適している(田中ほか 2012)。しかし、生徒は群馬県内の試料を研究したいと希望したため、適当な試料を探すことになった。そこで板倉コアの分析を提案し、生徒もそれを希望した。今回の研究試料は、群馬県衛生環境部が調査を終えた板倉コアから野村がサンプリングを行い、水洗処理し含泥率を測定した状態で保管してあったものである。

板倉コアは1992年に群馬県邑楽郡板倉町大字板倉341の1417社会福祉センター地内で掘削された(第1図)。



第1図 板倉ボーリング位置図

2016年12月23日受付。2017年2月23日受理。

* 日本古生物学会2015年年会にて一部ポスター講演

** 前橋支部、群馬県立太田女子高校、〒373-8511 群馬県太田市八幡町16-7

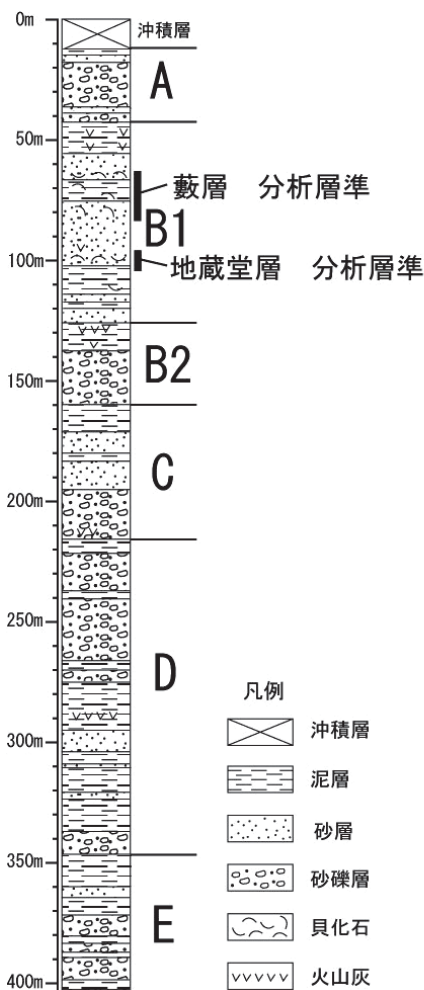
*** 駿河台大学 メディア情報学部、〒357-8555 埼玉県飯能市阿須698

**** 金沢大学 国際基幹教育院、〒920-1192 石川県金沢市角間町

孔口標高は14.57mである。地下405mまでがA～E層に、さらにB層はB1, B2層に区分される(第2図)。貝や有孔虫が含まれる海成層がB1層に2つ確認された(群馬県 1993;堀口 1994)。この2つの海成層は中部更新統下総層群藪層と地蔵堂層に対比される(平社 2008;須貝ほか 2013)。下総層群は、古東京湾と呼ばれた海に堆積した地層であり、間氷期には現在の関東平野一帯にまで広がっていた(菊池 1980)。

群馬県南東部邑楽館林地域の地蔵堂層と藪層の介形虫化石の研究例はなく、また、有孔虫化石の研究例は少ない。介形虫化石と有孔虫化石を使って群馬県板倉町付近における古東京湾の古環境の推移を解明することができれば学術的にも貴重なものとなる。

板倉コアの微化石を分析する意義について生徒に提示した。生徒と相談した結果、研究テーマとした。2年生7人で2012年4月より研究を開始した。



第2図 板倉コアの柱状図
柱状図は堀口(1994)を簡略化

微化石の拾い出し

微化石の拾い出し作業では、まずSPPで使用した保存のよい沼層の試料および海岸の砂(静岡県下田市・千葉県銚子市)に含まれる有孔虫と介形虫を拾う練習から始めた。これらは保存がよく拾い出し作業が習熟できる(金子 2000)。その後板倉コアの試料の分析にかかった。

板倉コアの試料は1試料あたり100gが水洗処理してあった。100gの試料を50g毎に2分割し、そのうち50gは保管用試料とした。もう一つの50gの試料を二分法で1/32まで分割し検鏡した。シャーレに少量の試料を撒き、面相筆を用いて、双眼実体顕微鏡下で介形虫化石と有孔虫化石を拾い出した。1/32に分割した試料から1/2に分割した試料へと順に拾い、200個体を越えたところで打ち切りにした。

この作業では拾い残しがないことが重要である。そのため生徒は、シャーレを2回検鏡し、その後教師が拾い残しを確認した。慣れてきたら生徒同士で確認作業を行った(第3図)。

この作業は大変時間がかかった。2012年夏頃から開始し、地蔵堂層と藪層のほぼ全層準で31試料を処理するのに2015年春までかかった。板倉コアは介形虫化石の産出個体数が少なく、また藪層下部の試料が大変保存が悪いなど条件が悪かった。それでも現在までに介形虫化石2355個体・底生有孔虫化石7597個体を拾い出すことができた。

微化石の拾い出しについての生徒の感想文「双眼実体顕微鏡で微化石を探します。まず、レンズをのぞいて、ピントを合わせ、見つけた微化石を湿らせた面相筆につ



第3図 微化石の拾い出し作業

けて拾い、プレパラートにおきます。この作業をシャーレ1皿分続けます。それが終わったら、顧問の先生に取り残しがないかを確認していただきます。この確認作業は自分たちで行うこともあります。確認が終わるともう1度シャーレに試料を撒き、この作業を繰り返します。シャーレに試料を撒くときに均等に撒けずに、拾うときに見づらくて苦労したり、シャーレに撒いた試料を1皿見るだけでも、目が疲れてなかなか作業が進まなかった。全部拾いきったと思ったのにもかかわらず、拾い残しが多くあったときは、とても悔しい思いをしました。有孔虫化石は多く産出するけれど、介形虫化石はなかなか見つからなくて、大変でした(太田女子高校地学部 2015)。」

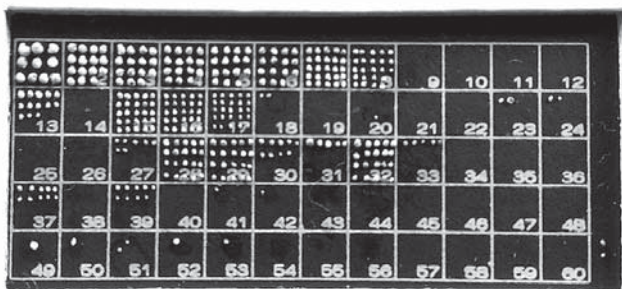
微化石の同定

当初は微化石を双眼実体顕微鏡で拾い出すことも大変であった。さらにそれをプレパラート上で種ごとに整理し、種の同定作業をすることは生徒にとって、もっと大変な作業であった。そのため次のような手順で指導した。

まず、生徒が拾い出した微化石をプレパラート上で種毎に整理した見本となるプレパラートを教師が作成した。それを見本にして生徒がプレパラート上で整理をした(第4図)。生徒が整理をしたプレパラートはさらに教師が並べ直す作業も行った。できる限りプレパラートの1つのマス目に1種が並んでいる状態になるようにしてから、生徒が学名をつける作業を行った。

同定作業には多くの文献が必要になる。生徒が研究者に別刷り請求の手紙を書き、文献を入手した。板倉コアに関連する論文別刷りや有孔虫化石と介形虫化石に関する多くの論文別刷りを入手することができた。送っていただいた論文にある化石の図版と比較することで、生徒が化石の学名を付けた。

このようにして生徒が付けた学名は、研究者による確

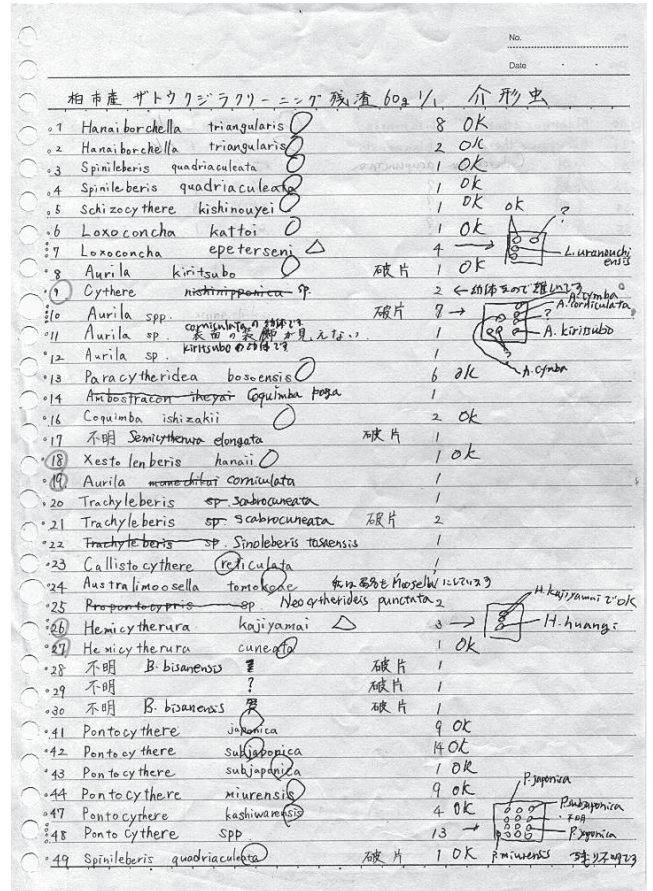


第4図 生徒が整理した微化石のプレパラート

認作業が不可欠である。第5図は生徒が学名を付けたレポートを添削したものである。この添削は介形虫化石を田中が、底生有孔虫化石を金子が、浮遊性有孔虫化石を野村が担当した。さらに底生有孔虫化石については東京海洋大学北里 洋氏にも同定の確認をして頂いている。学名を確認したプレパラートが増えてくると、それらのプレパラートと比較することで、最終的には生徒の能力で属の単位まで、また特徴的なものは種の単位まで、かなり正確に同定ができるようになった。

また、生徒が種の記載の英文を訳して読むことは大変難しいことである。そこで論文中の介形虫の種記載英文の読み方教材を田中が作成した(第6図)。具体的には記載の英文はどのようなことが書いてあるのかを図と対応させたもので、生徒は単に図を比較するだけでなくどこを見て同定するのも学ぶことができた。

記載論文の指導について生徒の感想文「特に化石の記載の論文を読んで、*Loxoconcha*属と*Aurila*属の同定法を教わりました。田中源吾先生に教わる前に介形虫化石の論文を地学部員で英語を訳して予習し、田中源吾先生

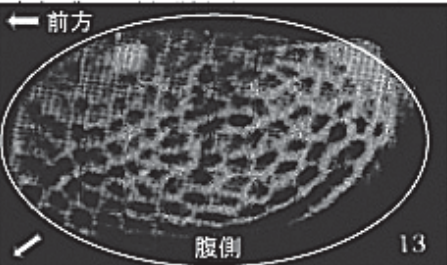


第5図 生徒が付けた学名の添削例

記載 (Description) は正格式標本 (Holotype) の図版を見ながら読みましょう。

Loxoconcha viva Ishizaki, n. sp.
Pl. 7, figs. 12-14

Description: - In lateral view carapace oblong, slightly swings anteroventrally. Greatest length and the side margin, dorsal margin straight. Ventral margin sinuous; distinctly concave before mid-length. Anterior margin broadly rounded, slightly depressed posteroventrally; upper margin nearly straight, lower margin depressed. Three ribs from anterior terminal does not increase in width.



Dimensions: holotype, right valve (fig. 13, IGP's coll. no. 50280) 0.54 mm long and 0.36 mm high; paratype, left valve (fig. 14, IGP's coll. no. 50280) 0.54 mm long and 0.35 mm high.

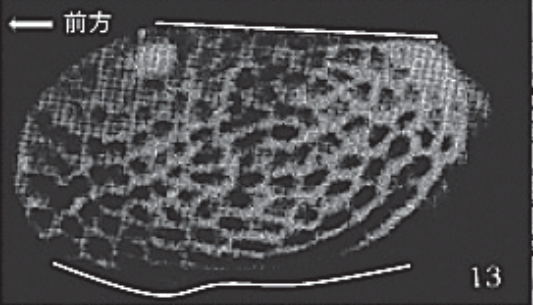
Remarks: - The present species is similar to *Loxoconcha urasoeensis* Ishizaki, but differs in the regular reticulation, continuous inner ventral ridges (or crests), and outline of carapace which tends to increase in height anteriorly.

The present species resembles *Loxoconcha modesta* Ishizaki, but is distinguished from

Loxoconcha viva Ishizaki, n. sp.
Pl. 7, figs. 12-14

Description: - In lateral view carapace oblong, slightly swings anteroventrally. Greatest height, greatest height near anterior terminal of dorsal margin, but at ventromedian area in shorter forms. Dorsal margin straight. Ventral margin sinuous; distinctly concave before mid-length. Anterior margin broadly rounded, slightly depressed posteroventrally; upper margin nearly straight, lower margin depressed. Three ribs from anterior terminal does not increase in width.

腹縁はまがりくねる: 中程の長さの前でわずかにくぼむ



Remarks: - Widely in bay except for the outer quarter facing the mouth, bottom mud to medium grained sand, 3 to 16 m deep; common in central part of the bay, stations 7, 68, 71, 72, 80, 81, 150, and 215, bottom mud to fine grained sand, 3 to 16 m deep.

第6図 種の記載を学習する教材

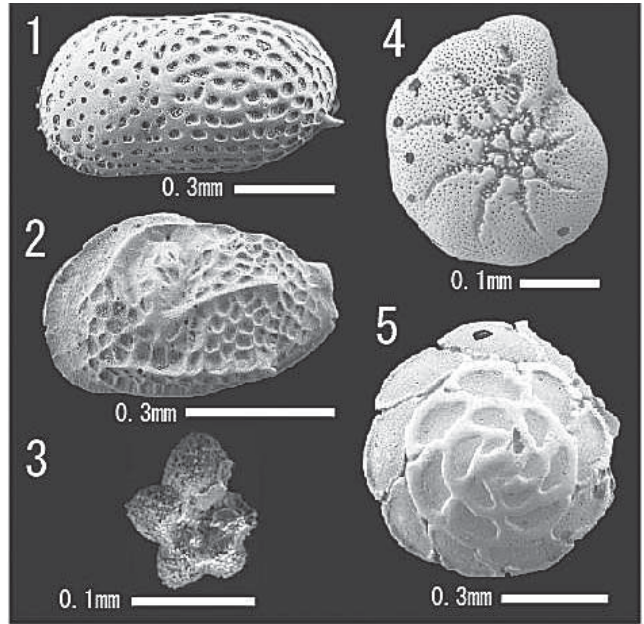
種の記載をIshizaki (1968) の *Loxoconcha viva* を例に作成した教材の一部

に写真や顕微鏡で実物を見ながら論文の内容について説明して頂きました。たいへん分かりやすいプリントを作って頂いてとても助かりました (太田女子高校地学部 2015)。」

研究機関との連携

研究している内容を生徒が理解するために基礎的な知識を習得する必要がある。古環境を調べる手段として、古生物の専門家だけでなく、地質や当時の古地理などの話を聞くことも重要である。そこで研究機関と連携し今回の研究を行った。

有孔虫化石について巣鴨有孔虫研究室の的場保望氏に、下総層群について千葉県立中央博物館の岡崎浩子氏



1: *Bicornucythere bisanensis* (Okubo) 試料118 2: *Spinileberis quadriculata* (Brady) 試料118 3: *Murrayinella takayanagii* (Matoba) 試料85 4: *Elphidium clavatum* Cushman 試料121 5: *Pseudorotalia gaimardii* (d'Orbigny) 試料121

第7図 板倉コアから産出した介形虫化石 (1-2) と有孔虫化石 (3-5) 原島ほか (2015) より

に、関東平野の地下地質について平社定夫氏に、下総層群の介形虫化石について日本大学の小沢広和氏から話を伺うことができた。また、テフラの分析については産業総合研究所の中澤 努氏にお願いした。ボーリングコアの研究からどのようなことが分かり、どのような課題があるのかを生徒に理解させ、この研究の目的がより明確になった。

また、微化石の研究をまとめるには、微化石の走査電子顕微鏡での撮影および図版作りも重要な作業である。写真撮影には群馬県立自然史博物館の走査型電子顕微鏡 (卓上電子顕微鏡日立・TM-1000) を利用した。撮影した写真データを使い、駿河台大学パソコン室にて野村より画像処理の講義・実習を行った。これらの指導により、走査型電子顕微鏡で写真撮影し、Adobe Photoshopで編集、Adobe Illustratorで画像配置を行い、微化石の図版作成を生徒の手で行うことができた (第7図)。

巣鴨有孔虫研究室を訪問時の生徒の感想文 「2012年12月9日に的場保望先生の巣鴨にある研究所に伺いました。的場先生は、有孔虫化石の専門家としてとても有名な方です。研究所では的場先生に、有孔虫化石の詳しい分類の仕方や、論文の読み方などを教えていただきました。

有孔虫化石の分類の仕方は、サンプルを顕微鏡で見比べながら、二つの種の違いを教えてくださいました。具体的には、有孔虫化石の*Ammonia beccarii*という種のforma 1とforma 2の違いを説明していただきました。的場先生によると、有孔虫化石の殻の表面にあるとても小さな穴もこの二つを見分ける基準になっているそうです。それまで私たちは、殻の形や、大きさだけを基準に種を見分けていたので、細部まで目を向けていませんでした。しかし、それだけでは完全に種を分類することは不可能であり、今まで着目していなかった有孔虫化石の細かい特徴が、種を分ける大きなポイントになっていると分かりました。

有孔虫化石や介形虫化石の種の記載についての論文を自分たちで読んで見ましたが、論文は全て英語で書かれていて、専門用語も多く使われており、私たちが和訳しただけでは理解できないところがたくさんありました。たとえ和訳ができていても、それが正しい解釈なのか自分たちで判断することは困難でした。論文の著者である的場先生に直接会って解説をしていただくことで、論文の内容を正しく理解することができました。

また、研究所にある貴重な専門書や模型も見せていただきました。研究所の資料には、日本に数冊しかないようなものもたくさんあり、今まで見たことのない資料の数々にとても感動しました。有孔虫の模型は野球ボールほどの大きさで、いつもは顕微鏡で見えるような小さな有孔虫を、様々な角度から見る事ができたことが良かったです。的場先生から教えていただいたことは、いずれも、普段の活動ではできないことで良い経験になりました。今回学んだことは、今後の活動に活かしていきたいと思います（太田女子高校地学部 2015）。」

感想文のように、Matoba(1970)の*Ammonia beccarii* (Linnaeus) forma 1とforma 2の違いについて、記載文を訳しただけではわからなかった部分の説明を生徒は聞くことができた。

発表会の活用

研究の成果は積極的に発表会で発表することを心がけた。特に地学部で全国高等学校総合文化祭自然科学部門地学部門に県代表として参加できた経験は生徒の資質向上につながった。また、日本地質学会の小、中、高校生徒「地学研究」発表会・日本地球惑星科学連合高校生セッション・日本古生物学会高校生ポスター発表などの学会の高校生部門の発表会への参加で、多くの研究者と直接話をする機会を持つことができた。研究者の目から見た

この研究に対する質問を受けることができ、さらに日頃感じた疑問を専門家に直接質問することができ、助言を受けた。また、レベルの高い高校生の発表を見学できる貴重な体験であった。

公の場で発表するという事は、自分たちの成果を見やすく・わかりやすくまとめ、アピールしなければならないということである。そのために、情報を対象者に的確に伝えるための手法として「情報デザイン」を野村が指導した。具体的には、スライドやポスターの構成・配置・色・大きさなどの指導である。加えて、発表のスキル（立ち方・話し方・指し示し方など）も指導している。これらの発表会を通して生徒の研究に対する理解とプレゼンの能力を向上させることができた。千葉大学の第8回高校生理科研究発表会に発表したポスターを第8図に示した。

太田女子高校地学部が2012～2016年度に参加した主な発表会は以下の通りである。

- ・群馬県理科研究発表会, 2012～2016
- ・群馬県SSH・SPP等合同成果発表会, 2012～2016
- ・日本学生科学賞, 2012・2015・2016
- ・千葉大学 高校生理科研究発表会, 2014・2016
- ・全国高等学校総合文化祭 自然科学部門 地学部門, 2013・2015・2016
- ・日本地質学会 小さなEarth Scientistのつどい ～小、中、高校生徒「地学研究」発表会～, 2013～2016
- ・日本地球惑星科学連合 高校生セッション, 2014～2016
- ・日本古生物学会 高校生ポスター発表, 2015
- ・中高生の科学部活動振興プログラム連絡協議会, 2012～2014

中高生の科学部活動振興プログラム連絡協議会に参加した感想文「県内だけでなく、他県の学校の人がたくさんいることがとても新鮮で良かった。多くの学校が集まるということは、それだけ多くの研究があるということなので、今まで見たことのない研究がたくさんあって、とても刺激になった。また、お互いに研究を発表し合って、そして評価するというのもいいなと思った。相手の発表を聞き、評価することで、自分たちの研究や発表がどうしたらもっと良くなるかということをよく考えられるようになった。そして、発表を聞き情報交換をすることの大切さもわかった。発表をしたことで、私たちの研究をより発展させていくような情報を聞くことができ、本当に良かった。また、同じような研究はしていなくても、

今後役に立ちそうな情報をたくさん聞くことができ、研究内容とは関係ないが部員の集め方など相談し合ったりして良い情報交換の場にもなった。発表で得られることというのはとても多いので、今後も発表を続けていきたいと思った。」

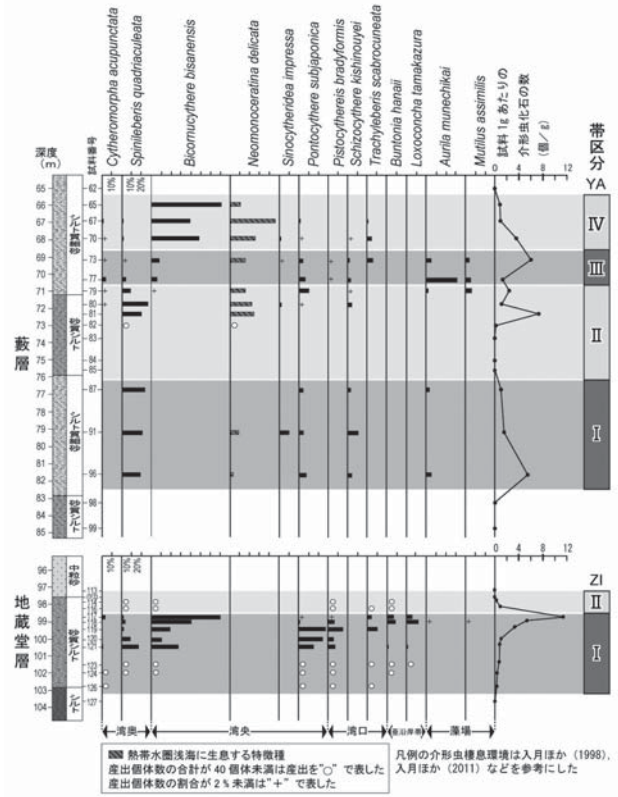
研究の成果

まだすべての試料の処理は終わっていないが、現在までに確認された成果は、第39回全国高等学校総合文化祭自然科学部門地学部門で発表し、原島ほか(2015)にまとめられた。以下その概要である。

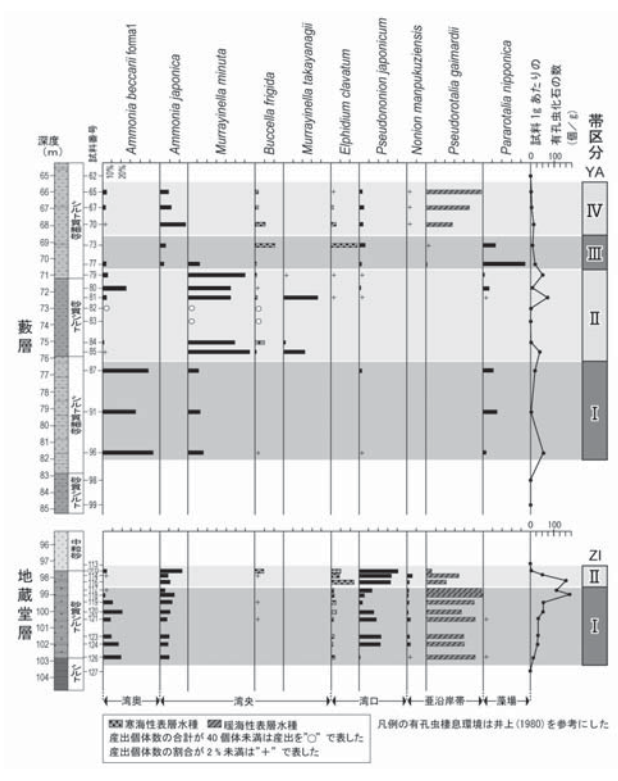
介形虫化石42属80種、底生有孔虫37属66種、浮遊性有孔虫は2属4種を確認した。その産出状況から、地蔵堂層で2帯・藪層で4帯に帯区分できた。地蔵堂層の堆積当時の古環境は、比較的温暖な湾央部の環境で、群集の変化より海進のピークが深度99m付近の層準に認められた。藪層では海進のピークが深度66m付近の層準に認められ、ラビーンメント面が深度71m付近にあり、その下位は開析谷埋積堆積物であることが推定された。また、介形虫化石では現生アナログ法で古水深を推定することができた。特徴的な産出種としては、藪層では、*Neomonoceratina delicata* Ishizaki and Katoという熱帯・亜熱帯に生息する介形虫 (Irizuki et al. 2009) の産出が確認できた。有孔虫化石では *Murrayinella takayanagii* (Matoba) という報告例が少ない有孔虫化石が多産する層準を見つけた。この種を含む有孔虫化石群集は、特徴的な種構成であり、今後この地域の地下地質の研究で鍵層として使える可能性が考えられる。原島ほか(2015)より、板倉コアの地蔵堂層と藪層の介形虫化石と有孔虫化石の産出頻度の変化をそれぞれ第9図と第10図に示した。

終わりに

2012年度実施のSPP終了時の生徒の一言をきっかけに地学部を活性化することができた。その後、地学部は本格的に微化石の研究に取り組むことになった。さらに板倉コアの微化石の研究をきっかけにして黄鉄鉱に置換した微化石や他のボーリングコアの微化石など、研究のテーマを広げることができた。その結果、地学部員の研究技術・古生物学や地質学の知識・発表技術・ポスターの作り方・パワーポイントでのスライドの作り方等、すべてが向上した。特に多くの発表会への参加・研究者からの直接の指導・(独)科学技術振興機構の中高生の科学部活動振興プログラムが大きな役割を果たしたと考



第9図 介形虫化石の産出頻度の変化
原島ほか(2015)より



第10図 有孔虫化石の産出頻度の変化
原島ほか(2015)より

られる。こうした活動は学校の授業だけでは学ぶことが困難な知識・能力が獲得できる有効な手法であるといえる。

謝辞 SPPおよび中高生の科学部活動振興プログラムにあたっては(独)科学技術振興機構に大きな援助を頂いた。本活動に対し太田女子高校地学部の生徒たちとは貴重な体験を共有することができた。SPP講座実施に際し連携機関として群馬県立自然史博物館の職員の方々にお世話になった。本研究に際し巢鴨有孔虫研究室の場保望氏、東京海洋大学北里 洋氏、日本大学小沢広和氏、中尾有利子氏、島根大学野村律夫氏・入月俊明氏、宇都宮大学酒井豊三郎氏・相田吉昭氏、千葉科学大学安藤生大氏、新潟大学赤井純治氏・高清水康博氏、群馬県立自然史博物館菅原久誠氏、千葉県立中央博物館岡崎浩子氏・加藤久佳氏、神奈川県立生命の星・地球博物館松島義章氏・田口公則氏、産業総合研究所中澤 努氏・兼子尚知氏、元埼玉県高等学校平社定夫氏、太田市立北中学校石川博行氏、高崎健康福祉大学高崎高等学校藤野未来氏にお世話になった。二名の査読者には丁寧なご指摘をいただいた。以上の方々および関係機関に感謝の意を表す。

文 献

- 群馬県(1993)平成4年度地盤沈下地質調査総括報告書。群馬県, 147p.
- 原島 舞・今橋春日・佐藤有花・猪口華蓮・松倉重里紗(2015)群馬県板倉ボーリングコアの介形虫化石と有孔虫化石について～微化石を用いた古環境の推定～. 第39回全国高等学校総合文化祭2015滋賀びわこ総文自然科学部門論文集, 280-281.
- 平社定夫(2008)関東平野中央部における中・上部更新統の層序および構造運動. 地球科学, 62, 43-55.
- 堀口萬吉(1994)関東平野地下地質の概要. 地団研専報, 42, 1-16.
- Irizuki T, Taru H, Taguchi K and Matsushima Y (2009) Paleobiogeographical implications of inner bay ostracodes during the Late Pleistocene Shimosueyoshi transgression, central Japan with significance of its migration and disappearance in eastern Asia. Palaeogeography, Palaeoecology, Palaeoclimatology, 271, 316-328.
- Ishizaki K (1968) Ostracodes from Uranouchi Bay, Kochi Prefecture, Japan. Sci Rep Tohoku Univ, Ser 2 (Geol), 40, 1-45.
- 金子 稔(2000)海岸の砂に含まれる有孔虫の殻を使った地学部指導の例. 第30回関東理科教育研究大会群馬大会要項・研究発表資料, 92-93.
- 菊地隆男(1980)古東京湾. アーバンクボタ, 18, 16-21.
- Matoba Y (1970) Distribution of Recent shallow water foraminifera of Matushima Bay, Miyagi Prefecture, Northeast Japan. Sci Rep Tohoku Univ, Ser 2 (Geol), 42, 1-85.
- 太田女子高校地学部(2015)平成24年度地学部部活動成果報告書. 群馬県立太田女子高校, 24p.
- 須貝俊彦・松島(大上)紘子・水野清秀(2013)過去40万年間の関東平野の地形発達史—地殻変動と氷河性海水準変動の関わりを中心に—. 地学雑, 122, 921-948.
- 田中源吾・金子 稔・大石雅子・青木貴子・太田女子高等学校平成23年度SPP授業参加者(2012)千葉県の完新統沼層より産出した介形虫化石群. 群馬県立自然史博物館研究報告, 16, 111-118.