

多摩川中流域に分布する上総層群の残された問題の解決、総括的研究と地質野外実習教材の
改訂

2016年

松川 正樹
東京学芸大学環境科学分野 教授

共同研究者： 馬場勝良 岐阜聖徳学園大学・教授
林 慶一 甲南大学・教授
小荒井千人 慶應義塾湘南藤沢中高等部教諭
柊原礼士 慶應義塾幼稚舎・教諭
宮口真木子 東京学芸大学附属小金井中学校・教諭

多摩川中流域に分布する上総層群の残された
問題の解決, 総括的研究と地質野外実習教材の改訂

松川正樹

東京学芸大学・環境科学分野

2016年4月

目次

はしがき

1. 地質学・古生物学の研究

多摩川中流域の河床に見られる地層の露出の状況 松川正樹・馬場勝良・西田尚央

関東平野西縁部の地表と地下に分布する鮮新-更新統の層序 松川正樹・竹川悠史・
高田真美子・馬場勝良・川合将文・川島眞一

多摩川中流域の上総層群の堆積相と堆積環境：地質野外実習のための評価
西田尚央・松川正樹・馬場勝良

関東平野西縁部の鮮新-更新統の貝化石群集の特徴 馬場勝良・松川正樹

浅海生軟体動物化石群集における巻貝の捕食戦略：関東平野西縁部の下部更新統を例として
松川正樹・赤塚里子・馬場勝良

東京都の地下に分布する鮮新-更新統の貝形虫化石と堆積環境 林 慶一

関東平野西縁に分布する鮮新-更新統の花粉化石群集に基づく古植生・古気候の復元とそれら
の時代的変遷 石井由子・松川正樹

地質と化石の研究の総括 松川正樹

2. 教材と指導法の研究

「立川-日野の多摩川河床」の地質の野外観察実習地としての評価
馬場勝良・松川正樹

中学生を対象とした多摩川河床の露頭を用いた地質野外学習の実践と評価
小荒井千人・宮口真木子・松川正樹

教員研修：地質野外実習の研修における教員の行動と理解 松川正樹

はしがき

多摩川中流域、浅川と秋川河床に分布する鮮新-更新統は、地質の野外学習を体験することのできる貴重な場所である。私達の研究グループは、過去 30 年間ほど多摩川中流域と周辺の丘陵地域に分布する鮮新-更新統の地質と化石を研究し、その成果に基づき地質野外学習の教材化を進め、学校や郷土館で授業と普及を実践してきた（松川ほか、1991；馬場・松川（編）、2002；馬場、2005）。

多摩川中流域とその支流に分布する地層の露頭は、河川改修による人工的な破壊や台風などにおける出水により改変される。そのため、野外学習では現在の露頭状況に即した教材化を図る必要がある。今回の改訂では、以下の内容を主に研究し、教材に反映させる。すなわち、地質学・古生物学の研究では、① 関東平野西縁部の地表に分布する鮮新-更新統と武蔵野台地や東京低地の地下に分布する鮮新-更新統を区分し、対比する、② 堆積相解析および、貝化石、貝形虫、花粉の微化石により古環境と古気候を推定する、③ 地層と化石の研究を総括する。

一方、教材の研究では、① 現在の露頭状況を示し、2004 年～2005 年に実施した前回の研究からの露頭の改変を示す、② 多摩川に架かる JR 中央線の日野橋鉄橋より上流の 500 m の範囲が陸域と浅海域の環境変化を化石により理解できる最も良い地域で、地質の野外実習の場所として優れているので、この地域で中学生の実践、東京都の小中高の教員を対象として教員研修を実践した。

本研究を実施するに際して、とうきゅう環境浄化財団には研究費の援助を受けた。謝意を表す。

文献

松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下治・相場博明・坪内秀樹（1991）：多摩川中流域に分布する上総層群の古環境解析とそれに基づく地質野外実習教材の開発。多摩川環境調査助成集（とうきゅう環境浄化財団），13, 1-270.

馬場勝良・松川正樹（編集）（2002）：地質野外実習地としての多摩川中流域および狭山丘陵に分布する上総層群の露頭の現状とそれに基づく教材開発。多摩川環境調査助成集（とうきゅう環境浄化財団），24, 1-282.

馬場勝良（2005）：浅川産ハチオウジゾウを使った体験学習のための基礎的研究と実践。多摩川環境調査助成集（とうきゅう環境浄化財団），159, 1-57.

1. 地質学・古生物等の研究

多摩川中流域の河床に見られる地層の露出の状況

松川正樹¹・馬場勝良²・西田尚央¹

1. 東京学芸大学・環境科学分野
2. 岐阜聖徳学園大学・教育学部

1. はじめに

多摩川中流域、浅川と秋川河床に分布する鮮新-更新統は、都市化の進む多摩地域西部の中で、地質の野外学習を体験することのできる貴重な場所である。私達の研究グループは、1986年より現在まで、これらの場所に分布する地層や化石を研究して、その成果に基づき地質野外学習の教材化を進め、学校や郷土館で授業と普及を実践してきた(松川ほか, 1991; 馬場・松川編, 2002; 馬場, 2005)。そして、研究を実施したプロジェクト毎に多摩川中流域、浅川と秋川河床で見られる地層の露頭状況を地図に表した。松川ほか(1991)ではA~Lの区画に分け、馬場ほか(2005)では、この地域を15の区画に分け、詳細な地層の分布図を著した。

今回のプロジェクトでは、3箇所を除いて松川ほか(1991)、馬場・松川編(2002)、馬場ほか(2005)が示した露頭の大きな変化は認められなかった。大きな変化は、平成27年3月19日の国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所の「多摩大橋周辺区間の整備」である。

2. 露頭変化

大きな露頭の変化は、3カ所。1つはJR八高線多摩川鉄橋(河口から45 km 上流付近)からJR中央線多摩川橋梁より上流500 m(河口から42 km 付近)の区間(松川ほか, 1991のFとGの区画)(図1, 2)。1カ所は、拝島橋上流(松川ほか, 1991のEの区画)。そして、もう1カ所は平山橋である。

2-1. 変化の区間1

JR八高線多摩川鉄橋(河口から45 km 上流付近)からJR中央線多摩川橋梁より上流500 m(河口から42 km 付近)の区間(松川ほか, 1991のFとGの区画)(図1, 2)。

2-1-1. 変化理由

① 河道の二極化が過度に進行しているため、自然の営力による河床高の回復や河川環境の改善が期待できず、このまま放置すれば堤防や横断工作物の安全性が低下し、生態環境(礫河原, 植生, 湿地)の多様性が減少し続けるため。② 2000年頃に多摩川の土手の幅を厚くし、堤防を補強した。これは台風により未曾有の流量の水が多摩川を流れ、例えば、立川市福社会館前では堤防の頂上から6段下まで水面が達したためである。

2-1-2. 具体的な変化

① 10箇所に帯工が設置された。そのため、河床の地層が破壊された。特に、JR八高線多摩川

鉄橋と多摩大橋の区間は5つ、多摩大橋とJR中央線多摩川橋梁より上流500m(河口から42km付近)の区間は5つの帯工が設置された。この設置と川底低下の進行を防ぐため、水衝部対策のため、埋戻しと河道掘削がされた。これにより、この区間の松川ほか(1991)のF区画の露頭の

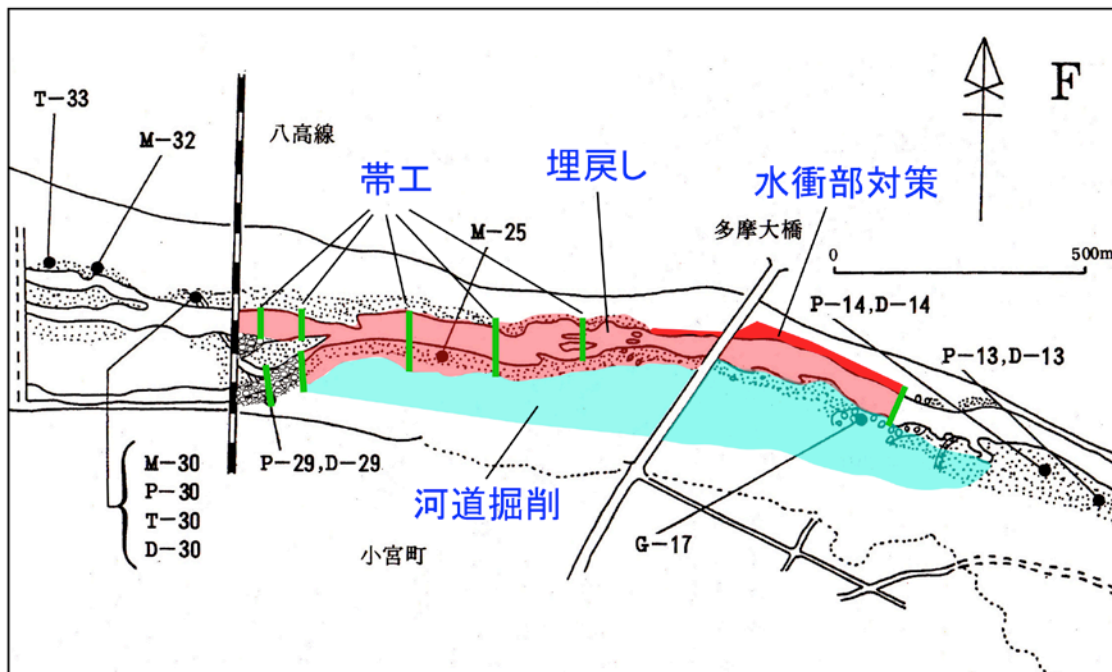


図1. 松川ほか(1991)のF区画の露頭の改変。

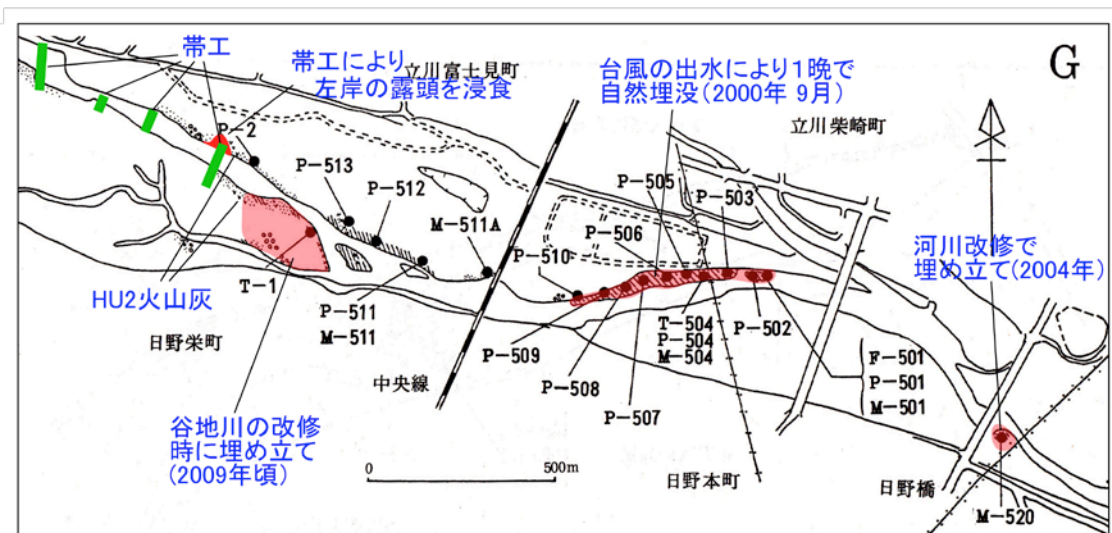


図2. 松川ほか(1991)のG区画の露頭の改変。

殆どが消失した。また、G区画の最も下流側に設置された帯工は多数の大きな石を河床に敷き詰めた帯工で、石と石の間にスペースを取り川の流れを通りやすくする工夫がされているが、この工夫に反して、帯工のブロックにより河川水の流れが左岸に蛇行し、露出する地層を浸食している。

② 補強工事の際、多摩川右岸の谷地川が多摩川に注ぐ地点に露出していた多量の長鼻類と偶蹄類の足跡化石を含む地域 (Matsukawa et al., 2007) が埋められていた。

2-1-3. 改変による地質学的情報の消失

西田ほか (2014) は、多摩川中流部の河床に分布する飯能層から平山層を経て小山田層に至る層序 (松川ほか, 2006) の堆積相を記載し、堆積環境を解釈し、堆積環境の変遷を述べた。その結果、河川から沿岸-浅海環境を示す特徴的な堆積相が認められた。すなわち、(1) 拝島水道橋上流-拝島大橋付近 (図 3, 4 の区間 1 と 2) に分布する飯能層は河川環境、(2) JR 八高線鉄橋上流-多摩大橋下流 (図 3, 4 の区間 3 と 4) に分布する平山層は下部外浜から上部外浜環境、(3) 多摩大橋下流 (図 3, 4 の区間 4) の平山層は沖浜から下部外浜環境、(4) JR 中央線鉄橋上流付近 (図 3, 4 の区間 5) の小山田層は河川から沿岸、および浅海堆積環境、がそれぞれ推定される。このことは、従来の地質・古生物学的検討の結果を基本的に支持する。

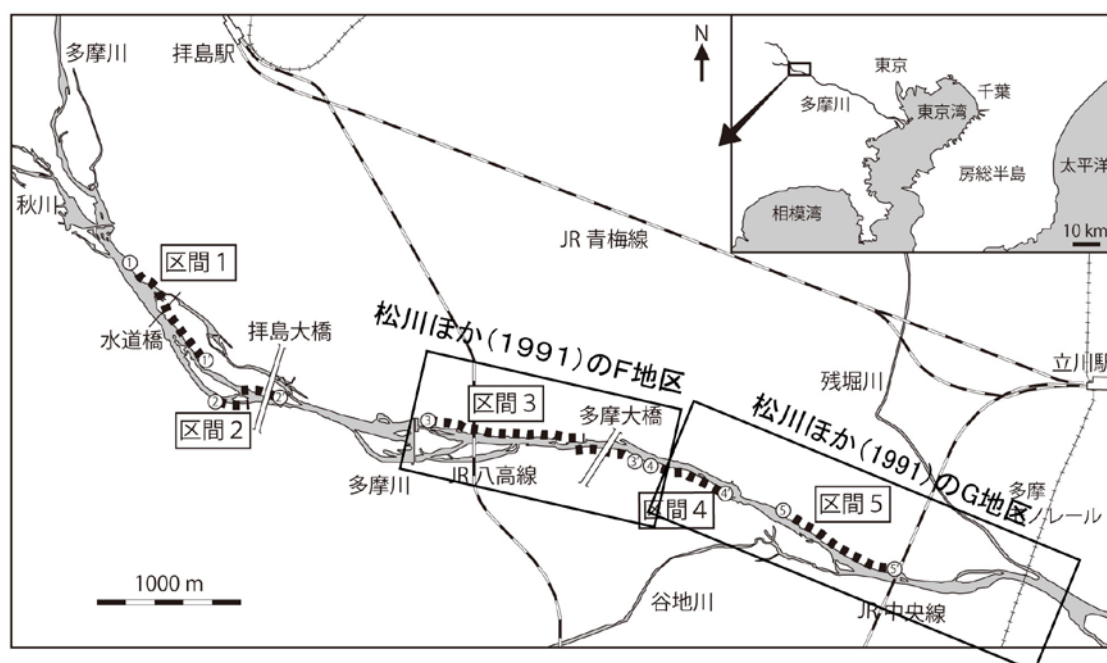


図 3. 西田ほか (2014) の調査区間と松川ほか (1991) の F 地区と G 地区の関係。西田ほか (2014) に加筆。

この工事により消失した露頭は、西田ほか (2014) の区間 3 と 4 で、平山層の下部外浜から上部外浜環境と平山層の沖浜から下部外浜環境に解釈される層序である。

この区間の地層は、下部で走向が $N20-30^{\circ}W$ で、傾斜は $10^{\circ}N$ である。また上部では、走向が $N35^{\circ}E$ で、傾斜は $10^{\circ}S$ である。層厚が 28.3 m で、合計で 3 m 程度の非露出区間を含む。主に砂層と礫質砂層によって構成され、大きく 2 つの堆積相 (IIIa, IIIb) で特徴づけられる (図 4 の 3 の柱状図)。堆積相 IIIa は、主に極細粒砂と細粒砂層で構成され、一部でシルト層や礫質砂層を挟在する。このうち極細粒砂層は下部に卓越し、細粒砂層は上部に卓越する。いずれの砂層も淘汰が良く、平行層理やハモック状斜交層理が観察される (図 5A)。一部は、*Ophiomorpha* や *Rosselia*, *Tharasinoides* で代表される生痕をともなう (図 5B)。ただし、著しい生物擾乱によって、ほぼ塊状か弱いラミナが認められるのみの場合もある。個々の砂層の厚

さは 0.7–2.7 m であるが、生物擾乱や砂層どうしが癒着しているため認識されない境界面がある可能性がある。砂層には、厚さが 2–10 cm のシルト層が挟在する。一部はレンズ状で、著しく生物擾乱の影響を受けている (図 5C)。また、厚さが 10 cm の礫質砂層も挟在する。これら

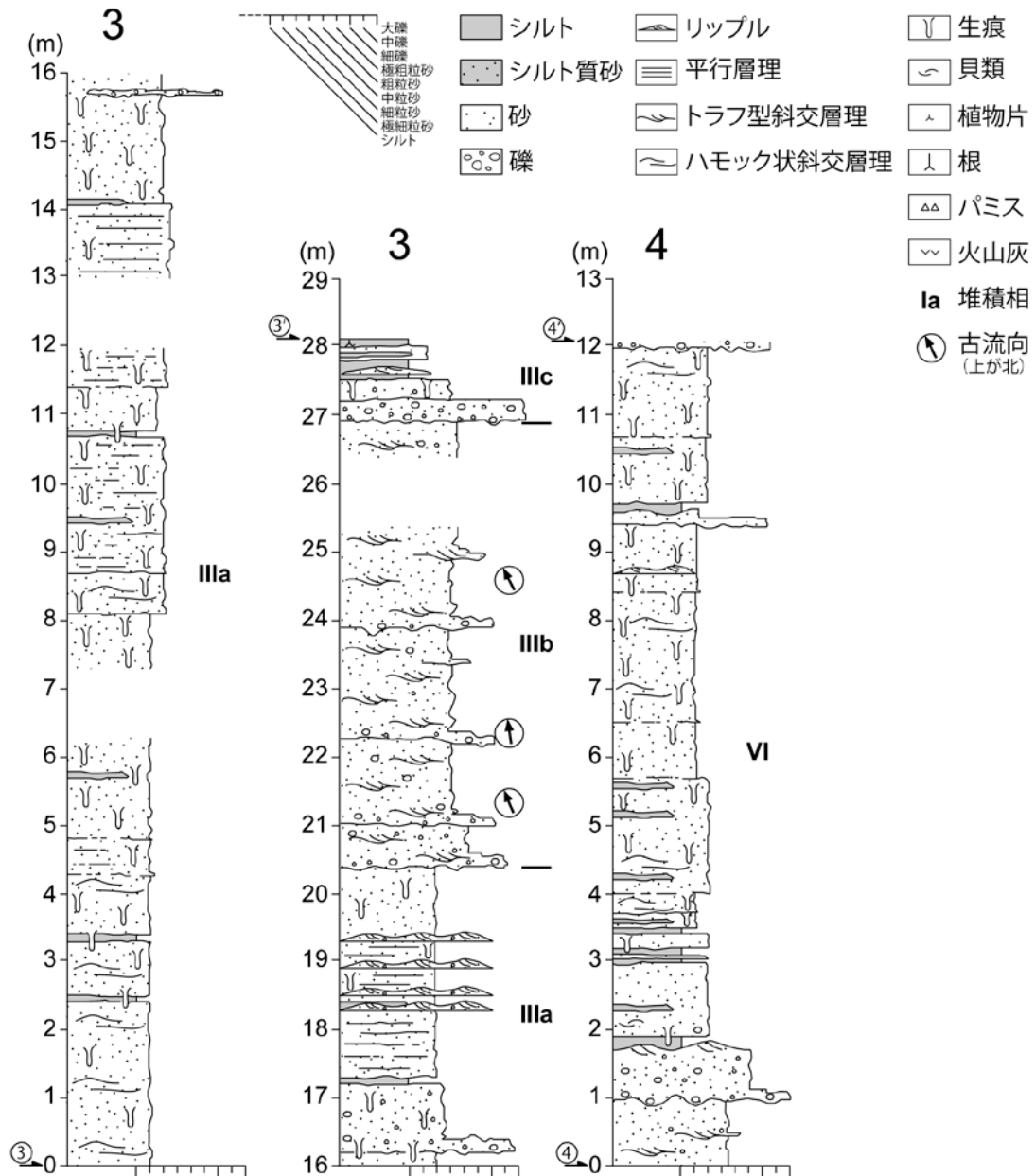


図4. 西田ほか (2014) で示された区間3と区間4の地質柱状図. 西田ほか (2014) を引用.

は波長が 60–80 cm の粗粒リップル (coarse-grained ripple) の形態を示し、一部はレンズ状のシルトに覆われる (図 5D)。この区間内での全体の厚さは 20.4 m で (合計およそ 2 m 程度の非露出区間を含む)、この区間の下部–中部を構成する。一方、堆積相 IIIb は、主に礫質砂層で構成される。トラフ型斜交層理が顕著に認められ、そのセット高はおよそ 0.5–1.0 m である (図 5E)。走向・傾斜で補正した古流向は、およそ北北東から北の範囲である。また、一部には

厚さが 2–10 cm のシルト層が挟在する (図 5F)。これらのシルト層は、上下の砂層との境界がシャープで、ラミナなどの内部構造が認められない。また、生物擾乱も上部の砂層からの生痕を除きほとんど認められないことを特徴とする。この区間内での堆積相 IIIb 全体の厚さは 7.9

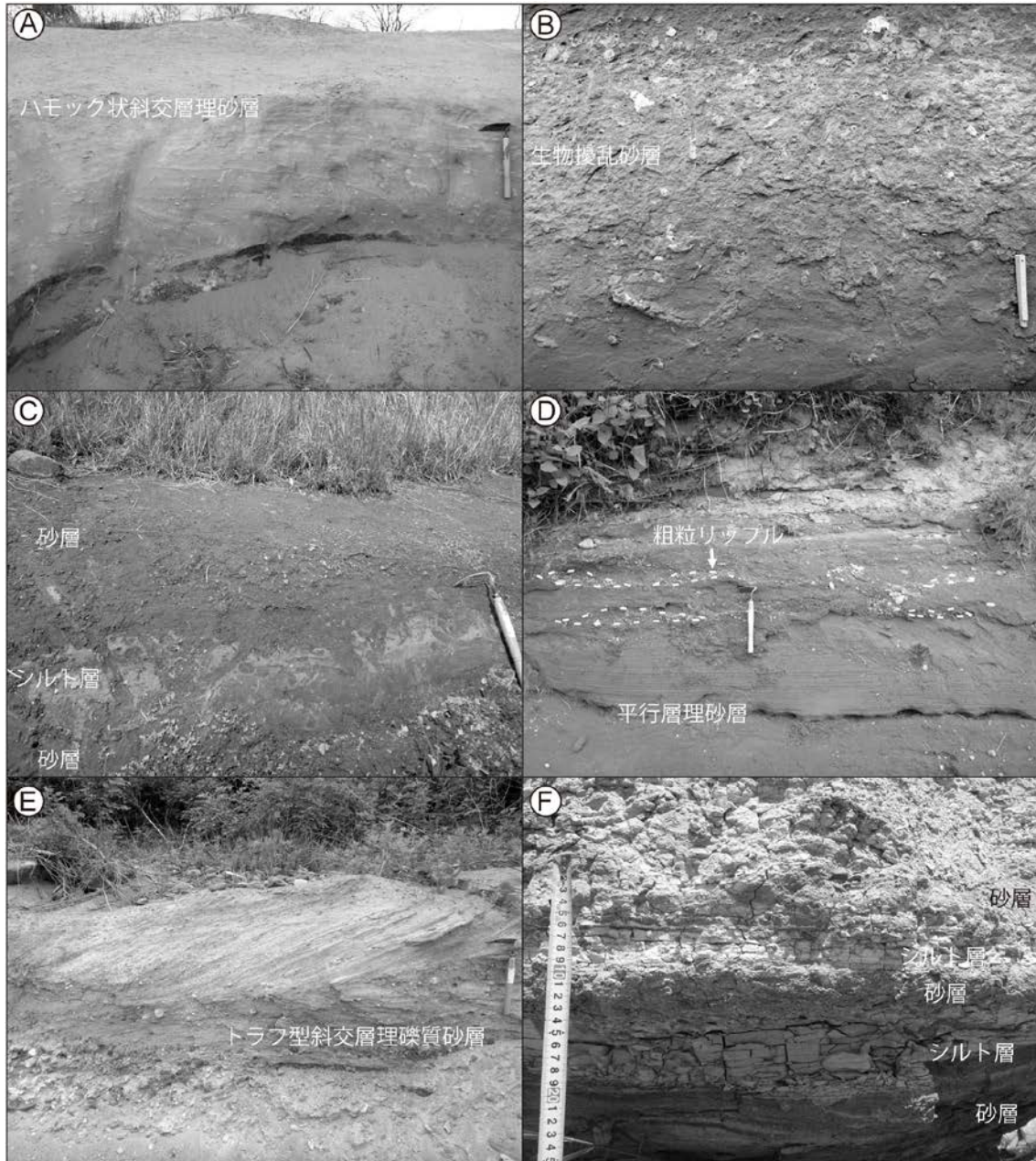


図 5. JR 八高線鉄橋上流—多摩大橋下流付近の平山層の特徴。ねじり鎌の長さは 32 cm。A：ハモック状斜交層理が認められる細粒砂層。B：生物擾乱をともなうハモック状斜交層理。C：著しく生物擾乱をうけるシルト層。スケールは 10 cm。D：平行層理が認められる細粒砂層と挟在する粗粒リップル（破線）。E：トラフ型斜交層理の発達する礫質砂。F：中粒砂層に挟在するシルト層。上下の砂層との境界面は明瞭で、一部をのぞき生痕や堆積構造は認められない。薄いレンズ状の砂層をともなう。西田ほか (2014)を改変。

m で (およそ 1 m 程度の非露出区間を含む)、この区間の上部を構成する。下位の堆積相 IIIa と

の境界は明瞭で、浸食的である。

2-2. 改変の区間2.

拝島橋上流（松川ほか，1991のEの区画；宮下・坪内，2002の拝島地域）。

2-2-1. 改変理由

昭島市立拝島自然公園内にバーベキュー施設ができたため、流路と河床が埋め立てられた。

2-2-2. 具体的な改変

流路と河床の露出していた地層と樹幹化石がすべて施設を作るための土砂により覆われ、埋没した。

2-2-3. 改変による地質学的情報の消失

この地域は、関東平野西縁部に分布する鮮新-更新統で認められる樹幹化石と長鼻類や偶蹄類の足跡化石で特徴づけられる3つ異なる時代の陸成相が認められ、その内の2番目に古い時代のものである。また、水道橋から約300m下流の河床に露出する中粒～細粒砂層と泥層の互層には直径1cm程度、深さ10cm程度の生痕化石が多数見られ、浅海相を示し、多摩川河床に露出する鮮新-更新統で、最も上流部まで海水の影響が及んだことを示すと解釈されている（宮下・坪内，2002）。

また、西田ほか（2014）によれば、この陸成相は流路、氾濫原、堤防や堤防決壊の環境を含む河川堆積システムと解釈されている。しかし、西田ほか（2014）では宮下・坪内（2002）の浅海を支持する生痕化石を含む中粒～細粒砂層と泥層の互層が認められていないので、宮下・坪内（2002）から西田ほか（2014）の期間に、浅海相を支持する生痕化石を含む中粒～細粒砂層と泥層の互層が消失した可能性が高い。

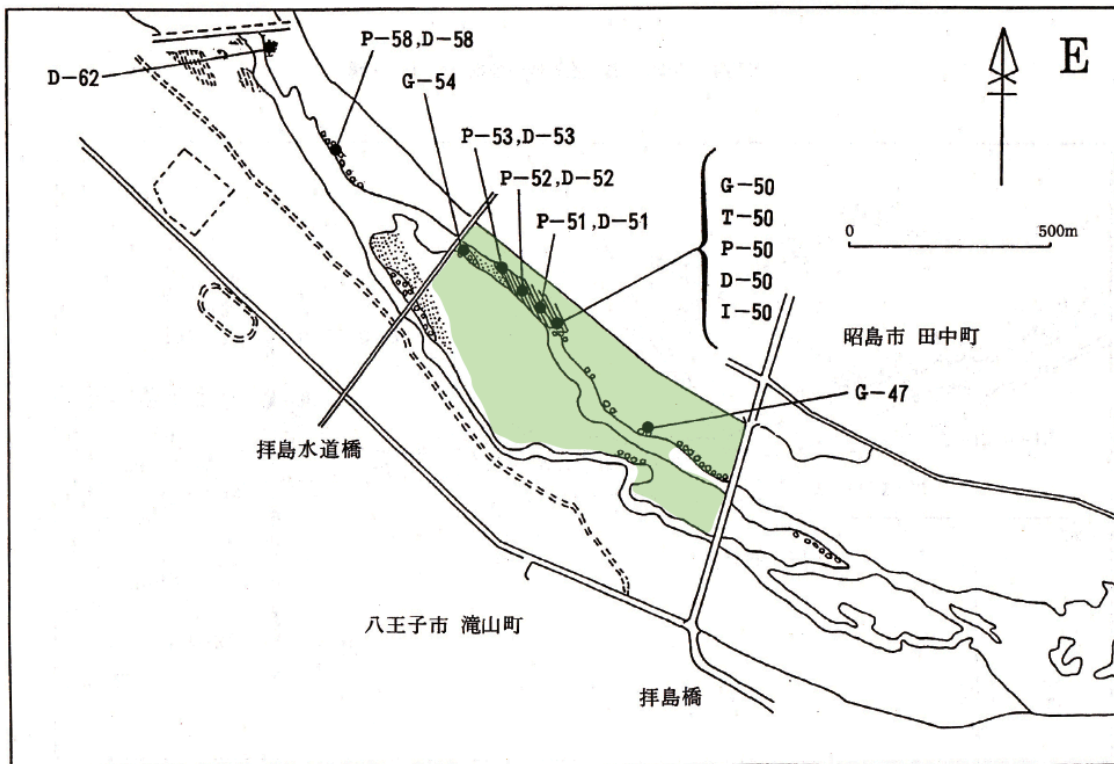


図6. 松川ほか（1991）のE地区. 緑色に塗色された部分が露頭の消失した地域.

図6と7は、松川ほか(1991)と宮下・坪内(2002)が示した地層の分布や化石(主に植物の直立樹幹)の産地が土砂により埋没された地域を緑色で示した。松川ほか(1991)では2つの流路が示されており、北側の流路の河床に地層と化石の産地が認められる。一方、宮下・坪内(2002)では北側の流路が人工的に埋没されたことが示されている、そのため、北側の流路は凹みとして痕跡が残され、地層や化石が見られた。しかし、現在では、流路跡は水が干上がり、ブッシュに覆われている。そのため、地層や直立樹幹の化石の観察ができなくなった。

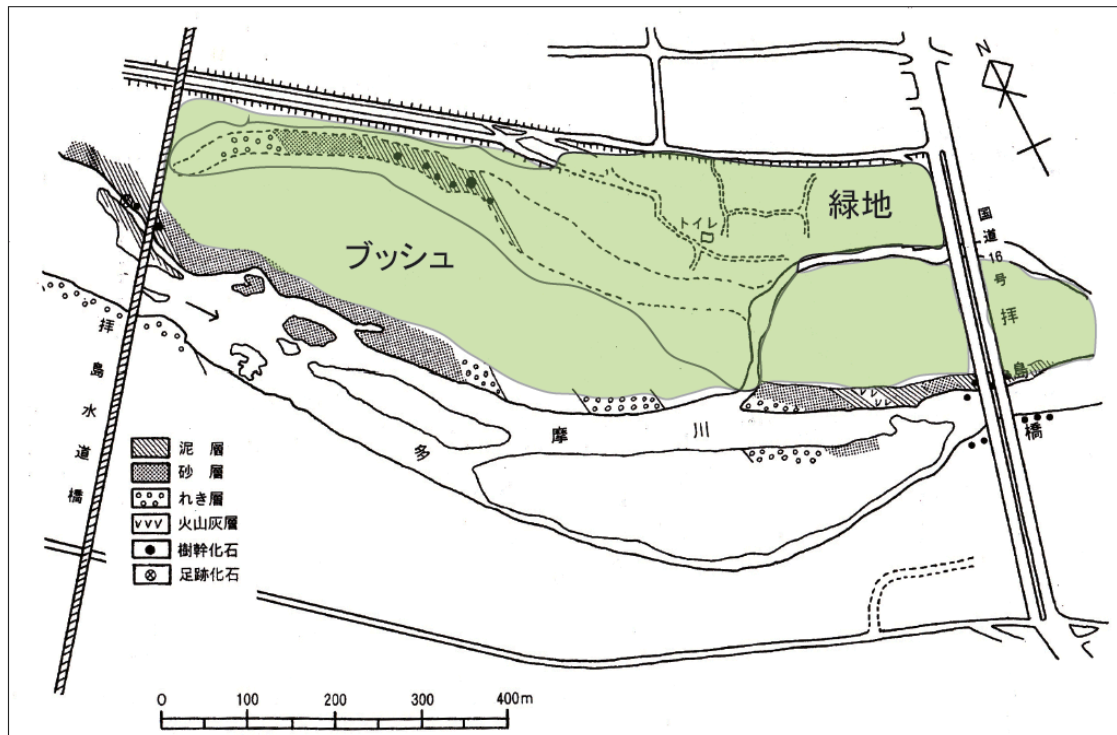


図7. 宮下・坪内(2002)の拝島地域。緑色に塗色された部分が露頭の消失した地域。

この地域の現在(2014-2015年)の露頭の状況は、多摩川の流路が1つになり、その左岸に地層が露出して、観察可能である。これに関しては、西田ほか(2014)で述べた。

2-3. 改変の区間3.

日野市平山橋

2-3-1. 改変の理由

浅川の河川改修

2-3-2. 具体的な改変

平山橋の上流と下流のコンクリートによる床固めと堤防をコンクリートで固めた。

2-3-3. 改変による地質学的情報の消失

平山橋の浅川河床は平山層の模式地である。保存のよい貝化石が多産した。馬場(1990, 2009, 2015)によると関東平野西縁部の上総層群の中で、寒流系の貝化石群集を産出する最も古い地点である。この情報を呈する代替地は無い。

3. 地層の現在の露出状態と松川ほか (1991) と馬場 (2005) で示された地層の露出状態

松川ほか (1991) は多摩川, 秋川と浅川の河床に露出する地層を A 地区から L 地区の 12 の地区の地図 (図 8) に, 地層の露出, 花粉化石, 珪藻化石, 有孔虫化石, 貝化石, 昆虫化石, 植物化石の産地と礫岩の組成, 大きさ, 円磨度, ファブリックを調べた位置を示した. また, 馬場・松川 (編) (2002) では, A 地区から J 地区の 10 地区に分け, 地層の露出, 貝化石, 哺乳類の足跡化石, 砂層中の重鉱物組成分析の試料, 火山灰の分析試料の産地と地質野外実習の場所を示した (図 9). そして, 馬場 (2005) では八王子市内を流れる河川の河床に見られる地層の露出状況を 15 に区分した地図に示した (図 10). 三者の位置を表す記号相関関係を表 1 に示す. 各地域の地質情報の詳細は, 3つの報告書を参照のこと.

表 1. 3つの報告書で示された地域を表す記号の相関関係.

	下奥多摩 多摩川橋	多摩川橋 羽村大橋	羽村大橋 永田橋	永田橋 用水堰	昭和水 堰一拜島橋	拜島橋 多摩大橋	多摩大橋 日野橋	宿河原・生田緑地	新代橋 秋留橋	新代橋 昭和水堰	陸北大橋 松枝橋	松枝橋 山川分岐	狭山丘陵
松川ほか(1991)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
馬場・松川(2002)					E	C+D	C+B	A	G		H	I	J
馬場(2005)							⑩				①	⑦	

3つの報告書で示された地層の露出の情報の多くは, 2014年と2015年に確認できた. しかし, 狭山丘陵地域は立ち入り禁止となり, 地層を見学するためには管理者からの許可が必要である.

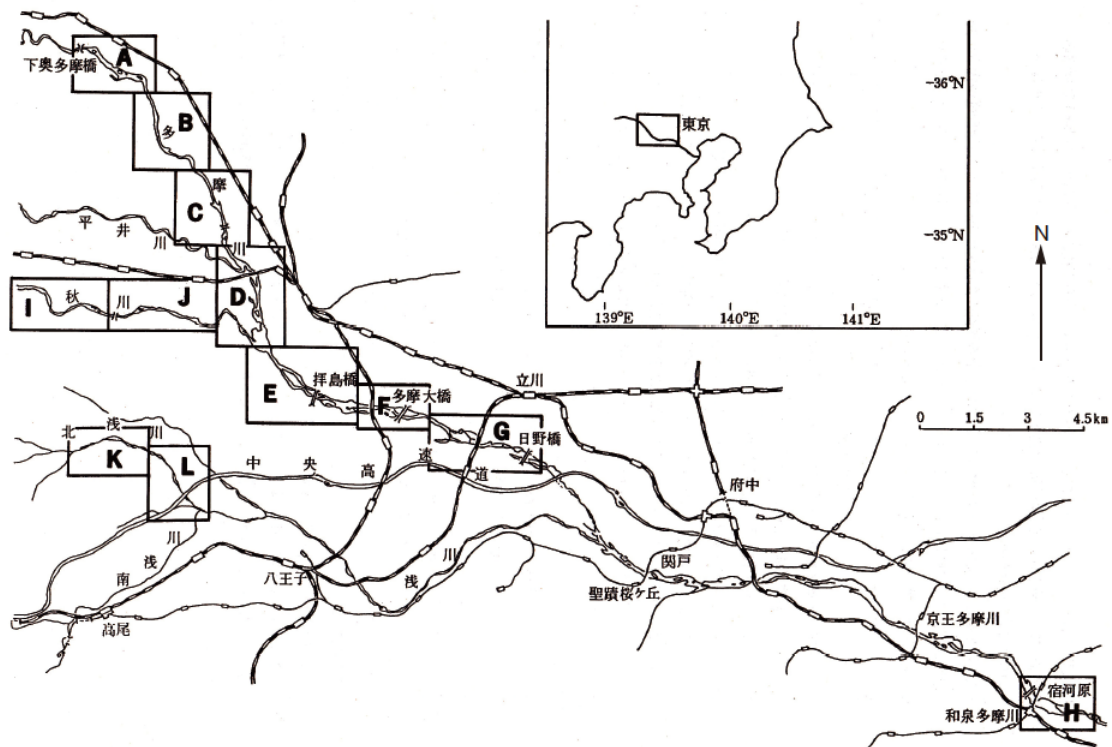


図 8. 松川ほか (1991) が区分した 12 の地域.

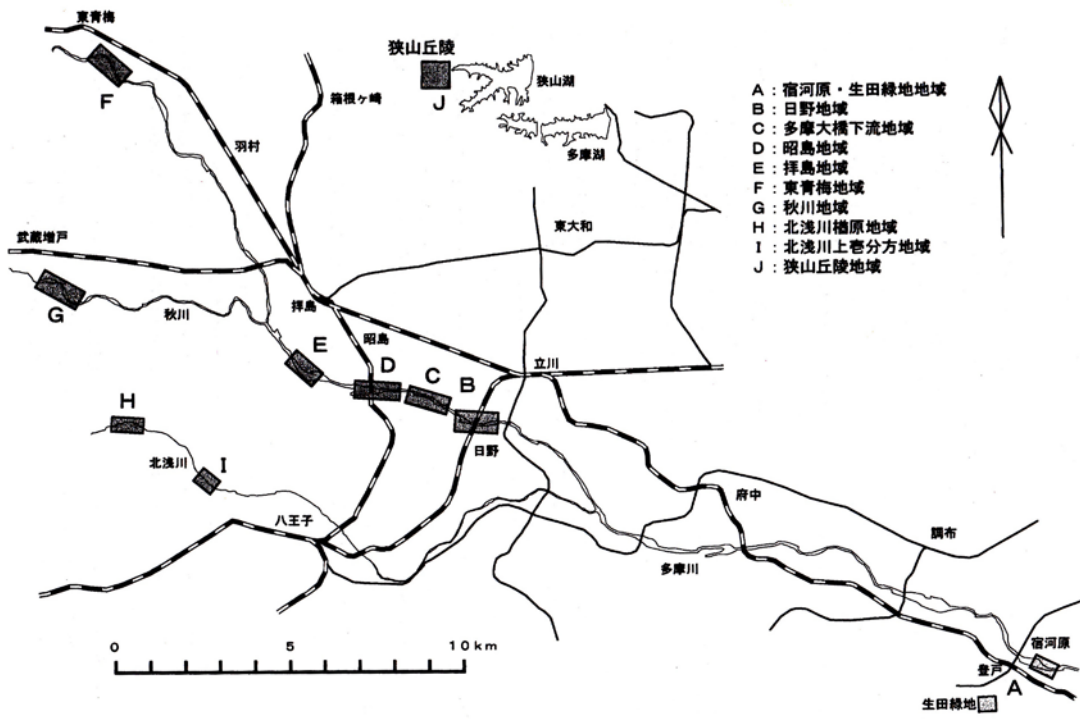


図9. 馬場・松川 (編) (2002) が区分した10の地域.

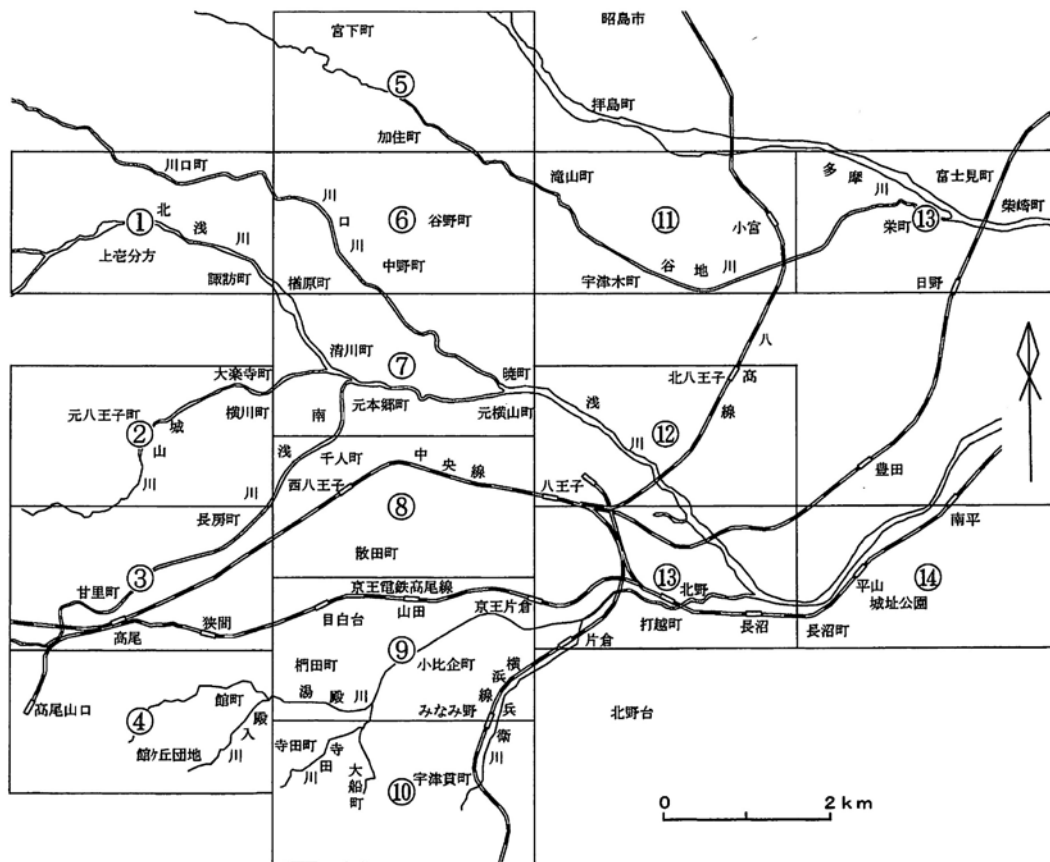


図10. 馬場 (2005) が区分した14の地域.

引用文献

- 馬場勝良 (1990) : 関東地方南部, 上総層群の貝化石群集. 慶應義塾幼稚舎, 445 pp.
- 馬場勝良 (2005) : 浅川産ハチオウジゾウを使った体験学習のための基礎的研究と実践. 多摩川環境調査助成集 (とうきゅう環境浄化財団) 159, 1 - 57.
- 馬場勝良 (2009) : 関東平野西縁部の鮮新—更新統上総層群の貝化石群集と環境変動—地学の野外実習教材開発の基礎として—. 東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科東京学芸大学博士論文, 164 pp.
- 馬場勝良, (2015) : 関東平野西縁部の下部更新統上総層群の貝化石群集と環境変動—地学の野外実習教材開発の基礎として—. 岐阜聖徳学園大学紀要 54, 65 - 87.
- 馬場勝良・松川正樹 (編集) (2002) : 地質野外実習地としての多摩川中流域および狭山丘陵に分布する上総層群の露頭の現状とそれに基づく教材開発. 多摩川環境調査助成集 (とうきゅう環境浄化財団) 24, 1 - 282.
- 松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下治・相場博明・坪内秀樹 (1991) : 多摩川中流域に分布する上総層群の古環境解析とそれに基づく地質野外実習教材の開発. 多摩川環境調査助成集 (とうきゅう環境浄化財団) 13, 1 - 270.
- Matsukawa, M., Baba, K., Lockley, M. G. (2007) : A mammalian ichnofauna from Plio - Pleistocene terrestrial deposits of west Tokyo, Japan. *New Mexico Museum Natural History and Science Bulletin* 42, 185 - 199.
- 松川正樹・柿沼宏充・馬場勝良・大平寛人 (2006) : 関東平野西縁に分布する鮮新—更新統の層序と対比の再検討. 東京学芸大学紀要, 自然科学系 58, 173 - 202.
- 宮下 治・坪内秀樹 (2002) : 拝島地域の地質野外実習案内—東京都昭島市拝島を流れる多摩川中流域の昔を探る—. 馬場勝良・松川正樹 (編集) (2002), 多摩川環境調査助成集 (とうきゅう環境浄化財団) 24, 232 - 247.
- 西田尚央・松川正樹・馬場勝良 (2014) : 多摩川中流域の上総層群の堆積相と堆積環境 : 地質野外実習のための評価. 東京学芸大学紀要 自然科学系 66, 133 - 148.

関東平野西縁部の地表と地下に分布する鮮新-更新統の層序

松川正樹¹・竹川悠史²・高田真美子³・馬場勝良⁴・川合将文⁵・川島眞一⁵

1. 東京学芸大学・環境科学分野
2. 栃木県矢板市立矢板小学校
3. 東京都大田区立久が原小学校
4. 岐阜聖徳学園大学・教育学部
5. 東京都土木技術支援・人材育成センター

1. はじめに

鮮新-更新世は、世界的な規模で温暖化と寒冷化を幾度も繰り返したことが地層や化石などから証拠づけられている。この繰り返しは氷河性海面変動として捉えられており、変動の規模や時間の長さが見積もられている。

関東平野西縁部には陸成～浅海相の鮮新-更新統が広く分布するので、地層に記録された寒冷化と温暖化の証拠から、氷河性海面変動の時空分布を示すことができる。

関東平野西縁部に分布する鮮新-更新統は、北から岩殿丘陵・高麗丘陵・加治丘陵・狭山丘陵・草花丘陵・加住丘陵・多摩丘陵に分布し、東へ緩く傾斜する。そのため、鮮新-更新統はこれらの丘陵より東側に位置する武蔵野台地や、さらに東側の荒川や江戸川を含む沖積層の低地の地下にも分布が連続すると考えられる。西側の丘陵部に分布する鮮新-更新統は基盤岩類を不整合に覆い、主として陸成相からなり、東側の鮮新-更新統は浅海相からなり、陸成相から浅海相への環境の時空変化を理解することができる。

関東平野西縁の丘陵地の鮮新-更新統に関しては多くの研究があり、最近では松川ほか(2006)と馬場(2009)により層序が確立され、環境とその時代的変遷が解釈された。そして、遠藤(1978)は武蔵野台地と東部の低地の地下の層序を確立した。しかし、関東平野西縁部の地表から東へ武蔵野台地と低地の地下に分布する一連の鮮新-更新統に関して研究した例はない。

そこで、本研究は東京都の各地で掘削されたボーリング試料を用いて、関東平野西縁部の丘陵地域から武蔵野台地を経て低地にかけて、地下に分布する鮮新-更新統について、層序区分し、丘陵地域の陸上域で区分された層序との対比を試みる。

2. 関東平野西縁部の地表に分布する鮮新—更新統の層序

松川ほか (2006) と馬場 (2009) は、関東平野西縁部の全域の地表に分布する鮮新—更新統を層序区分し、各層を記載した (図 1)。各層の記載に関しては、松川ほか (2006) と馬場 (2009) に従う。飯能地域とは岩殿丘陵、高麗丘陵と加治丘陵を含み、多摩川—秋川地域は草花丘陵と加住丘陵を含む。

飯能～草花地域	秋川—多摩川地域	多摩丘陵地域		
		北部	中部	南部
		高津層		
		飯室層	飯室層	王禅寺層
		出店層	王禅寺層	
		稻城層	柿生層	柿生層
	連光寺層		鶴川層	
	小山田層			
？	福島部層	平山層		
	飯能層	大矢部層		
		寺田層		
仏子層				
矢風層		館層		
先 第 三 系				

図 1. 松川ほか (2006) と馬場 (2009) の層序区分をもとに作成した関東平野西縁部に分布する鮮新—更新統の層序区分のまとめ。

飯能—草花地域では下位より矢風層、飯能層と仏子層に区分される。秋川—多摩川地域では下位より矢風層、飯能層、平山層、小山田層と連光寺層、多摩丘陵地域の北部では下位より、館層、寺田層、大矢部層、平山層、小山田層、連光寺層、稻城層、出店層、飯室層、高津層に区分される。多摩丘陵中部では連光寺層より上位の層序は下位から柿生層、王禅寺層、飯室層に区分され、南部では下位より、鶴川層、柿生層と王禅寺層に区分される。そして、矢風層は館層と同時異相、飯能層は寺田層から大矢部層の層序と同時異相として、柿生層は稻城層と同時異相、王禅寺層の下部は出店層と上部は飯室層と同時異相と解釈されている。

3. 東京都の地下に分布する鮮新—更新統の層序と地質構造

東京都の地下には鮮新—更新統が分布する。東京都土木技術研究所 (現東京都土木技術支援・人材育成センター) は地盤沈下の観測のために、都内各地に観測井を設置した。ボーリング試料が各所に保管されており、それを用いると東京都の地下に分布する鮮新—更新統の層序、環境、地質構造を理解することができる。

3-1. ボーリング試料について

東京都土木技術研究所（現東京都土木技術支援・人材育成センター）は東京都内の41地点に観測井を設置した。その中から地下の地質を考察するのに適すると考えられる22地点を抽出し、観測井の設置で得られたボーリング試料を用いた（図2）。用いたボーリング試料の掘削地点は、足立区舎人観測井（以後観測井を省略）、板橋区上赤塚、杉並区杉並、目黒区目黒、東久留米市東久留米、調布市調布、清瀬市清瀬、東大和市東大和、立川市立川、小金井市小金井、小金井市小金井南、武蔵村山市武蔵村山、府中市府中、東村山市東村山、八王子市八王子、瑞穂町瑞穂、多摩市多摩、稲城市稲城、町田市町田、町田市町田南、三鷹市三鷹、昭島市昭島で（図2）。

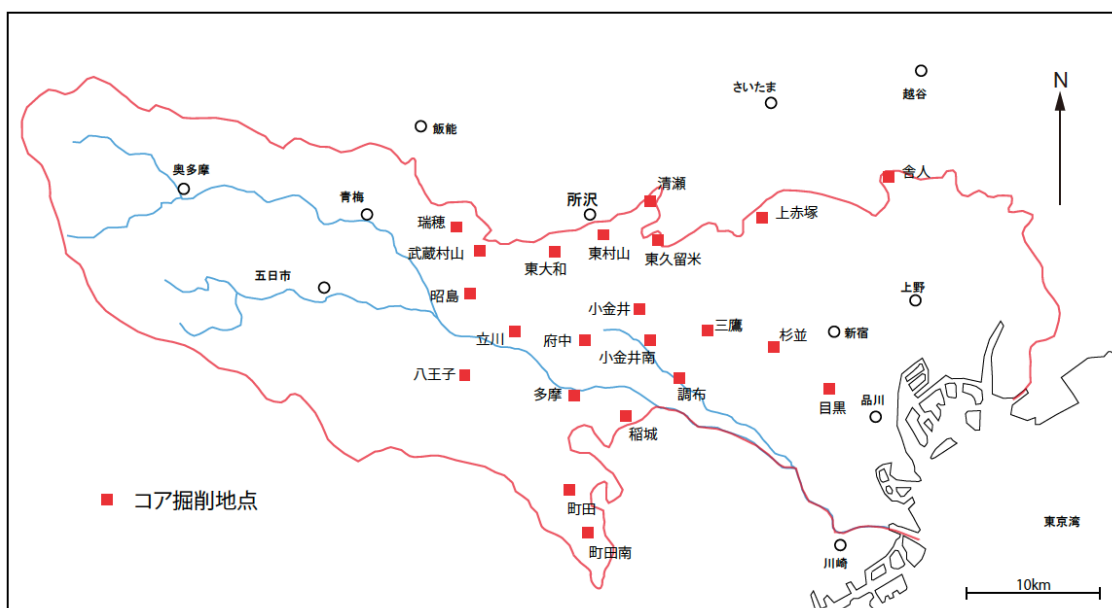


図2. 本研究で使用したボーリングコアの掘削地点

西部の丘陵地域から武蔵野台地を経て東部の低地地域までと、南部の町田市から北部の清瀬市にまでおよぶ。これらの観測井で得られたボーリング試料に関して、遠藤ほか(1978, 1981a, 1981b, 1989), 川合・川島(1991), 川合ほか(1986, 1987, 1992, 1993), 川島・川合(1977, 1979, 1980), 川島ほか(1984, 1985, 1988)により、A層, B層, C層, D層, E層などとして層序区分されたが、国際層序ガイド(Hedberg ed., 1976; Salvador, 1994 (日本地質学会訳編, 2001))に基づけば、層の名称には地名を使用し、模式地を指定して定義することが必要である。そのため、本研究では、各地点のボーリングを基に柱状図を作成し、岩相を層序区分し、各層の名称に地名を使用する。

小金井試錐を中心として、3本の直線方向に位置する観測井で検討する(図3)。設定した直線は、Aライン：西北西－東南東方向、Bライン：西南西－東北東方向、Cライン：南南西－北北東方向である。以後それぞれをAライン、Bライン、Cラインと表記する。

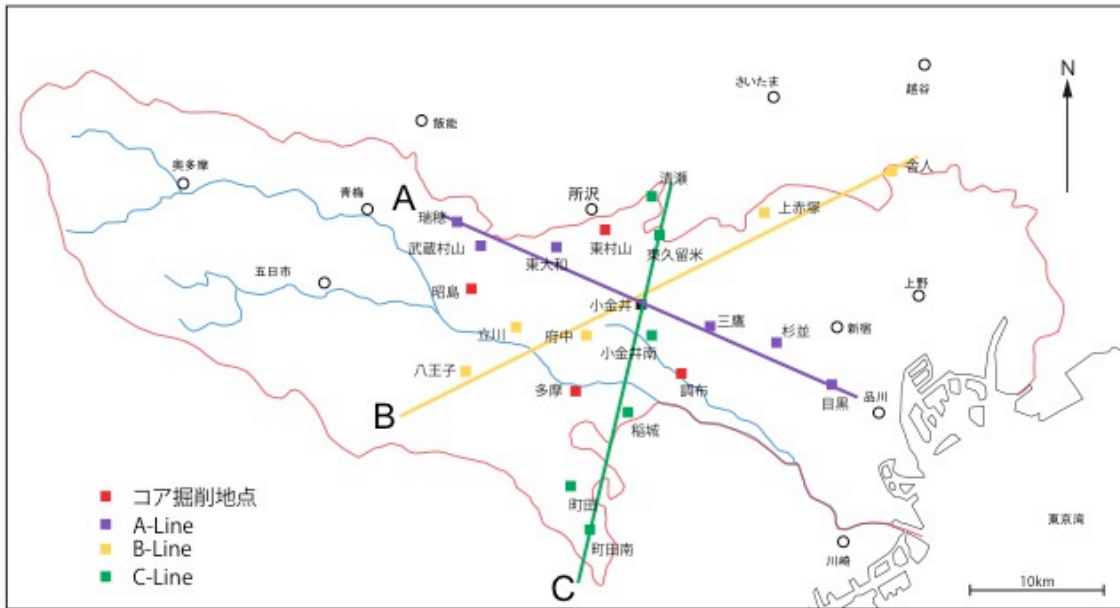


図3. 3本のライン上のボーリングコアで示される柱状図の位置.

3-1-1. Aライン（西北西－東南東）について

Aラインは西から東へ瑞穂試錐、武蔵村山試錐、東大和試錐、小金井試錐、三鷹試錐、杉並試錐、目黒試錐からなる（図4）。各地点の掘削地点の標高、各地点の観測井の水平距離を考慮して層序を対比した。瑞穂試錐と武蔵村山試錐では、下位より、基盤岩、基盤岩を不整合で覆う飯能層、飯能層を不整合で覆う東久留米層、東久留米層を不整合で覆う寺田層、大矢部層、平山層、小山田層、に区分される。東大和試錐、小金井試錐、三鷹試錐、杉並試錐、目黒試錐は、下位より、中津層群（清水層、大塚層と塩田層）、北多摩層、東久留米層、平山層、小山田層、連光寺層、稲城層とそれを不整合で覆う東京層、さらに不整合で覆う武蔵野礫層に区分できる。

3-1-2. Bライン（西南西－東南東）について

Bラインは西から東へ八王子試錐、立川試錐、府中試錐、小金井試錐、上赤塚試錐、舎人試錐からなる（図5）。八王子試錐は下位より、中津層群（塩田層）、北多摩層、東久留米層とそれを不整合で覆う寺田層、大矢部層に区分される。立川試錐では下位より基盤岩とそれを不整合で覆う楊井層？、さらに不整合で覆う中津層群（小沢層、神沢層、清水層、大塚層、塩田層）、北多摩層、東久留米層、大矢部層、平山層、小山田層に区分される。府中試錐は下位より、北多摩層、東久留米層、平山層、小山田層とそれを不整合で覆う東京層に区分される。上赤塚試錐は下位よ

区分される。

3-1-3. Cライン（南南西—北北東方向）について

Cラインには北から南へ、清瀬試錐、東久留米試錐、小金井試錐、小金井南試錐、稲城試錐、町田試錐、町田南試錐が相当する（図6）。下位から、中津層群（塩田層）、北多摩層、東久留米層、平山層、小山田層、連光寺層、稲城層に区分され、それを不整合で覆う東京層に区分される。また、町田試錐と町田南試錐では下位から、北多摩層と鶴川層に区分される。

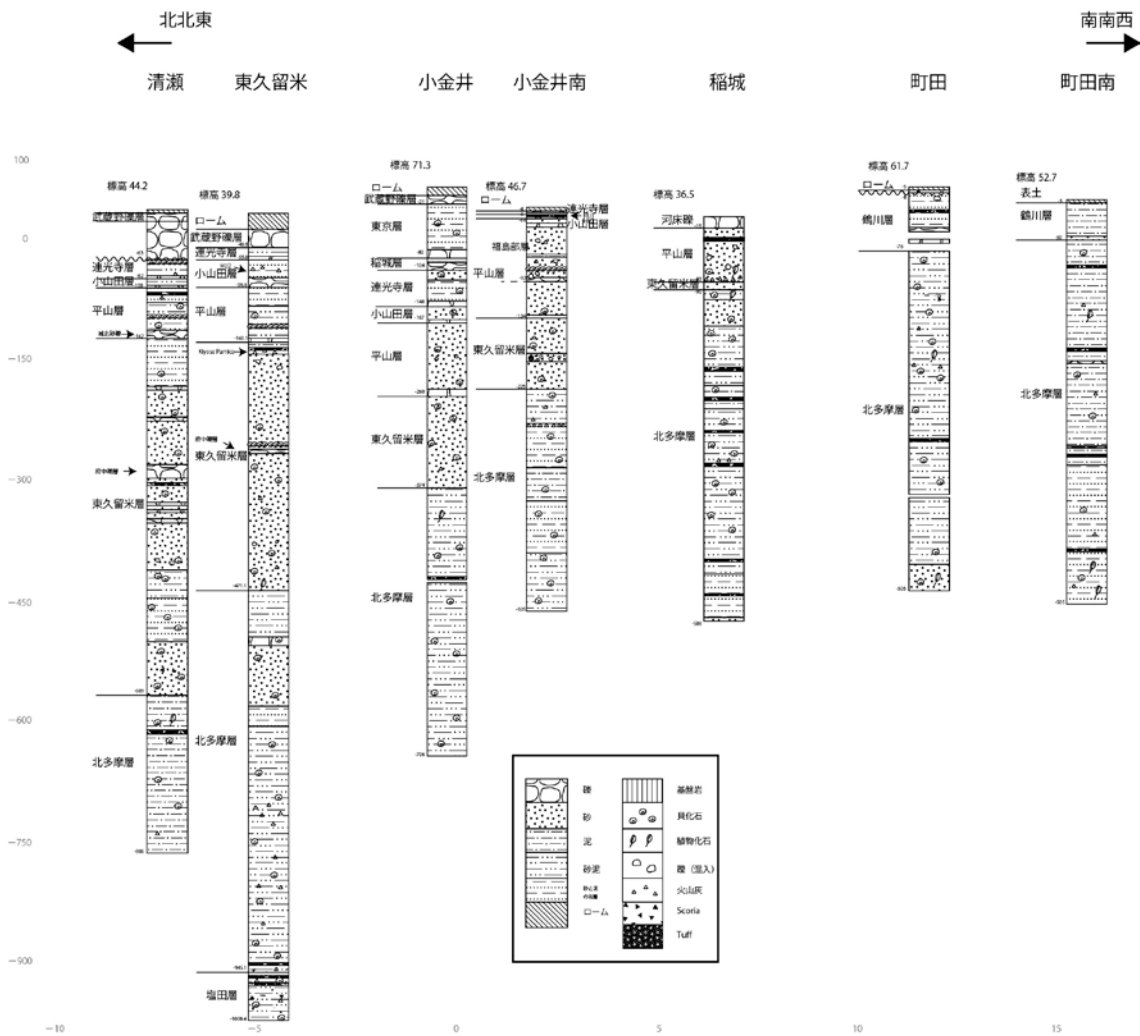


図6. Cライン上の地点の岩相と層序. 縦軸の数値は深度 (m), 横軸の数値は小金井からの距離 (km) を表す.

3-2. 層序の記載

地下に分布する鮮新—更新統は、中津層群（小沢層、神沢層、清水層）、寺田層、大矢部層、飯能層、北多摩層、東久留米層、平山層、鶴川層、小山田層、連光寺層、稲城層、東京層、舎人層、江戸川層に区分される。以下に層序を記載する。

3-2-1. 楊井層？ (Yagii Formation?)

【定義】 泥炭層を含む砂質泥層からなる。

【命名】 渡部ほか (1950)

【分布】 立川試錐のみで認められる。

【層厚】 立川試錐で 105 m

【岩相と層序】 全体的に固結した細粒の砂質泥層から成る。基底層は泥炭層からなり、下部は中礫サイズの礫を含む砂質泥層、中礫や大礫サイズの礫層からなり、上部は泥炭層を含む泥層または砂質泥層からなる。厚さ 5m 程の火山灰層が上部の下部に挟まれる。また、硫黄結晶の析出が上部の泥層に見られる。

【化石】 植物化石を含む。

【下位との層序関係】 下位の基盤岩類とは断層で接する。

【楊井層？とした理由】 本層は上位の中津層群の小沢層に不整合で覆われ、基盤岩とは断層で接する。基盤岩とは断層で接するが、本来は基盤岩を不整合で覆っていたと思われる。中津地域の相模川河床では、小沢層が基盤の白亜系小仏層を不整合で覆っているのが観察できる。関東平野西縁部では、鮮新-更新統と白亜系に挟まれる地層として、五日市盆地の新第三系の五日市層群と埼玉県北部の荒川河床の分布する新第三系の松山層群があげられる。五日市層群は海成層からなり貝化石を産出する。一方、松山層群は上部の楊井層から大型植物化石を多く産出する。本層は、泥炭層や植物化石を含み、陸成環境を示唆するので、植物化石を多産する楊井層の特徴に近い。

3-2-2. 中津層群

本層群は、下位より、小沢層、神沢層、清水層、大塚層と塩田層に岩相層序区分される。

3-2-2-1. 小沢層 (Kosawa Formation)

【定義】 砂岩を主体とし、下部には礫岩が発達する。

【命名】 鈴木 (1932)

【模式地】 愛川町小沢の 250 m 西方の貝殻沢。

【分布】 地表では相模川沿いに分布する。地下では立川試錐のみで認められる。

【層厚】 地表では 10~20 m, 立川試錐で 138 m.

【岩相と層序】 黄灰色の砂岩からなり中礫と大礫が含まれる。下部には中礫、大礫からなる礫層が発達する。-808 ~ -810 m, -775 ~ -782 m の層準には斜交葉理がみられる。

【下位との層序関係】 下位の楊井層？を不整合で覆う。

3-2-2-2. 神沢層 (Kanzawa Formation)

【定義】 砂質シルトと細粒~中粒砂の互層からなる。

【命名】 鈴木 (1932)

【模式地】 相模原市神沢

【分布】 地表では相模川沿いに分布する。地下では立川試錐のみで認められる。

【層厚】 地表では 30 ~ 50 m, 立川試錐で 56 m.

【岩相と層序】固結していない黄灰色の中粒砂からなり，中礫が含まれる。

【下位との層序関係】下位の小沢層を整合で覆う。

3-2-2-3. 清水層 (Shimizu Formation)

【定義】薄い細粒砂層を挟在する塊状シルト層からなる。

【命名】鈴木 (1932)

【模式地】相模原市滝，相模原市望地キャンプ場

【分布】地表では相模川沿いに分布する。地下では立川試錐と東大和試錐で認められる。

【層厚】地表では 130 ~ 150 m，立川試錐で 38 m，東大和試錐で 52 m。

【岩相と層序】砂質泥岩からなる。パミス，植物化石が含まれる。

【下位との層序関係】下位の神沢層を整合で覆う。

3-2-2-4. 大塚層 (Otsuka Formation)

【定義】パミスやスコリアが散在する塊状の凝灰質シルト岩からなる。

【命名】鈴木 (1932)

【模式地】相模原市大塚から六ツ倉の間の段丘崖

【分布】地表では相模川沿いに分布する。地下では立川試錐と東大和試錐で認められる。

【層厚】地表では 80 m，地下では立川試錐で 99 m。

【岩相と層序】黄灰色ないし黒灰色の泥質砂岩からなる。パミス，スコリアを含む。

【化石】八王子試錐では，*Turritella nipponica*, *Cultellus otsukai*, *Cyclocardia ferruginea* が産出する。

【下位との層序関係】下位の清水層を整合で覆う。

3-2-2-5. 塩田層 (Shioda Formation)

【定義】パミスが多く散在する凝塊質シルト岩とパミスの互層からなる。

【命名】鈴木 (1932)

【模式地】相模原市塩田一帯の段丘崖

【分布】地表では相模川沿いに分布する。地下では八王子試錐，立川試錐と東大和試錐で認められる。

【層厚】地表では 79 m，八王子試錐で 367 m，立川試錐で 99 m，東大和試錐で 121 m，東久留米試錐で 63.4 m。

【岩相と層序】黄灰色ないし黒灰色の泥質砂岩からなる。パミス，スコリアを含む。

【化石】八王子試錐では，*Turritella nipponica*, *Cultellus otsukai*, *Cyclocardia ferruginea* が産出する。

【下位との層序関係】下位の大塚層を整合で覆う。

3-2-3. 上総層群

3-2-3-1. 北多摩層 (Kitatama Formation)

【定義】灰色の泥質極細砂岩ないし泥岩からなる。

【命名】遠藤 (1978)

【模式地】東京都東久留米市神宝町にある地盤沈下観測井 (遠藤, 1978)。

【分布】地下でのみで認められ，全域に分布する。

【層厚】模式地で 147 m，東久留米試錐で 474 m。

【岩相と層序】灰色または黄灰色の固結した泥質細粒砂岩からなる。上部に未固結の細粒砂岩層が含まれることがある。また、上部にパミス層が挟まれ、東久留米試錐では厚さ 350 cm のパミスが認められる。また、八王子試錐では、厚さ 10 cm ～ 25 cm 程度の火山灰層が、立川試錐では 10 cm ～ 25 cm 程度の火山灰層が挟まれる。

【化石】二枚貝化石と巻貝化石が含まれる。八王子試錐では、*Periploma plane*, *Turritella nipponica* が産出する。

【下位との層序関係】下位の大家層を整合で覆う。

3-2-3-2. 東久留米層 (Higashikurume Formation)

【定義】主として未固結の砂層からなる。下部や中部で砂質泥岩層を、中部で中礫の礫層を含む。

【命名】遠藤 (1978)

【模式地】東京都東久留米市神宝町にある地盤沈下観測井 (遠藤, 1978)。

【分布】地下でのみで認められ、全域に分布する。

【層厚】69 m。

【岩相と層序】模式地では下部では未固結の極細粒砂、上部では未固結の細粒砂からなる。中部に薄い泥質細粒砂層と中礫～細礫の礫層が含まれる。また、下部や最上部に細礫の薄い礫層が挟まれる。下部で、パミスが認められる。八王子試錐では、最上部で厚さ 10 cm 程度の火山灰層が含まれる。

【化石】二枚貝化石と巻貝化石が満遍なく産出する。下部ではマメフミガイ (*Miodontiscus nakamurai*) やナナメシラスナガイ (*Limopsis obliqua*) などが産出し、上部ではマガキ (*Crassostrea gigas*) やホタテガイ (*Mizuhopecten yessoensis*) などが産出する。

【下位との層序関係】下位の北多摩層を整合で覆う。

3-2-3-3. 飯能層 (Hanno Formation)

【定義】主として淘汰の悪い、礫径数 cm ～ 十数 cm 程度の円礫からなる

【命名】福田・高野 (1951)

【模式地】飯能市阿須の切り割り。

【分布】地表では岩殿丘陵から加住地域西部の八王子市檜原付近までの丘陵内部や河床に分布する。地下では、瑞穂試錐、武蔵村山試錐で認められる。

【層厚】地表では 120 m、瑞穂試錐では 235 m、武蔵村山では 296 m。

【岩相】砕屑支持の巨礫から中礫サイズの礫層からなる。淘汰は悪く巨礫と大礫は下部に、中礫は上部に卓越する。薄い泥質砂層や細～粗粒砂層が上部に挟まれる。また、火山灰層も認められる。上部の細粒砂層には植物化石が含まれる。

【下位の層序との関係】下位の黒色粘板岩や蛇紋岩からなる秩父系の基盤岩を不整合で覆う。

3-2-3-4. 寺田層 (Terada Formation)

【定義】礫層、泥層、砂層からなる。

【命名】藤本ほか (1961)

【再定義者】高野 (1994)

【模式地】八王子市寺田町

【分布】地表では加住地域東部と多摩地域の狭い範囲に分布する。地下では八王子試錐のみで認

められる。

【層厚】 模式地では 50 m 程度である。地下では八王子試錐で 96 m。

【岩相と層序】 八王子試錐では、下部は粗粒から中粒の未固結砂層からなり、中礫～大礫サイズの礫が含まれる。砂層には斜交層理が発達する。中部は泥質細粒砂層からなり、未固結の細礫の礫層が発達する。礫の円磨度は悪い。上部は未固結の粗粒砂岩からなり、斜交層理が認められる。大礫の礫層と泥質砂岩層が含まれる。また、厚さ 90cm ほどの火山灰層も挟まれる。最上部は、未固結の細礫の礫層からなる。

【化石】 植物化石と生痕化石を産出する。

【下位との層序関係】 下位の東久留米層を不整合で覆う。

3-2-3-5. 大矢部層 (Oyabe Formation)

【定義】 礫層，砂層，泥層からなる。

【命名者】 大塚 (1932)

【再定義者】 高野 (1994)

【模式地】 八王子市宇津貫町

【分布】 地表では加住地域東部と多摩地域の狭い範囲に分布する。地下では八王子試錐と立川試錐で認められる。

【層厚】 模式地では 50 m 程度。地下では八王子試錐で 36 m，立川試錐で 52 m。

【岩相と層序】 未固結の細礫から大礫サイズの礫層からなる。礫のサイズの層序的な規則性は認められない。下部では薄い泥質砂岩が含まれる。また、立川試錐の中部では泥質砂層や細粒砂層が含まれ、生痕化石も認められる。八王子試錐では 20 ～ 40 m の火山灰層が含まれる。

【下位との層序関係】 八王子試錐では下位の寺田層を整合で、立川試錐では下位の東久留米層を不整合で覆う。

3-2-3-6. 平山層 (Hirayama Formation)

【定義】 砂層からなる。

【命名】 大塚 (1932)

【再定義者】 高野 (1994)

【模式地】 八王子市打越町

【分布】 地表では加住地域東部と多摩地域に分布する。地下では地表で分布から東北東方向に立川試錐，府中試錐，小金井試錐，上赤塚試錐まで，東南東方向に武蔵村山試錐，東大和試錐，小金井試錐，三鷹試錐，杉並試錐，目黒試錐まで，北方向に稲城試錐，小金井試錐，東久留米試錐，清瀬試錐まで分布する。

【層厚】 模式地では 90 m。地下の立川試錐では 56 m，小金井試錐では 93 m，上赤塚試錐では 103 m，稲城試錐では 68 m，三鷹試錐では 121 m，杉並試錐では 60.8 m。

【岩相と層序】 灰色の細粒砂岩層からなり、生痕化石と植物化石が含まれる。府中，目黒，小金井南，稲城を除く，各試錐において，基底に礫が観測された。

【化石】 *Mercenaria stimpsoni*, *Mizuhopecten yessoensis*, *Saccella confusa*, *Acila insignis* が産出する。

【下位の層序との関係】 東久留米層，大矢部層を整合で覆う。

3-2-3-7. 小山田層 (Oyamada Formation)

【定義】砂泥互層と砂層からなる。最下部は中礫サイズの礫層からなる。

【命名】高野（1994）

【模式地】町田市小山田町

【分布】地表では、多摩丘陵地域に分布する。地下では、東南東方向に、武蔵村山試錐、東大和試錐、小金井試錐、三鷹試錐まで、東北東方向に立川試錐、府中試錐、小金井試錐、上赤塚試錐まで、北方向に、東久留米試錐、清瀬試錐まで分布する。

【層厚】模式地では 30 m。地下の武蔵村山試錐では 12 m、東大和試錐では 14 m、小金井試錐では 19 m、三鷹試錐では 21 m、立川試錐では 23 m、府中試錐では 15 m、上赤塚試錐では 6 m、東久留米試錐では 39 m、清瀬試錐では 18 m。

【岩相と層序】下部は中礫層から、中部は砂層と泥層の互層からなり、火山灰層、パミスを含む。そして、上部は泥層からなる。

【化石】*Crassostrea gigas*, *Saccella sematensis* が産出する。

【下位の層序との関係】下位の平山層を整合で覆う。

3-2-3-8. 連光寺層 (Renkouji Formation)

【定義】青灰色の泥層と砂層からなる。

【命名】大塚（1932）

【模式地】日野市平山 6 丁目、平山城址公園北の露頭（高野 1994）

【分布】地表では、多摩丘陵地域と多摩川流域で観察できる。地下では、東大和試錐、小金井試錐、三鷹試錐、上赤塚試錐、小金井南試錐、東久留米試錐、清瀬試錐で認められる。

【層厚】模式地の層厚は 20 m 以上とされている。地下の東大和試錐では 38 m、小金井試錐では 44 m、三鷹試錐では 8 m、上赤塚試錐では 57 m、小金井南試錐では 4 m、東久留米試錐では 17.1 m、清瀬試錐では 18 m。

【岩相と層序】下位から細～中礫及び細粒砂層や粗粒砂層、灰色の泥層、砂質泥層、未固結の灰色の細粒砂層からなる。

【化石】東大和では、*Crassostrea gigas* が産出する。上赤塚では貝化石が多産し、*Ringicula doliaris*, *Saccella sematensis*, *Solen krusensternii* が特徴的に産出する。

【下位の層序との関係】下位の小山田層を整合で覆う。

3-2-3-9. 稲城層 (Inagi Formation)

【定義】下部の泥層と主部の砂層からなる。

【命名】大塚（1932）

【模式地】南部線南多摩駅西方の多摩川河岸

【分布】地表では多摩丘陵北部地域に分布する（馬場 2009）。地下では、東大和試錐、小金井試錐、上赤塚試錐で認められる。

【層厚】模式地の層厚は 80 m。地下の東大和試錐では 24 m、小金井試錐では 24 m、上赤塚試錐では 103 m。

【岩相と層序】下部は灰色の細粒砂層からなり、上部は黄褐色のシルト層からなる。最下部や上部に中礫サイズの礫含まれる。

【化石】上赤塚試錐で貝化石が多産する。礫層を境に、上部では *Saccella confusa*, *Ringicula doliaris*, *Solen krusensternii*, *Crassostrea gigas* が産出する。下部では、*Ringicula doliaris*, *Acila insignis*, *Mactra chinensis*, *Raetellops pulchellus*, *Siliqua pulchella*, *Solen*

krusensternii が産出する。

【下位の層序との関係】 下位の連光寺層を整合で覆う。

3-2-3-10. 舎人層 (Toneri Formation)

【定義】 シルト層・砂層・砂礫層の互層からなる。

【命名】 遠藤 (1978)

【模式地】 東京都足立区舎人町, 舎人地盤沈下観測所敷地内

【分布】 武蔵野台地・低地の地下に分布する。舎人試錐で認められる。

【層厚】 198 m.

【岩相と層序】 下位より, 中～大礫サイズの礫層, 未固結の中～細粒砂層, 未固結の中～細粒砂層と泥質細粒砂層の互層からなる。中～細粒砂層に火山灰を含む。

【化石】 *Rapana venosa*, *Potamocorbula amurensis*, *Olivella spretoides*, *Suavodrillia declivis*, *Ringicula doliaris*, *Felaniella usta*, *Mercenaria stimpsoni*, *Sacella sematensis*, *Solen krusensternii*, *Nuculana yokoyamai*, *Acila insignis* が産出する。

【下位の層との関係】 下位の東久留米層を不整合で覆う。

3-2-3-11. 江戸川層 (Edogawa Formation)

【定義】 シルト層・砂層・砂礫層の互層からなる。

【命名】 青木 (1969)

【再定義者】 遠藤 (1978)

【模式地】 東京都江戸川区上篠崎 802, 篠崎公園内

【分布】 低地の地下に分布する。武蔵野台地の地下ではわずかに北東縁の練馬区・板橋区の地下に分布する (遠藤 1978)。

【層厚】 模式地では, 108 m. 舎人試錐では, 61 m.

【岩相と層序】 下位より中礫サイズの礫層, 未固結の中～細粒砂層と泥質砂層の互層からなる。

【化石】 *Ringicula doliaris*, *Striodentalium rhabdotum*, *Lucinoma annulata*, *Solen krusensternii*, *Anisocorbula venusta* が産出する。

【下位の層との関係】 下位の舎人層を整合で覆う。

3-2-3-12. 鶴川層 (Tsurukawa Formation)

【定義】 砂泥互層および砂層からなる。

【命名】 徳永ほか (1949)

【模式地】 町田市金井周辺

【分布】 地表では, 町田市国師の鶴見川河床から町田市金井町付近に分布する (馬場, 2009)。麻生区岡上にも分布する (馬場, 2009)。地下では, 町田試錐, 町田南試錐で認められる。

【層厚】 模式地では, 100 m 以上。地下の町田試錐では 68 m, 町田南試錐では 45 m.

【岩相と層序】 泥質砂層と中～細粒砂層の互層および灰色シルト層からなる。砂層では斜交葉理が見られる。

【下位の層との関係】 下位の北多摩層を整合で覆う。

3-2-4. 下総層群 (Shimosa Group)

3-2-4-1. 東京層 (Tokyo Formation)

【定義】 未固結の砂層と泥層からなり, 海生の貝化石を含む。

【命名】 Yabe (1911)

【分布】地下の小金井試錐，三鷹試錐，府中試錐，目黒試錐で認められる。

【層厚】地下では，小金井試錐で 59 m，三鷹試錐で 30 m，府中試錐で 26 m，目黒試錐で 12m.

【岩相と層序】未固結の細粒砂層や泥質砂層，泥層からなる。また基底部には大礫サイズの礫があり，基底礫岩である。

【化石】小金井試錐では，*Vitrinella sobrina*, *Mitrella dunkeri*, *Ringicula doliaris*, *Sulcoretusa minima*, *Iolaea neofelix*, *Saccella confusa*, *Raetellops pulchellus*, *Solen krusensternii* が産出する。

【下位の層序との関係】下位の北多摩層，稲城層，連光寺層を不整合で覆う。

3-2-5. 段丘礫層 (terrace)

【定義】礫層からなる。

【分布】武蔵野礫層は，東大和試錐，小金井試錐，三鷹試錐，東久留米試錐で，立川礫層は，立川試錐で認められる。

【層厚】地表では 6 m 以下 (寿円，1966)。地下では，7～12 m.

【岩相と層序】中～大礫サイズの円礫からなる。各試錐の上部に分布する。

3-2-6. 関東ローム層 (Kanto Loam)

【定義】火山碎屑物やその風成二次堆積物が土壌化したものからなる。

【命名】Brauns, D. (1881)

【岩相と層序】暗黄色の土壌化した火山碎屑物からなる。

4. 関東平野西縁の地下に分布する鮮新-更新統の対比

4-1. A ライン上に位置する 7 つの試錐の対比

7 つの試錐の内，東大和試錐が最も多くの地層に区分される。すなわち，下位より，清水層，大塚層から塩田層への層序，北多摩層，東久留米層，平山層，小山田層，連光寺層，稲城層とローム層である。そして，この試錐の西北西隣の武蔵村山試錐では，下位より基盤岩類，これを不整合で覆う飯能層，さらにこれを不整合で覆う東久留米層，さらにこれを不整合で覆う寺田層から大矢部層への層序，平山層，小山田層，とこれを不整合で覆う礫層からなる。そして，さらに西北西隣の瑞穂試錐では，下位より基盤岩類，これを不整合で覆う飯能層，さらに不整合で覆う寺田層から大矢部層への層序，関東ローム層からなる。従って，東大和試錐では飯能層が欠如するので，飯能層は西北西の瑞穂試錐と武蔵村山試錐から東南東方向に分布が及ばなかったと解釈できる。東大和試錐で認められた北多摩層より上位の層序は，東南東方向で認められる。しかし，東側の三鷹試錐から杉並試錐を経て目黒試錐へ，小山田層より上位の層序が認められなくなる。これは，小金井付近を軸として向斜構造を呈しているためと解釈できる。小金井と三鷹試錐では下総層群の東京層が不整合で下位の上総層群の稲城層を覆う。また，目黒試錐では東京層が不整合で下位の北多摩層で覆う (図 7)。

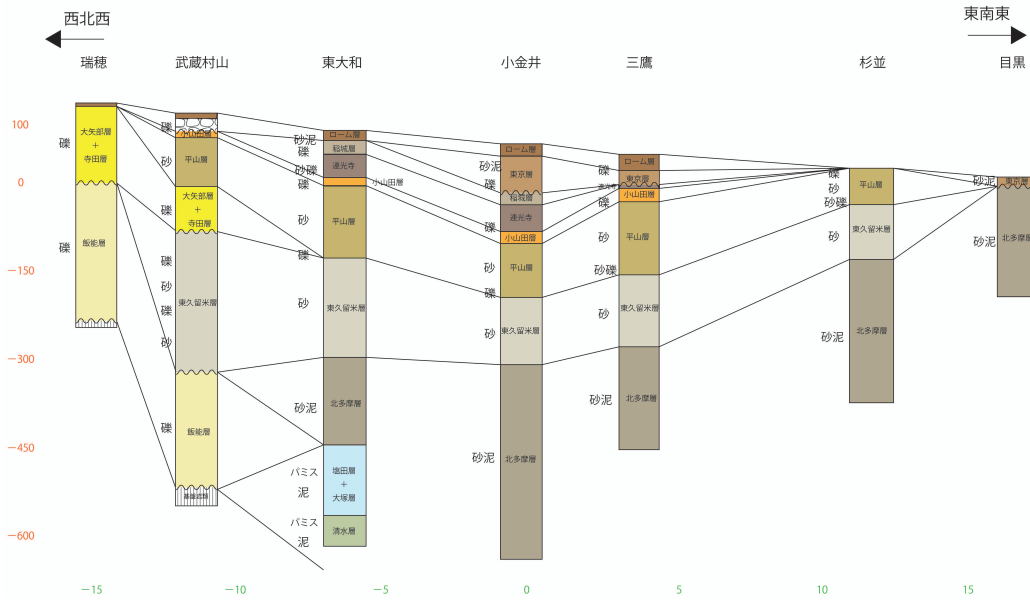


図7. Aライン上の地点の層序の対比. 縦軸は深度 (m), 横軸は距離 (km)を表す.

4-2. Bラインに位置する6つの試錐の対比

このライン上の試錐は、西南西から東南東に向かうにつれて、上位に重なる地層が見られる.

4-2-1. 八王子試錐、立川試錐と府中試錐の対比

3つの試錐の内、立川試錐が最も深く掘られており、下位から基盤岩類、それを不整合で覆う楊井層?, さらにこれを不整合で覆う中津層群の小沢層、神沢層、清水層、大塚層、上位の北多摩層、東久留米層、大矢部層、平山層と小山田層に区分される. そして、八王子試錐は、下位より、中津層群の塩田層、それに整合で重なる北多摩層、東久留米層、不整合で重なる寺田層、上位の大矢部層に区分される (図8). 両試錐は東久留米層より上位の層序が異なる. すなわち、八王子試錐では東久留米層の上に不整合で寺田層から大矢部層の層序が重なるが、立川試錐では不整合で大矢部層が重なり、整合で平山層と小山田層が重なる. 従って、寺田層は八王子試錐のみに分布し、立川試錐まで分布が及ばなかったか、不整合で示されるように削剥されたと考えられる. さらに、府中試錐では、東久留米層の上位に整合で平山層と小山田層、そして不整合で東京層が重なる. 従って、府中試錐の平山層の下部は、八王子試錐と立川試錐の大矢部層に対比されると解釈できる.

4-2-2. 上赤塚試錐と舎人試錐の対比

上赤塚試錐は、下位より北多摩層、東久留米層、平山層、連光寺層、稲城層とそれを不整合で覆う東京層に区分される. 一方、舎人試錐は、下位から北多摩層、東久留米層、舎人層、江戸川層、下総層群と沖積層に区分される. 両試錐は、東久留米層より上位の層序が異なる. すなわち、上赤塚試錐では東久留米層に整合で平山層、小山田層、連光寺層から稲城層が重なり、舎人試錐では東久留米層に整合で舎人層と江戸川層が重なる. 従って、上赤塚試錐の平山層から小山田層、連光寺層、稲城層への層序は、舎人試錐の舎人層から江戸川層の層序に対比されると解釈できる.

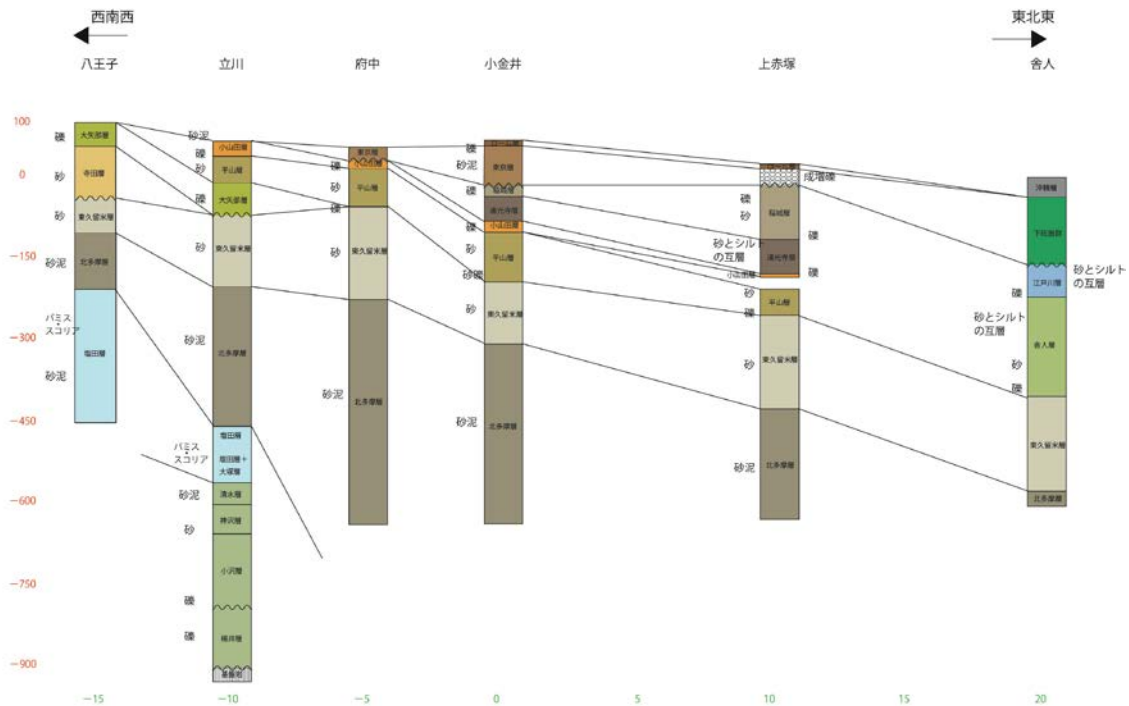


図8. Bラインの地点の層序の対比. 縦軸は深度 (m), 横軸は距離 (km)を表す.

遠藤 (1978) は舎人層から江戸川層の層序を東京層群として下総層群に対比したが、平山層、小山田層、連光寺層から稲城層への層序は、上総層群とされている (高野, 1994; 松川ほか, 2006) ので、対比の解釈が異なる.

4-3. Cラインに位置する7つの試錐の対比

4-3-1. 稲城試錐と町田試錐の対比

稲城試錐は、下位から北多摩層、東久留米層、平山層と河床礫に区分される. そして、町田試錐は、下位より北多摩層とそれに整合で重なる鶴川層に区分される. 従って、稲城試錐の東久留米層から平山層の層序は、町田試錐の鶴川層に対比される. 東久留米層は南部では、北多摩層最上部に対比されると解釈できる (図9).

5. 東京都の地下の層序

図10は、関東平野西縁部の地表に分布する鮮新-更新統の層序、東京都の地下の分布する鮮新-更新統の層序を示したものである. 陸上は中津地域と多摩丘陵北部、西部は立川試錐、中央部は東大和試錐、南東部は目黒試錐、南部は町田試錐、東部は舎人試錐で代表させた.

加住丘陵と多摩丘陵に分布する鮮新-更新統の層序は、下位より基盤岩類を不整合で覆う矢嵐層、矢嵐層を不整合で覆う飯能層とその同時異相の寺田層から大矢部層への層序、それらを整合で覆う平山層、小山田層、連光寺層、稲城層、出店層、飯室層そして高津層に区分される (松川ほか2006). なお、馬場 (2009), 植木・酒井 (2007), 植木ほか (2013) によれば、松川ほか (2006) の平山層上部が、多摩川沿いで泥層が卓越するので、福島層としているが、泥層の卓

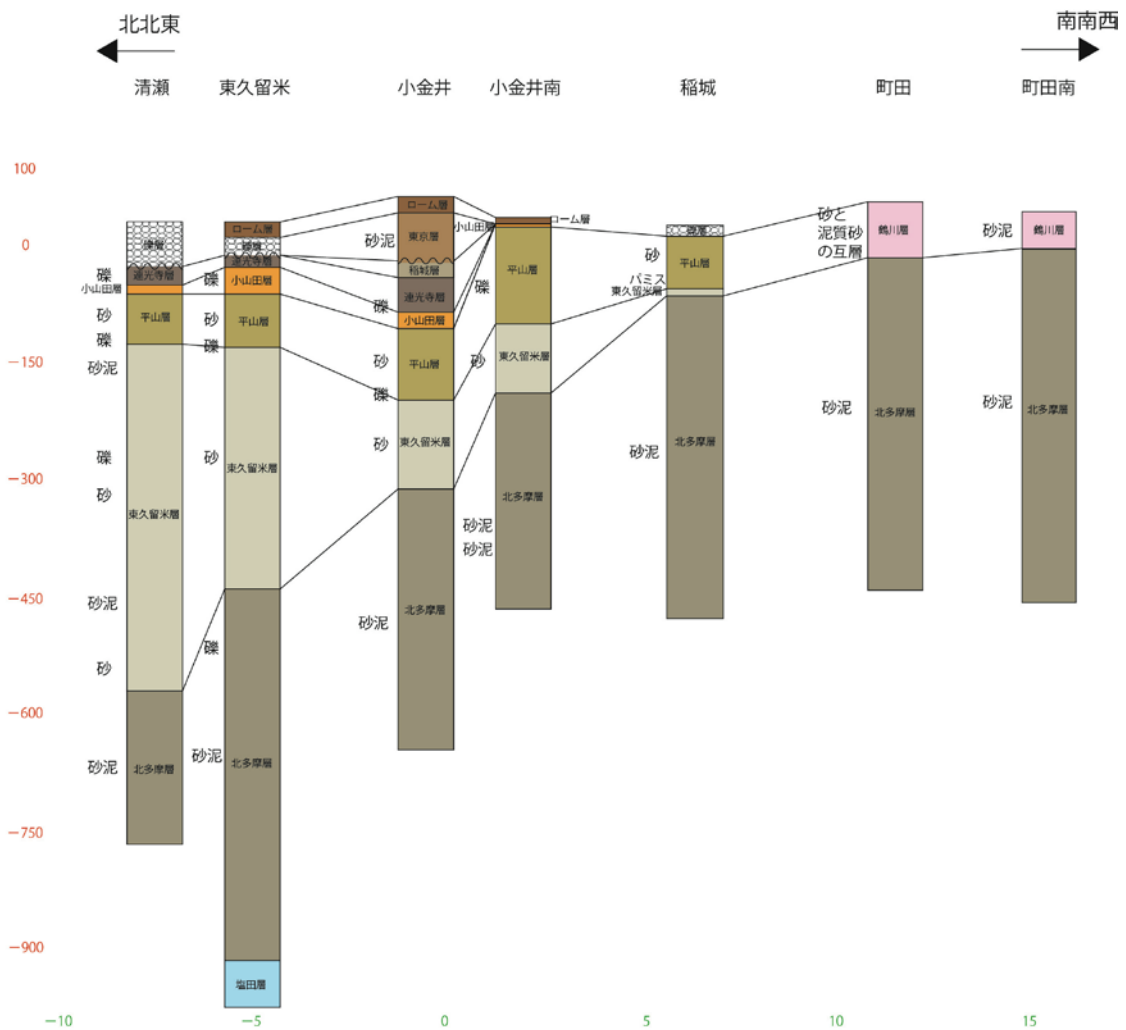


図9. Cライン上の地点の層序の対比. 縦軸は深度 (m), 横軸は距離 (km)を表す.

越は地域的なので、本研究では福島部層とする。加住丘陵と多摩丘陵の地表に分布する鮮新—更新統は、立川試錐では寺田層の下位に、不整合で覆われる東久留米層、その下位に北多摩層、さらに、その下位に中津層群が分布する。そして、さらに、不整合で楊井層？を覆い、不整合で基盤岩類を覆うことが確認できた。加住丘陵と多摩丘陵の地表で確認された鮮新—更新統は、飯能層とその同時異層の寺田層から大矢部層への層序、それらを整合で覆う平山層、小山田層、連光寺層、稲城層、出店層、飯室層そして高津層からなり、上総層群として区分される（松川ほか、2006）。従って、加住丘陵や多摩丘陵の地表に分布する飯能層、寺田層や大矢部層は、武蔵野台地の地下までは連続せず、側方への連続は悪いことが示された。これは、堆積環境を反映していると考えられる。また、平山層から小山田層、連光寺層を経て稲城層への層序は、武蔵野台地の東部（上赤塚試錐）の地下まで確認されるが、低地部の地下の舎人試錐では舎人層から江戸川層の層序に側方変化することが示された。

武蔵野台地の地下では、寺田層と平山層の下位に整合で東久留米層が重なり、さらにその下位に北多摩層が存在することが確認された。そして地下のみに分布する北多摩層から東久留米層の層序は、さらに、東の舎人試錐で確認され、低地地域まで連続する。東部の目黒試錐と南部の町

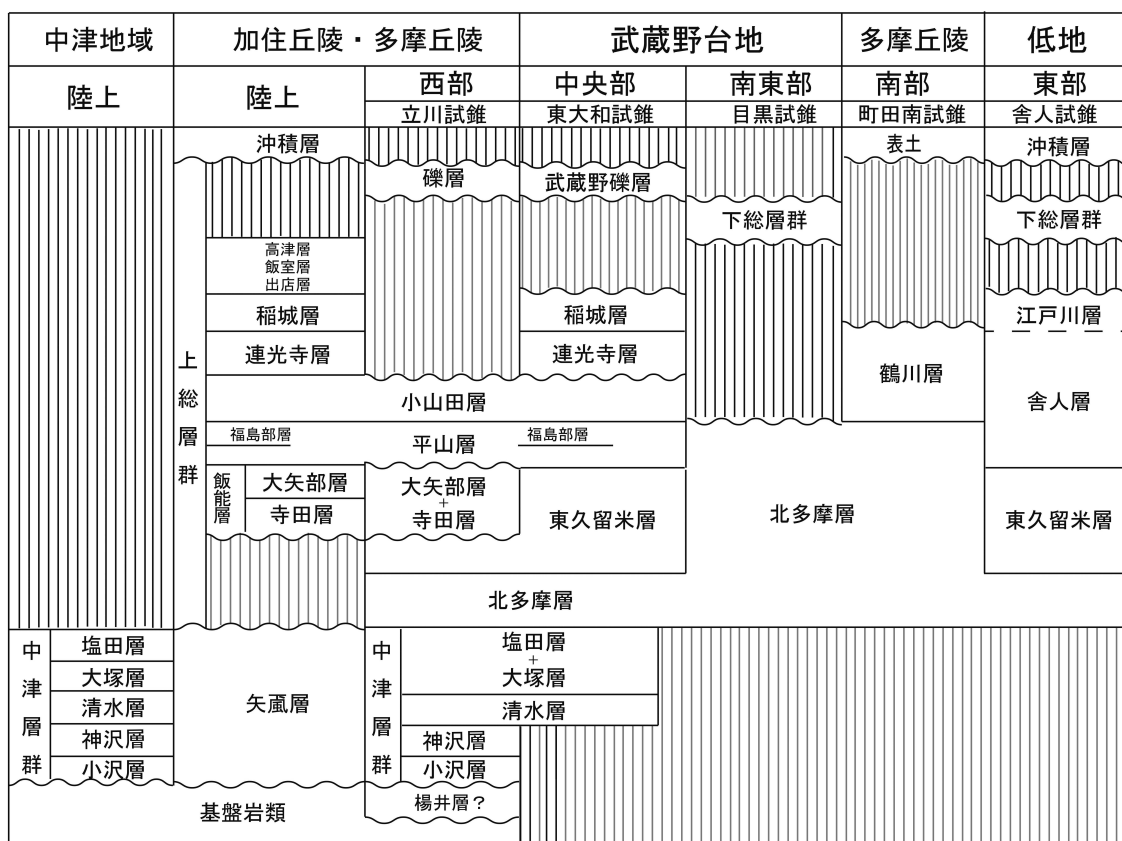


図 10. 関東平野西縁部の地表に分布する鮮新—更新統の層序区分と東京都の丘陵地・武蔵野台地・低地の地下に分布する鮮新—更新統の層序区分.

田試錐では、北多摩層のみが分布する。目黒試錐の西側の杉並試錐と町田南試錐の北側の町田試錐では、北多摩層に整合で重なる東久留米層の層序が薄いので、東久留米層は東と南の方へ層厚を減ずる。

6. 結論

1. 武蔵野台地と東京の地下に分布する鮮新—更新統に関して、東京都土木技術支援・人材育成センターにより得られた22カ所のボーリング資料を基に、岩相層序区分した。
2. 地下の層序と関東平野西縁部の地表に分布する鮮新—更新統と対比した。
3. 関東平野西縁部の地表に分布する鮮新—更新統は、中津地域では中津層群の下位から小沢層、神沢層、清水層、大塚層、塩田層に区分され、加治丘陵・多摩丘陵（岩殿・飯能～草花、加住～多摩地域）では下位より矢風層とそれに不整合で重なる上総層群の下位より飯能層とその同時異相の寺田層から大矢部層への層序、平山層、小山田層、連光寺層、稲城層、出店層、飯室層、高津層に区分されることが確認された。
4. 地下の層序は、多摩丘陵西部の立川試錐と武蔵野台地の中央部では、下位より中津層群の下位から小沢層、神沢層、清水層、大塚層、塩田層、その上位に北多摩層、東久留米層、寺田層から大矢部層への層序、平山層、小山田層、連光寺層、稲城層に区分される。そして、武蔵野台地の南東部の目黒試錐では、下位より北多摩層と平山層に、多摩丘陵南部の町田南試錐では下位より北多摩層と鶴川層に区分され、東京低地の舎人試錐では下位より北多摩層、東久留米層、舎人層、江戸川層、下総層群、沖積層に区分される。

5. 八王子と立川の試錐では、寺田層と大矢部層として区分される上総層群の下位に中津層群の塩田層と大塚層が分布することが認められ、上総層群と中津層群の上下関係が確認された。
6. 東京低地の地下で舎人層から江戸川層の層序は、丘陵部の平山層から連光寺層を経て稲城層への層序と同時異相であると解釈される。

謝辞

本研究に際して、東京学芸大学松川研究室の院生・学生には調査のご協力頂き、ゼミナールで御討論頂いた。また、とうきゅう環境浄化財団研究助成（代表：松川正樹，2014年～2015年）を使用した。これらの方々に御礼申し上げる。

引用文献

- 青木 滋 (1969)：東京都の第四紀層について (演旨). 地質学雑誌 75, 102.
- 馬場勝良 (2009)：関東平野西縁部の鮮新-更新統上総層群の貝化石群集と環境変動-地学の野外実習教材開発の基礎として-. 東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科東京学芸大学博士論文, 164 pp.
- Brauns, D. (1881): Geology of the environs of Tokio, Memoirs of the Science Department, Tokio Daigaku (University of Tokio) 4, 1 - 82, pl. 1 - 8.
- 遠藤 毅 (1978)：東京都の地下に分布する第四系の層序と地質構造. 地質学雑誌 84, 505 - 520.
- 遠藤 毅・川島眞一・川合将文 (1978)：立川市付近の地下地質. 昭和 53 年東京都土木技術研究所年報, 367 - 377.
- 遠藤 毅・川島眞一・川合将文 (1981a)：東京の第四系. 昭和 49 年東京都土木技術研究所年報, 101 - 137.
- 遠藤 毅・小笠原弘信・川島眞一・川合将文 (1981b)：北多摩地区南部の水文地質構造と地盤沈下. 昭和 56 年東京都土木技術研究所年報, 165 - 180.
- 遠藤 毅・川島眞一・川合将文・中村正明, 石井 求 (1989)：北多摩地区の地盤および水文地質. 平成元年東京都土木技術研究所年報, 231 - 250.
- Hedberg, H.D. (1976)：International stratigraphic guide, a guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure. J. Wiley and Sons, Inc., 199 pp.
- 福田 理・高野 貞 (1951)：東京都青梅町東北方阿須山丘陵の地質. 地質学雑誌 57, 459 - 472.
- 藤本治義・寿円晋吾・羽鳥謙三 (1961)：多摩丘陵の地質. 東京都文化財調査報告 10, 1 - 23.
- 寿円晋吾 (1966)：多摩川流域における武蔵野台地南部の地質 (2). 地質学雑誌 75, 266 - 281
- 川合将文・川島眞一 (1991)：町田市南部の水文地質. 平成 3 年東京都土木技術研究所年報, 179 - 188.
- 川合将文・川島眞一・秋山浩文 (1992)：北多摩地区南東部の水文地質. 平成 4 年東京都土木技術研究所年報, 213 - 222.
- 川合将文・川島眞一・遠藤 毅, 石井 求 (1986)：多摩市付近の水文地質. 昭和 61 年東京都土木技術研究所年報, 317 - 325.
- 川合将文・川島眞一・遠藤 毅・石井 求 (1987)：稲城市付近の水文地質. 昭和 62 年東京都土木技術研究所年報, 353 - 362.
- 川合将文・川島眞一・勝田順一郎 (1993)：杉並地盤沈下観測所地質調査. 219 - 228.

- 川島眞一・川合将文 (1977) : 東京都東大和市における層序試錐結果について, 昭和 52 年東京都土木技術研究所年報, 393 - 407.
- 川島眞一・川合将文 (1979) : 小金井市における層序試錐結果について, 昭和 54 年東京都土木技術研究所年報, 221 - 231.
- 川島眞一・川合将文 (1980) : 武蔵村山市付近の地下地質. 昭和 55 年東京都土木技術研究所年報, 225 - 234.
- 川島眞一・川合将文・遠藤 毅・石井 求 (1984) : 八王子市付近の水文地質. 昭和 59 年東京都土木技術研究所年報, 261 - 270.
- 川島眞一・川合将文・遠藤 毅・石井 求 (1985) : 瑞穂町付近の水文地質. 昭和 60 年東京都土木技術研究所年報, 275 - 283.
- 川島眞一・川合将文, 中村正明, 遠藤 毅, 石井 求 (1988) : 町田市付近の水文地質. 昭和 63 年東京都土木技術研究所年報, 205 - 214.
- 松川正樹・柿沼宏充・馬場勝良・大平寛人 (2006) : 関東平野西縁に分布する鮮新—更新統の層序と対比の再検討. 東京学芸大学紀要自然科学系 58, 173 - 202.
- 日本地質学会誌(2001) : 国際層序ガイド : 層序区分・用語法・手順へのガイド. 共立出版, 238 pp.
- 大塚弥之助 (1932) : 多摩丘陵の地質 (その 1). 地質学雑誌 39, 363 - 371.
- Salvador, A. (ed.) (1994) : International Stratigraphic Guide. The International Union of Geological Sciences and the Geological Society of America, Inc. Boulder, Colorado, 214 pp.
- 鈴木好一 (1932) : 神奈川県厚木市北方の鮮新統 (その 1, その 2). 地質学雑誌 39, 49 - 70 ; 97 - 132.
- 高野繁昭 (1994) : 多摩丘陵下部更新統上総層群の層序. 地質学雑誌 100, 9, 675 - 691.
- 徳永重元・郷原保真・桑野幸夫 (1949) : 多摩丘陵の地質. 資源科学研究所彙報 14, 43 - 60.
- 植木岳雪・酒井 彰 (2007) : 5 万分の 1 地質図幅「青梅」および同説明書. 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 137 pp.
- 植木岳雪・原 英俊・尾崎正紀 (2013) : 5 万分の 1 地質図幅「八王子」および同説明書. 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 189 pp.
- 渡部景隆・菅野三郎・高野 貞・村山猪久馬 (1950) : 関東山地北東縁部第三紀層の地質学的研究 (寄居—小川—松山—児玉地域). 秩父自然科学博物館研究報告 1, 93 - 146.
- Yabe, H. (1911) : A new Pleistocene fauna from Tokyo, with a general statement on the Pleistocene deposits of Tokyo, Japan. Geological Magazine 8, 210 - 217.

多摩川中流域の上総層群の堆積相と堆積環境：地質野外実習のための評価

西田尚央¹・松川正樹²・馬場勝良³

1. 産業技術総合研究所・地質情報研究部門（現所属：東京学芸大学・環境科学分野）
2. 東京学芸大学・環境科学分野
3. 岐阜聖徳学園大学・教育学部

この論文は、東京学芸大学紀要 自然科学系 第66集, p. 133-148, 2014年から出版された。
URL <http://hdl.handle.net/2309/136943>

要旨

東京都西部の多摩川中流域の河床には、下部更新統上総層群の地層が分布している。従来、それらを対象として、岩相層序や産出化石の特徴、年代や古環境について研究されてきた。しかし、堆積学的特徴については必ずしも十分に明らかにされていない。このことは、堆積環境の特徴や動植物相の変遷をより詳細に理解するうえで、必要不可欠である。本論の主な目的は、多摩川中流域の河床に分布する上総層群の地層について、堆積相の特徴やその重なり様式について明らかにすることである。また、本地域の上総層群の地層を対象として、従来、地質野外実習が実施されてきた。このため、堆積相の特徴を活用した地質野外実習の新たな可能性についても合わせて検討する。詳細な露頭観察を行った結果、河川から沿岸―浅海環境を示す特徴的な堆積相が認められた。すなわち、(1) 拝島水道橋上流―拝島大橋付近に分布する飯能層は河川環境、(2) JR 八高線鉄橋上流―多摩大橋下流に分布する平山層は下部外浜から上部外浜環境、(3) 多摩大橋下流の平山層は沖浜から下部外浜環境、(4) JR 中央線鉄橋上流付近の小山田層は河川から沿岸、および浅海堆積環境、がそれぞれ推定される。このことは、従来の地質・古生物学的検討の結果を基本的に支持する。また、本論で認められた堆積相の特徴のうち、シルトでドレープされたりリップルおよび砂層に挟在する粗粒リップルは外部形態が保存されているため、児童・生徒にとっても比較的容易に認定できると考えられる。これらは、今後、古環境を理解する学習のための素材の1つとして活用できる可能性が考えられる。

関東平野西縁部の鮮新-更新統の貝化石群集の特徴

馬場勝良¹・松川正樹²

1. 岐阜聖徳学園大学・教育学部
2. 東京学芸大学・環境科学分野

1. はじめに

関東平野西縁部の鮮新-更新統から産出する貝化石に関して、1930年以後、各地で産出する貝化石がリストされ、1970年までに貝化石を多産する産地と産出種の概要が明らかになった(三土, 1930; 鈴木, 1934; 大塚, 1932; 大西, 1941; 徳永ほか, 1949; 藤本ほか, 1971; 寿円, 1966). そして、馬場(1990)は関東地方南部の上総層群の貝化石を記載し、多数の群集に分け、それらが生息域、生息深度や古水塊を反映していることを見いだした。さらに、馬場(2009, 2015)はそれらの環境指標となる群集に基づき、多摩川-多摩丘陵地域の上総層群堆積時の古水深、暖流と寒流の影響についての地理的・層序的变化を述べた。特に、層序的变化の解析に際しては、その地域の北西部で、上総層群に礫岩、泥岩、砂岩からなるサイクルが8回あることを認めた。そして、各サイクルとも、貝化石群集が内湾・汽水生から浅海生へ変化したことを見だし、水深が深くなったと解釈し、その要因を氷河性の海水面変動とした。

これら一連の馬場の研究(1990, 2009, 2015)は、この地域の貝化石の研究を飛躍的に発展させ、貝化石の環境指標としての意義を実証的に示した。馬場(2009)は、東京学芸大学連合学校教育学研究科に提出した博士論文である。この博士論文は、国会図書館、東京学芸大学図書館で閲覧が可能である。しかし、これは定期刊行物ではないので、誰もが容易に閲覧できる状況にはない。馬場(2015)は、馬場(2009)の博士論文の概要を定期刊行物から公表したものである。しかし、馬場(2009)で述べた貝化石群集の垂直的变化と海進・海退に関しては述べられていない。本論では、貝化石群集と海進・海退、そして、その要因としての氷河性海水面変動について述べる。また、産出する貝化石に関しては、日野市平山橋下、浅川河床の産地のように護岸工事により貝化石が永久に採集できない場所もあり、産出する貝化石を写真資料として残す必要もあるので、各層ごとにそれらを提示する。

2. 調査地域と層序

調査範囲は、秋川-多摩川の河床と多摩川南方に広がる多摩丘陵地域で、東京都南西部から神奈川県北東部にあたる。層序および化石産地の位置や柱状図上の層準は、馬場(2015)に示した(図1)。ここで用いる層序区分は、多摩川-秋川地域は松川ほか(2006)に、多摩丘陵地域は高野(1994)に従い、馬場(2009)でまとめた(表1)。

貝化石は、多摩川-多摩丘陵地域の館層および上総層群の合計81の産地110の産出層準から得た。なお、このうち2産地が館層からのものである。貝化石の産出層準が多い層は、鶴川層16、平山層15、柿生層14、小山田層13、連光寺層12、稲城層10である。

以下に各層の岩相と層序と産出化石に関して記述する。

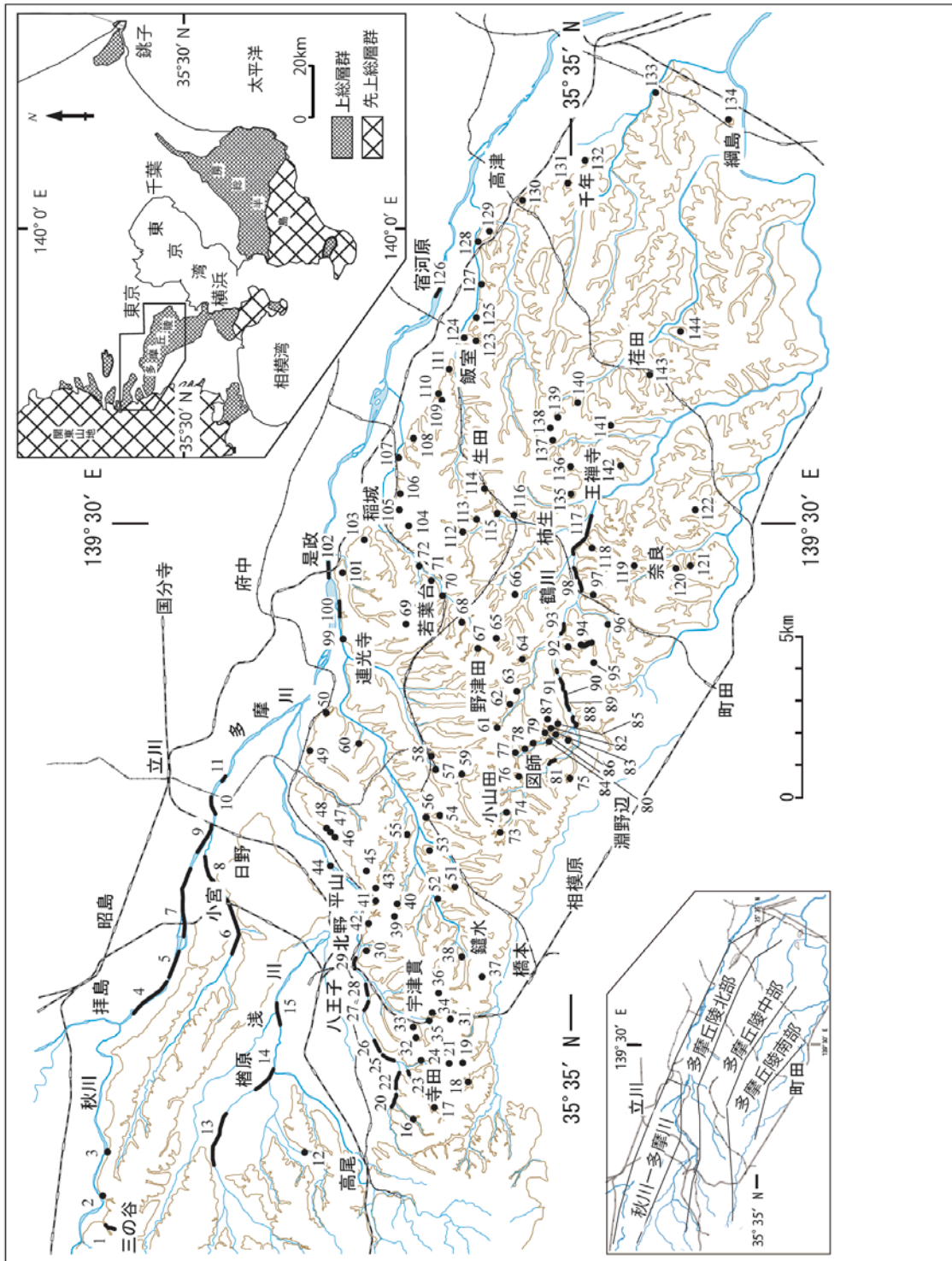


図1. 露頭位置図. 馬場 (2015) より.

表 1. 多摩川-多摩丘陵地域の上総層群の層序.

地域	秋川- 多摩川地域	多摩丘陵地域			
		北部	中部	南部	
上 総 層 群		高津層			
		飯室層	飯室層	王禅寺層	
		出店層	王禅寺層		
		稲城層	柿生層	柿生層	
		連光寺層			鶴川層
		小山田層			
		福島部層	平山層		
		飯能層	大矢部層		
			寺田層		
	矢嵐層	館層			

2-1. 矢嵐層 (Yaoroshi Formation)

[岩相と層序] 淘汰の悪い中礫 (Pebble) サイズの角礫ないし円礫, 細粒砂層および泥層からなる。材化石を多く含み, 複数の火山灰層を挟む。基盤岩と上位の飯能層とは不整合関係である。下位の基盤岩 (先新第三系) との境には角礫が発達する。礫種は, 基盤岩となる先新第三系の砂岩やチャートで構成される。この礫層の上位には, 主部の材化石を含む泥層が重なる。材化石は, ときに長さ1mを越えるものもあり, 泥層の中に散在する。

[産出化石] 加住丘陵の本層 (Loc. 1) から, 長鼻類化石の *Stegodon minensis* を産出する (五日市ステゴドン調査団, 1980)。また, *Cunninghamia cf. lanceolata*, *Metasequoia cf. gliptostrobooides* などの植物葉片化石, 球果化石, 木材化石が泥層中から産出する (松川ほか, 1991)。

2-2. 館層 (Tate Formation)

[岩相と層序] 固結した泥がち砂泥互層, 上総層群のそれらの地層に比べ固結度が高い。館町の湯殿川河床 (Loc. 20) では, 黄褐色の礫層, 砂層, 泥層が露出している。

[産出化石] 八王子市館町殿入中央公園裏の殿入川河岸の泥層から, 海生貝化石を産する。館層からの貝化石は付録1に示した。

2-3. 飯能層 (Hanno Formation)

[岩相と層序] 主として, 淘汰の悪い, 礫径数 cm ~ 十数 cm 程度の円礫からなる。

[産出化石] 本層上部の砂層や泥層が卓越する部分では, 脊椎動物の歯や骨, 足跡の化石が産

出する(倉川・多摩川足跡化石調査団, 2000; 多摩川足跡化石調査団・昭島市教育委員会, 2002) . また, 昭島市の多摩川にかかる拝島水道橋下の河床および拝島橋下の河床から, 立ち木化石が産出する(松川ほか, 1991) .

2-4. 寺田層 (Terada Formation)

[岩相と層序] 礫層, 泥層, 砂層からなる. 中部の泥層は, 湯殿川や, その支流である寺田川の寺田橋から榛名橋にかけての河床に露出する. また, 八王子市檜原の北浅川河床にも露出しているが, ここでは泥層下部に種属不明の生痕化石を産する.

[産出化石] 貝化石は, 中部の泥層中から淡水生, 汽水生そして内湾生の, 上部の砂層中から内湾生の群集が産する. 八王子市檜原の北浅川河床から, *Metasequoia* の直立樹幹化石(檜原植物化石研究グループ, 1967; 吉山, 1968; 藤本ほか, 1971), 昆虫や植物化石(松川ほか, 1991), 長鼻類などの足跡化石(多摩川足跡化石調査団, 2001; Matsukawa et al., 2007), *Stegodon protoaurorae* (Aiba et al., 2010) の産出が報告されている. また, グリーンヒル寺田北方の泥炭質シルトから汽水生珪藻化石の産出が報告されている(増渕ほか, 1988) . 寺田層からの貝化石は付録1に示した.

2-5. 大矢部層 (Oyabe Formation)

[岩相と層序] 八王子市宇津貫の兵衛川付近の礫層を基底とする, 下部から上部にかけて礫層, 泥層, 砂層からなる.

[産出化石] 中部の泥層から汽水生および内湾生の貝化石が産出し, 上部の砂層に挟まれる泥層には浅川河床 (Loc. 15b) で *Trapa* sp. (ヒシ) の種子を多産する. 上大船の中部の泥層から淡水生珪藻化石の産出が報告されている(増渕ほか, 1988) . 大矢部層からの貝化石は付録1に示した.

2-6. 平山層 (Hirayama Formation)

[岩相と層序] 八王子市鎌水付近の礫層を基底とする礫層, 泥層, 砂層からなる. 北野付近の工事現場の露頭では, ラミナを稀に含む塊状の 20m以上の砂層が観察できる. 秋川-多摩川地域では, *Rosselia* ichnosp. などの生痕化石を含む砂層が 30 m ほど露出する. 昭島市福島町先では, 平山層上部に合計 20 m ほどの厚さで礫層, 泥層, 砂層の重なりが見られ, 堆積の1サイクルに相当すると考えられ福島部層として区分する. 福島部層上部は淘汰の悪い細~中粒の砂層からなり, *Thalassinoides* ichnosp.ほかの生痕化石が著しい. ところどころ薄い泥層を挟むが, 連続しない. 最上部はやや礫質となり, ところにより貝化石を産する.

[産出化石] 貝化石は, 上部の砂層から寒流系種の優勢な浅海砂底群集が産出する. 最上部の泥層から内湾生の, 砂層から寒流系種の優勢な浅海生の貝化石群集を産する. 下部の礫層と中部の泥層の漸移帯の砂質シルトから淡水生珪藻化石が報告されている(増渕ほか, 1988) . 上部の砂層から, *Mysticeti* (ヒゲクジラ類) (尾崎・昭島地学研究会, 1962), *Elaphurus tamaensis* (タマシフゾウ) (Otsuka and Hasegawa, 1976), *Stegodon* sp. (ステゴドンゾウ) (樽, 1996), *Cervus* sp. (シカ的一种) (高桑, 1997), *Paralichthys olivaceus* (ヒラメ) (Sakamoto et al., 1998) が報告されている. 最上部の砂層に挟まれる泥層(福島層)から植物葉片化石(松川ほか, 1991; 大久保, 2003) が産出する. 平山層の貝化石は付録2~7に示した.

2-7. 小山田層 (Oyamada Formation)

[岩相と層序] 礫層, 砂質泥層, 砂泥互層と砂層からなる. 多摩川河床では *Ophiomorpha* ichnosp. を含む. 南の小山田町周辺では砂層の下部がやや泥質となり, 貝化石や *Rosselia*

ichnosp.などの生痕化石を含む。

[産出化石] 中部の泥層の上部には内湾生の貝化石群集を産する。多摩丘陵中部地域から上部の砂層の層準に浅海生貝化石群集が見られる。多摩川河床に露出する中部の泥層から直立樹幹（遠藤, 1983; 馬場ほか, 1986), 植物葉片化石（松川ほか, 1991; 大久保, 2003), 長鼻類足跡（馬場ほか, 2000), 偶蹄類の足跡化石 *Elaphuriformipes tamaensis* (タマシフゾウ) と *Cervipus rex* (レックスジカ) (Matsukawa et al., 2007), 鳥類足跡化石（向山・福島, 2007, 2008) を産する。また, 八王子市越野に露出する中部の泥層下部から *Elaphurus shikamai* (シカマシフゾウ) の角付き頭骨の産出が報告されている（小泉, 2008）。小山田層からの貝化石は付録8に示した。

2-8. 連光寺層 (Renkoji Formation)

[岩相と層序] 礫層, 青灰色の泥層と砂層からなる。下部の礫層は日野市栄町先の多摩川河床に露出しており, 礫径5–10 cmほどの淘汰の悪い礫層である。中部の泥層は厚さ5–10 mほどあり, 貝化石や *Ophiomorpha* ichnosp.などの生痕化石を含む泥層である。上部の砂層はときに細礫層を挟む細粒砂となり, 町田市広袴では礫質粗粒砂と上位に浅海性貝化石を含む砂質泥層が発達する。

[産出化石] 中部の泥層から汽水生・内湾生貝化石群集が各地で産出する。南部の上部の砂層から浅海生の貝化石を産する。日野市栄町の多摩川河床から *Stegodon* sp.の切歯が産出した（犬塚ほか, 1991; 菊地, 1991）。多摩川河床から植物葉片化石（松川ほか, 1991）が報告されている。多摩市長坂の連光寺層中部の泥層から, 内湾生の *Macrophthalmus japonicus* (ヤマトオサガニ) の産出が報告されている（増淵・武田, 1988）。また, 川崎市麻生区黒川周辺の泥層から淡水生珪藻も産出している（増淵・小出, 1987）。連光寺層産の貝化石は付録9, 10に示した。

2-9. 稲城層 (Inagi Formation)

[岩相と層序] 下部の礫層, 中部の泥層, および上部の厚い砂層からなる。川崎市多摩区菅仙石谷では泥層上部に生痕化石の *Rossellia* ichnosp. が見られる。

[産出化石] 中部の泥層から内湾生貝化石を, 上部の砂層の下部から浅海生の貝化石を産する。

稲城市向陽台では砂層に挟まれるシルト層から, 海水・汽水干潟性の珪藻化石が産出する（増淵, 1991）。稲城層産の貝化石は付録11に示した。

2-10. 出店層 (Dedana Formation)

[岩相と層序] 薄い泥層を伴う砂層および礫層からなる。下部はときに礫層を伴う炭質物を含む泥層や薄い泥層からなり, 中上部は全体に粗粒砂層である。若葉台北方では厚さ3 mの炭質物に富む泥層が見られた。

[産出化石] 下部の泥層から内湾生の貝化石を産する。府中競馬場付近に露出する本層の泥層から, *Metasequoia disticha* ほかの植物化石が報告されている（伊田, 1955）。

2-11. 飯室層 (Imuro Formation)

[岩相と層序] 塊状の砂質泥層からなる。

[産出化石] 泥層から浅海生の貝化石を産するが, 東の日吉から深海生の群集を産する。宿河原から, 浅海域に生息する *Cancer japonica* (イチョウガニ) などのカニ類（武田・増淵, 1984; 1985), *Davidia* (ハンカチノキ) の種子（大沢, 1989), *Eumetopias* sp. (アシカ)（小泉, 1990), 内湾岸沖合の環境を示唆する珪藻化石（増淵, 1995）が報告されている。飯室層産の貝化石は付録11, 12に示した。

2-12. 高津層 (Takatsu Formation)

[岩相と層序] 川崎市高津区久地から溝口周辺に分布する泥勝ち砂泥互層。

[産出化石] 泥層から深海生の貝化石を産する。川崎市高津区溝口から *Stegodon aurora* (アケボノゾウ) の臼歯化石の産出が報告されている (通産省工業技術院地質調査所地質部, 1958)。

2-13. 鶴川層 (Tsurukawa Formation)

[岩相と層序] 砂泥互層および砂層からなる。不規則な砂泥互層からなる。特に下部は比較的厚い 5–10 m の泥層と 1–3 m ほどの砂層の互層である。中下部の層準には厚さ 5–10 cm 単位の細互層となるところがあり、ここには町田市丸山で *Rosellia ichnosp.* などの生痕化石を密集する。

[産出化石] 厚い泥層中に浅海生の貝化石を産する。町田市野津田町川島の砂層中から魚類の耳化石が報告されている (大江ほか, 1989)。鶴川層産の貝化石は付録 13 に示した。

2-14. 柿生層 (Kakio Formation)

[岩相と層序] 塊状の泥層からなる。下部にやや砂質となる層準がある。良く連続するテフラを多数挟む。

[産出化石] 全体に浅海生の貝化石が多い。特に、麻生区万福寺から三輪町にかけてのやや砂質な層準に密集する。柿生から *Davidia* (ハンカチノキ) の種子 (Kokawa, 1965) が、上三輪と奈良より魚類耳化石の報告がある (稲垣ほか, 1987)。柿生層産の貝化石は付録 14 に示した。

2-15. 王禅寺層 (Ozenji Formation)

[岩相と層序] 細粒砂層と泥層の互層からなる。

[産出化石] 泥層から稀に浅海生～深海生の貝化石を産する。麻生区百合丘付近の柿生層との漸移部から *Stegodon aurorae* (アケボノゾウ) の臼歯の産出が報告されている (徳永, 1934)。

3. 貝化石群集

3-1. 化石産地

多摩川～多摩丘陵地域の館層および上総層群の、合計 81 の産地 110 の産出層準から貝化石を得た。なお、このうち 2 産地が館層からのものである。貝化石の産出層準が多い層は、鶴川層 16, 平山層 15, 柿生層 14, 小山田層 13, 連光寺層 12, 稲城層 10 などである。

3-2. 現生種の割合

種まで同定できた貝化石 182 種のうち、94%は現在も日本近海に生息している種類で、絶滅して生態不明種は次の 11 種類 (6%) である。絶滅種は以下である。 *Turritella ikebei mitsunashii*, *Pterigia kakioensis*, *Nucinella ochiaiensis*, *Yoldia naganumana*, *Glycymeris nipponica*, *Mizuhopecten tokyoensis*, *Mizuhopecten hokurikuensis*, *Lucinoma aokii*, *Fuscocardium braunsi*, *Macoma hirayamaensis*, *Cultellus otukai*。絶滅種した貝化石種のうち多摩丘陵地域の上総層群で優勢な種類は、*Fuscocardium braunsi*, *Macoma hirayamaensis*, *Cultellus otukai* の 3 種で、残りは産出個体数、産地とも限られている。

3-3. 貝化石群集の特徴

上総層群の模式地域である房総半島養老川沿いの地域では、上総層群は主に深海成泥層を主体とする地層で、産出貝化石は *Limopsis belcheri* (オオシラスナガイ) や *Bathycyprina trochoideus* (ワタゾコチヂワバイ) などの深海生種からなる (馬場, 1990)。しかし、多摩丘陵地域では、一部深海生の群集を産するが、大部分は内湾生から浅海生の貝化石群集で、それらが

繰り返し産出する。

多摩川—多摩丘陵地域から産する貝化石群集は、多摩川—多摩丘陵北部地域と多摩丘陵中～南部地域で異なる。前者では泥層から、淡水生から汽水—内湾生貝化石群集を、砂層から上部浅海生群集を産する。後者では、泥層から上部—下部浅海生群集を、砂層から上部浅海生群集を産する。後者の泥層から、*Cultellus otukai*を主体とする群集が目立つ。

3-4. 貝化石群集による古環境解析

現生の貝類の生息分布は、海水の温度、底質や水深などに基づく。特に、緯度や水深による分布は、貝類の生息域の水温を反映している。そのため、それに基づき、地層に含まれるそれらの群集から化石産出地域の過去の古水深や古水温を読み取ることが可能である。

3-4-1. 深度分布型

現生貝類の深度分布型は大山 (1952) によって次のような区分が示されている。浅い方から、汽水域、潮間帯 (高高潮線～低低潮線)、上浅海带 (低低潮線～水深 20–30 m)、中浅海带 (水深 20–30 m ~ 50–60 m)、亜浅海带 (水深 50–60 m ~ 100–120 m)、下浅海带 (水深 100–120 m ~ 200–250 m)、および深海帯 (水深 250 m 以深) の7つに区分されている (表 2)。このうち、上浅海带と中浅海带をまとめて上部浅海と呼び、亜浅海带および下浅海带をまとめて下部浅海と呼ぶ。化石群集の大区分にはこれらの用語を用いた。その後、肥後・後藤 (1993) や奥谷 (2000) により生息水深が詳しく調べられているので、個別の貝化石群集の解釈は水深 (m) で示した。VDM 特性曲線 (Vertical Distribution Means characteristic curve) は、伊田 (1956) により提案された方法で、現生貝類各種の生息水深を基に、地層に含まれる各種の示す生息水深を読み取る。

表 2. 現生貝類の垂直分布の目安となる環境区分と水深

環境区分		水 深
汽 水 域		0
潮 間 帯		高高潮線から低低潮線(0)
浅海 上部	上浅海带	低低潮線から20-30m
	中浅海带	20-30mから50-60m
浅海 下部	亜浅海带	50-60mから100-120m
	下浅海带	100-120mから200-250m
深 海 帯		250m以深

3-4-2. 緯度分布型

現生貝類の地理的分布は Kuroda and Habe (1952), 肥後・後藤 (1993), および奥谷 (2000) によりまとめられている。大原・高橋 (1975) に基づき、太平洋側の北緯 35° 以南に分布する種を K1 と、北緯 39° 以南に分布する種を K2 と表した。両者とも暖流系種とし、まとめて K と表す。北緯 35° 以北に分布する種を O2 とし、北緯 39° 以北に分布する種を O1 と表す。両者とも寒流系種とし、まとめて O と表す。これら両地域にまたがって分布するものは、広域種 J とした。HDM 特性曲線 (Horizontal Distribution Means characteristic curve) は、伊田 (1956) により提案された方法で、現生貝類各種の緯度分布を基に、地層に含まれる各種の示す生息緯度を読み取る。そして、現生種の分布する緯度の示す水温から地層が形成された地域の過去の水温

を読み取る。

3-4-3. 解析の結果

暖流系種や寒流系種の割合と HDM 特性曲線に注目して、暖流系種の優勢な群集、寒流系種の優勢な群集、および広域分布種の優勢な群集を認定した。暖流系種 (K) の割合が 33%以上を暖流系種の優勢な群集と、寒流系種 (O) の割合が 33%以上を寒流系種の優勢な群集と、それ以外を広域分布種の優勢な群集とした。また、多摩丘陵地域の化石産地は北緯 35° 32' ~ 35° 42' の間にあるので、HDM 特性曲線のピークが北緯 35° より南に位置する場合は暖流系種の優勢な群集とした。

VDM 特性曲線および HDM 特性曲線を描くにあたり、グラフの下から上に向かって J, K2, K1, O2, O1 の順に区別し、暖流系種 (K1+K2), 寒流系種 (O1+O2), および広域分布種 (J) の割合を示した。産出種数 10 種類以上の産地の VDM および HDM 特性曲線を、図 2 ~ 6 に示した。多摩川—多摩丘陵地域の上総層群産貝化石群から推定される水深と緯度分布型は、表 3 のようにまとめられる (馬場, 2015)。

3-5. 群集区分

3-5-1. 淡水生群集

1. *Anodonta* aff. *kobiwakoensis* 群集

現生の *Anodonta* 類には *Anodonta woodiana* (ドブガイ) と *Anodonta calyptygos* (マルドブガイ) が知られている。*Anodonta woodiana* は北海道、本州、四国、九州、壱岐、シベリア、朝鮮半島、中国大陸、東南アジアの湖、池沼、河川などの砂礫底、砂泥底、泥底に生息し、*Anodonta calyptygos* は琵琶湖固有種であり、琵琶湖の砂泥底や泥底の比較的表層近くに生息する (紀平ほか, 2003)。 *Anodonta* 属は淡水に生息するので、*Anodonta* aff. *kobiwakoensis* (Baba and Matsukawa, 2012) からなる本群集は、淡水生の群集と解釈できる。

3-5-2. 汽水生群集

2. *Corbicula japonica* 群集

Corbicula japonica (ヤマトシジミ) の現生種は北海道、本州、四国、九州、朝鮮半島の河口や潟などの汽水域の砂泥底に生息する (紀平ほか, 2003)。本群集は汽水生の群集である。

3. *Potamocorbula amurensis* 群集

Potamocorbula amurensis の現生の生息域はサハリン、北海道、本州、朝鮮半島、中国東岸の汽水の沼の水深 2–10 m に生息することから (奥谷, 2000), 本群集は汽水生の群集で 10 m 前後の古水深を示すものである。

3-5-3. 内湾生群集

4. *Crassostrea gigas* 群集

Crassostrea gigas (マガキ) は日本全土および東アジア全域の汽水生内湾の潮間帯から潮下帯に生息し、砂礫の上にしばしばカキ礁をつくることが知られているが、泥底でもカキ礁をつくる (奥谷, 2000)。多摩丘陵地域からの本群集はすべて泥底からのもので、推定される古水深は 0 m である。広域に分布する種類の優勢な内湾奥の干潟群集である。

5. *Macoma incongrua* 群集

本群集の主要構成種である *Macoma incongrua* は、北海道、サハリン、アラスカ、カナダの潮間帯から水深 50 m の泥底に生息する (奥谷, 2000)。随伴する *Theora fragilis* (シズクガイ),

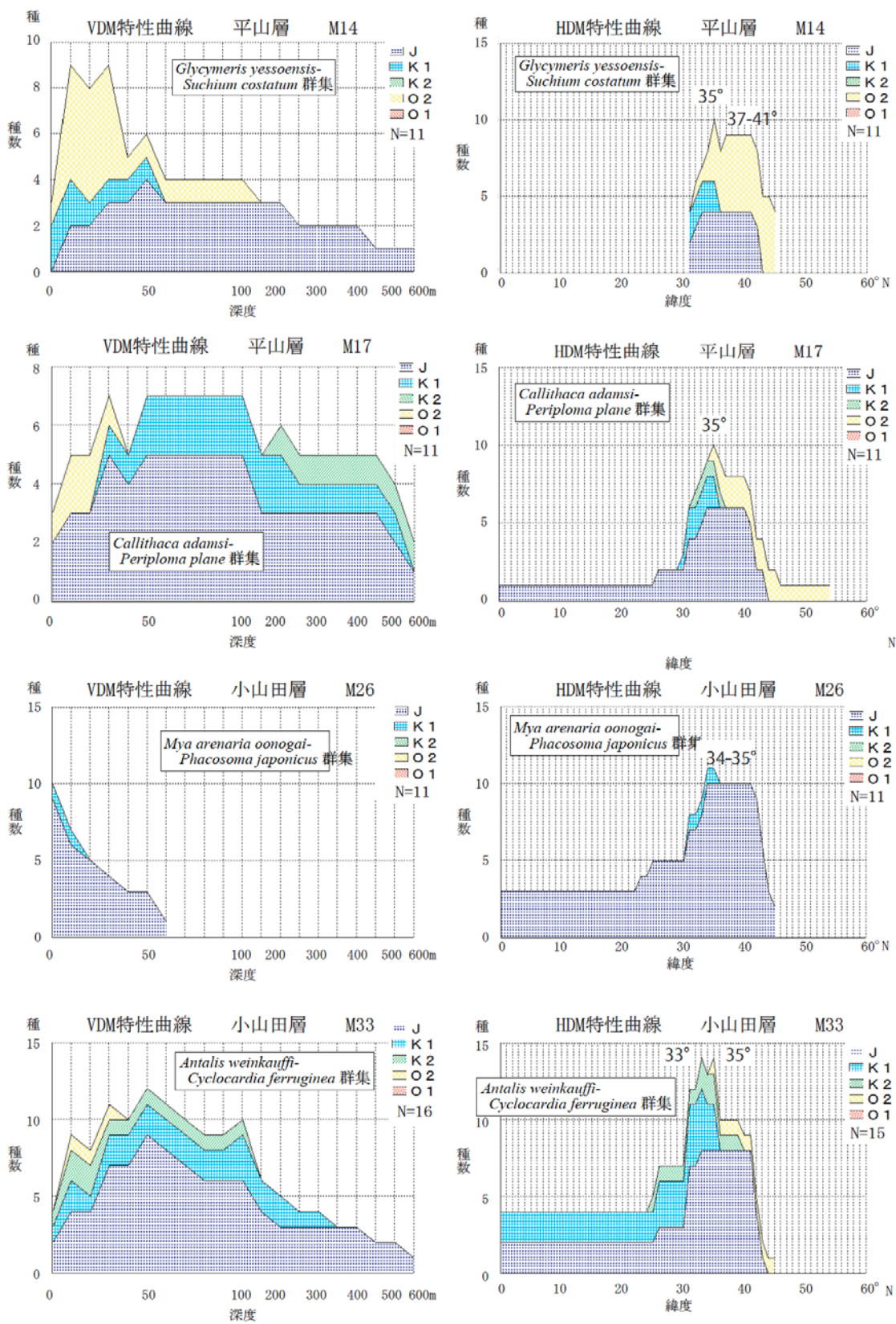


図2. 平山層産と小山田層産の貝化石群集のVDMとHDM特性曲線。

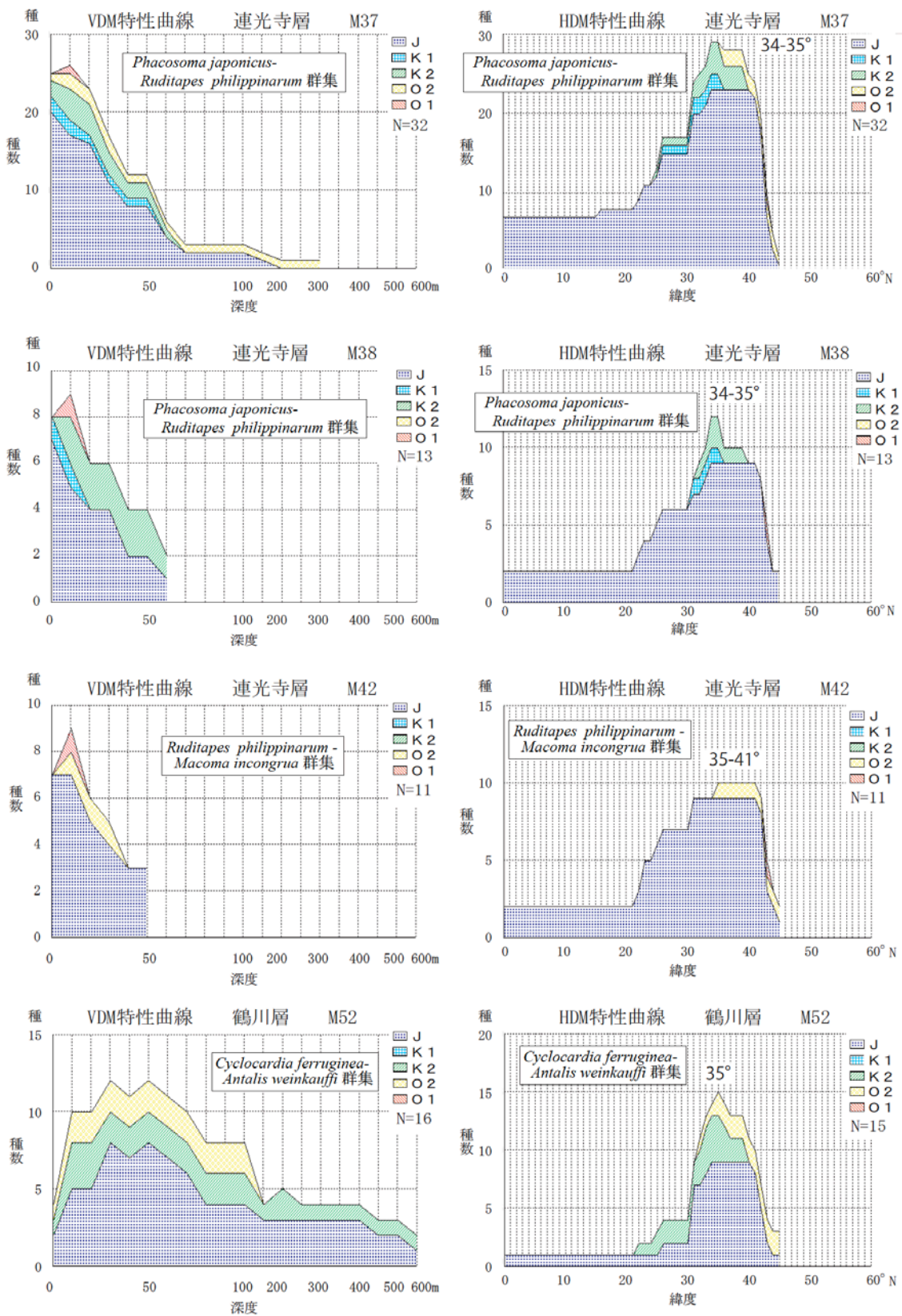


図3. 連光寺層産と鶴川層産の貝化石群集のVDMとHDM特性曲線。

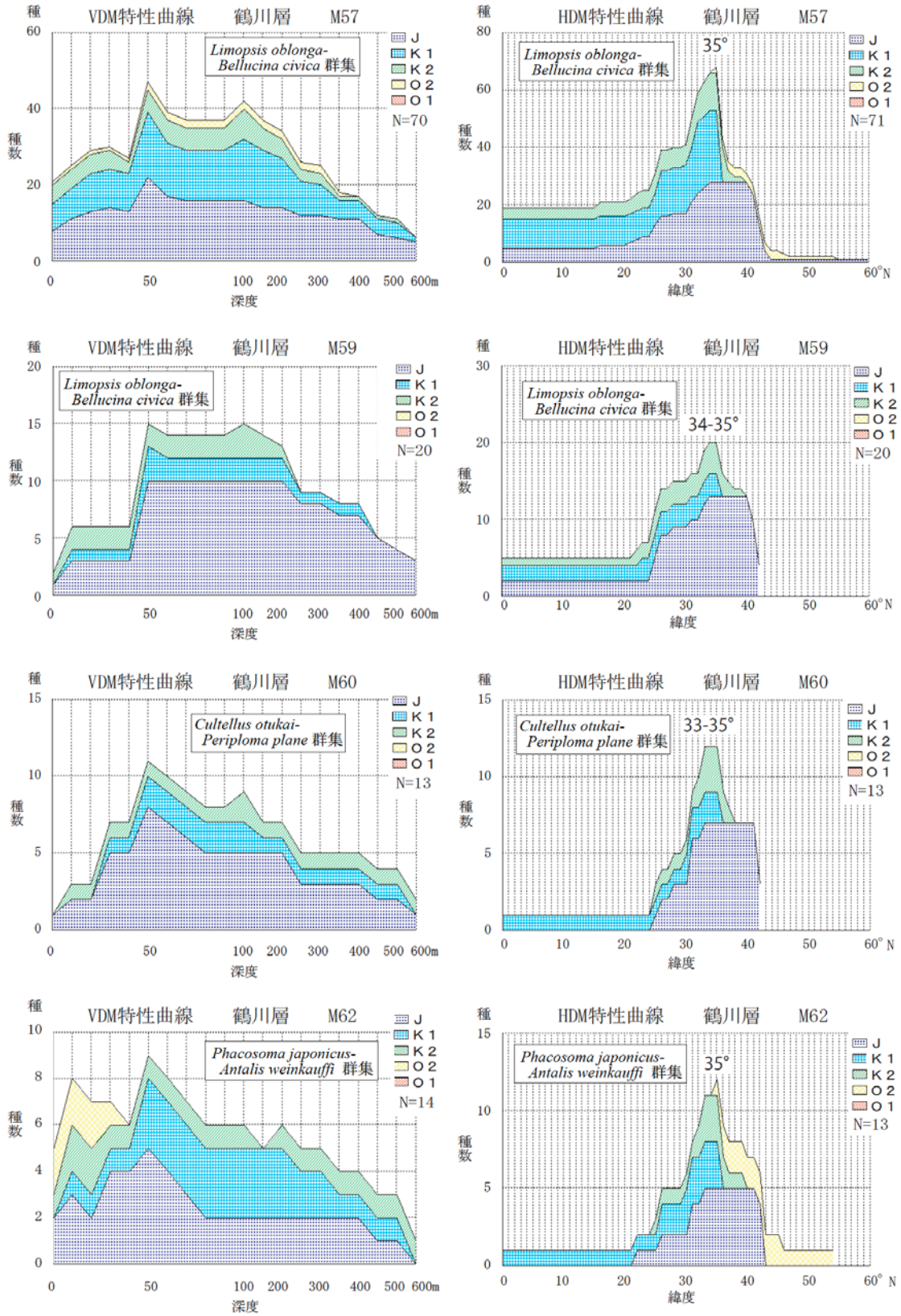


図4. 鶴川層産の貝化石群集のVDMとHDM特性曲線

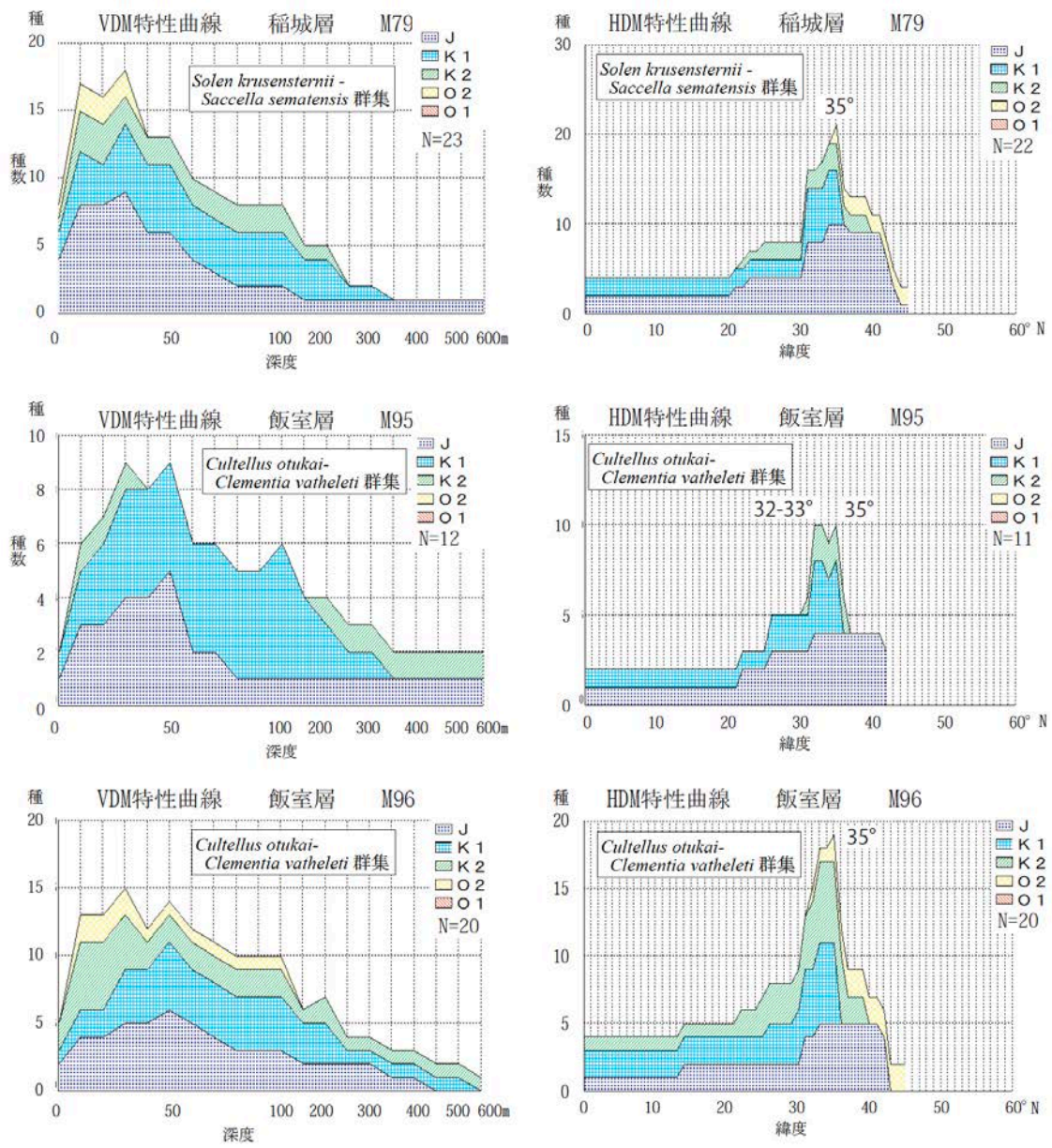


図5. 稲城層産と飯室層産の貝化石群集のVDMとHDM特性曲線。

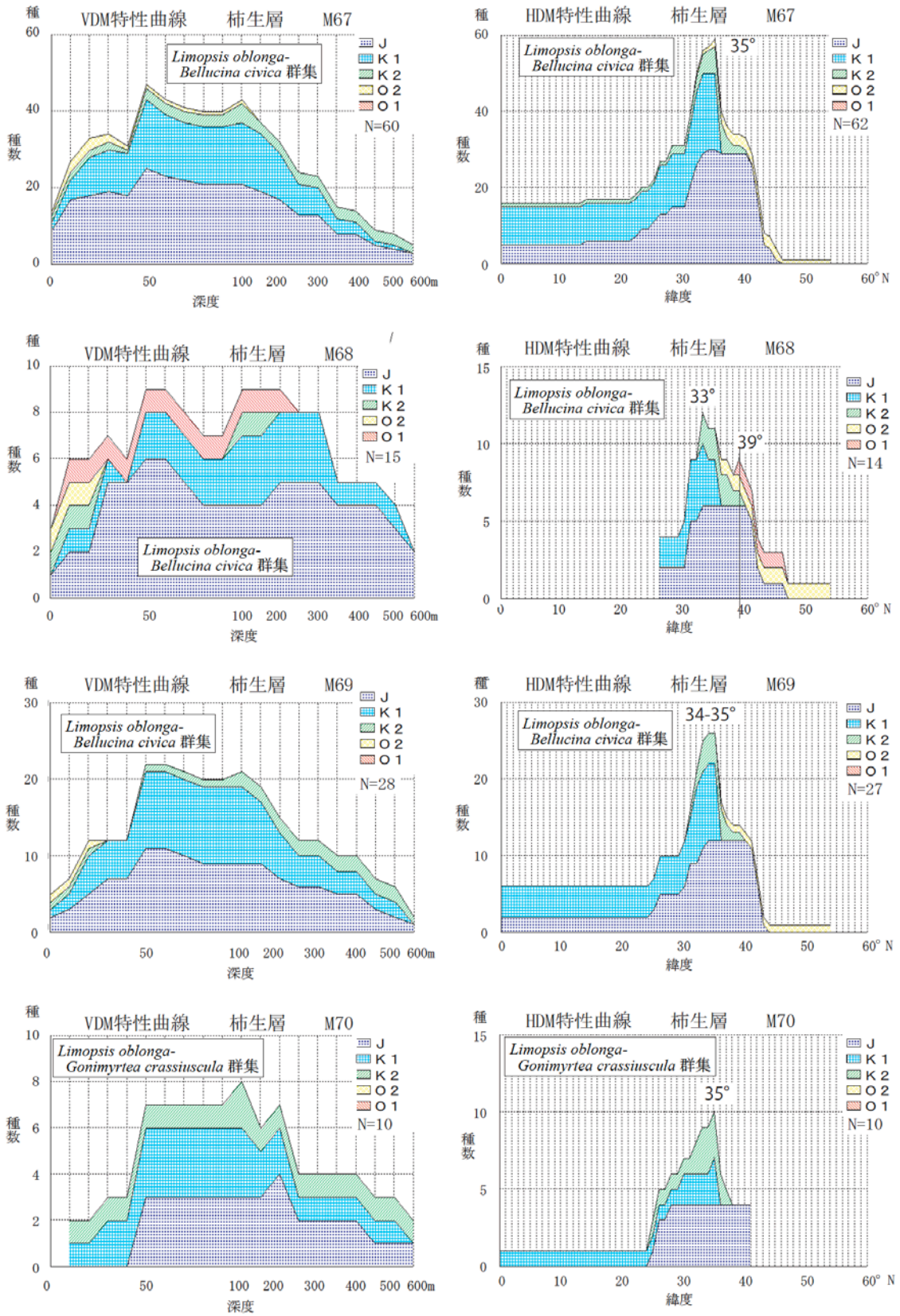


図6. 柿生層産の貝化石群集のVDMとHDM特性曲線

表3. 多摩川-多摩丘陵地域の上総層群産の貝化石群集から推定される水深と緯度分布型.

貝化石群集	水深 (m)	緯度分布型	化石産地 (M-)
(1) 淡水生群集			
1. <i>Anodonta</i> aff. <i>kobivakoensis</i>	0	J	16
(2) 汽水生群集			
2. <i>Corbicula japonica</i>	0	J	5, 8a
3. <i>Potamocorbula amurensis</i>	0	O	36, 39
(3) 内湾生群集			
4. <i>Crassostrea gigas</i>	0	J	4, 20a, 35, 41, 44
5. <i>Macoma incongrua</i>	10	J	3, 6, 7, 8, 9, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 81, 83, 84, 85, 87
6. <i>Mya arenaria oonogai-Phacosoma japonicum</i>	0	J	26
7. <i>Ruditapes philippinarum-Macoma incongrua</i>	10	J	42
8. <i>Phacosoma japonicum-Ruditapes philippinarum</i>	10	J	37, 38, 40
(4) 上部浅海生砂底群集			
9. <i>Pseudocardium sachalinense-Mizuhopecten yessoensis</i>	10-20	O	10, 11, 12, 20
10. <i>Mizuhopecten yessoensis-Macoma hirayamaensis</i>	10-20	O	21
11. <i>Glycymeris yessoensis-Suchium costatum</i>	10-30	O	14
12. <i>Solen krusensternii-Macoma tokyoensis</i>	10-30	O	19
13. <i>Solen krusensternii-Sacella sematensis</i>	30	K	77, 78, 79, 82
14. <i>Pseudocardium sachalinense-Macoma calcarea</i>	20-30	O	20c
15. <i>Mizuhopecten yessoensis-Callithaca adamsi</i>	30	O	18
16. <i>Phacosoma japonicum-Antalis weinkauffi</i>	50	K	45, 46, 62
17. <i>Cyclocardia ferruginea-Antalis weinkauffi</i>	30-50	J	52
18. <i>Antalis weinkauffi-Cyclocardia ferruginea</i>	50	K	30, 31, 32, 34
(5) 下部浅海生砂底群集			
19. <i>Callithaca adamsi-Pseudocardium sachalinense</i>	0-30	O	50, 58
20. <i>Callithaca adamsi-Macoma calcarea</i>	10-20	O	63, 64, 65
21. <i>Cultellus otukai-Lucinoma annulata</i>	25-50	K	48, 49, 50, 51
22. <i>Cultellus otukai-Clementia vatheleti</i>	30-50	K	94, 95, 96, 97
23. <i>Callithaca adamsi-Periploma plane</i>	50-100	O	17
(6) 下部浅海生砂底群集			
24. <i>Limopsis oblonga-Bellucina civica</i>	100	K	57, 59, 67, 68, 69
(7) 下部浅海生泥底群集			
25. <i>Cultellus otukai-Acila divaricata</i>	30-70	K	88, 89, 90
26. <i>Cultellus otukai-Paphia schenelliana</i>	50-70	K	71, 72, 73, 76
27. <i>Cultellus otukai-Periploma plane</i>	50	K	53, 54, 55, 56
28. <i>Limopsis oblonga-Gonimyrtea crassiuscula</i>	100	K	70
29. <i>Macoma calcarea-Turritella ikebei mitsunashii</i>	30-300	O	66
30. <i>Ginebis argenteonitens hirasei-Solamen spectabilis</i>	100-200	K	74, 75
(8) 深海生群集			
31. <i>Portlandia lischkei-Limopsis belcheri</i>	200-300	K	91, 92, 93
32. <i>Portlandia lischkei</i>	200-450	K	99, 100, 101, 102, 103, 104, 105

Batillaria zonalis (イボウミニナ), *Scapharca broughtoni* (アカガイ) などの生息水深から, 本群集の示す古水深は 10 m 前後と考えられる. 広域に分布する種類の優勢な内湾中央部の泥底に見られる群集である.

6. *Mya arenaria oonogai* - *Phacosoma japonicum* 群集

本群集を特徴づける *Mya arenaria oonogai* (オオノガイ) の現生種は, 北海道から九州, 朝鮮半島, 中国大陸北東岸に分布し, 潮間帯の砂泥底に深く潜って生活している. また, *Phacosoma japonicum* (カガミガイ) は北海道南西部から九州, 朝鮮半島, 中国大陸南岸の潮間帯下部から水深 60 m の細砂底に生息する (奥谷, 2000). VDM 特性曲線では, 水深 0 m にピークがくる. 本群集にはこのほか, *Suchium costatum* (キサゴ) などを含むことから, やや外洋水の入り込むような湾の環境が推定される. 推定される古水深は 0 m である. HDM 特性曲線では北緯 34 -

35° にピークができる。広域に分布する種類の優勢な、内湾砂底の群集である。

7. *Ruditapes philippinarum* - *Macoma incongrua* 群集

Ruditapes philippinarum (アサリ) はサハリン、北海道から九州、朝鮮半島、中国大陸沿岸の潮間帯から水深 20 m の砂礫泥底に生息する (奥谷, 2000) 。VDM 特性曲線では、水深 10 m にピークがくるので、古水深は 10 m と解釈される。広域に分布する種類の優勢な内湾砂底の群集である。

8. *Phacosoma japonicum* - *Ruditapes philippinarum* 群集

Phacosoma japonicum (カガミガイ) と *Ruditapes philippinarum* (アサリ) は *Macoma incongrua* (ヒメシラトリ) や *Mya arenaria oonogai* (オオノガイ) に比べると、ともに砂質の底質を好む。VDM 特性曲線では、水深 10 m にピークがくるので、古水深は 10 m 前後と解釈される。HDM 特性曲線では、北緯 34 - 35° にピークができるが、広域に分布する種類の優勢な内湾砂底の群集である。

3-5-4. 上部浅海生砂底群集

9. *Pseudocardium sachalinense* - *Mizuhopecten yessoensis* 群集

本群集を特徴づける *Pseudocardium sachalinense* (ウバガイ) は、鹿島灘以北、日本海北部、沿海州、サハリン、南千島、オホーツク海の潮間帯下部～水深 30 m の砂底に、また、*Mizuhopecten yessoensis* (ホタテガイ) は、東北からオホーツク海の水深 10 - 30 m の砂底に生息する (奥谷, 2000) 。産出種数が少ないので VDM・HDM 特性曲線は作成していないが、本群集は古水深が 10 - 20m と推定される。寒流系種の優勢な上部浅海生砂底の群集である。

10. *Mizuhopecten yessoensis* - *Macoma hirayamaensis* 群集

本群集は構成種数が少ないので VDM・HDM 特性曲線は作成していないが、*Mizuhopecten yessoensis* (ホタテガイ、水深 10 - 30m に生息) や *Pseudocardium sachalinense* (ウバガイ、潮間帯下部～水深 30m に生息) などの寒流系種で特徴づけられ、その他随伴する種類から古水深を 10 - 20m と推定した。本群集と *Mizuhopecten yessoensis* - *Callithaca adamsi* 群集 (平山層) には、優勢種として *Macoma hirayamaensis* (ヒラヤマシラトリ) を含む。*Macoma hirayamaensis* は平山橋下 (Loc. 44 - M18) に露出する平山層中部の砂層から記載されたもので (馬場, 1990) , 現生種は知られていない。*Macoma hirayamaensis* は *Mizuhopecten yessoensis* (ホタテガイ) や *Callithaca adamsi* (エゾヌノメアサリ) , *Pseudocardium sachalinense* (ウバガイ) に伴って産するので、寒流系の種類と考えられる。本群集は寒流系種の優勢な上部浅海生砂底の群集と考えられる。なお、*Macoma hirayamaensis* は上総層群の平山層以外から知られていないが、本種は北陸金沢地域の大桑層から、*Heteromacoma irus* として報告されている (Kaseno and Matsuura, 1965; Ogasawara, 1977) 。

11. *Glycymeris yessoensis* - *Suchium costatum* 群集

Glycymeris yessoensis (エゾタマキガイ) は、千島列島南部から能登半島、朝鮮半島南部までの水深 5 - 30m の細砂底に、*Suchium costatum* (キサゴ) は北海道南部から九州の、潮間帯から水深 10m までの砂底に生息することが知られている (奥谷, 2000) 。VDM 特性曲線では、水深 10m と 30m に同じ値のピークができ、古水深は 10 - 30m と解釈される。HDM 特性曲線では北緯 35° に一番高いピークができるが、北緯 37 - 41° にもピークができる。本群集は三陸地方以北の水深 2 - 30 m の砂底に生息する *Ezocallista brevisiphonata* (エゾワスレ) (奥谷, 2000) を含み、寒流系種 (O) を含む割合は 45%以上と高く、寒流系種の優勢な上部浅海生砂底

の群集である。

12. *Solen krusensternii* - *Macoma tokyoensis* 群集

本群集の特徴種である *Solen krusensternii* (エゾマテガイ) は、瀬戸内海以北、朝鮮半島、沿海州、サハリンの水深 5 - 30m に、また、*Macoma tokyoensis* (ゴイサギ) は北海道南西部から九州の水深 10 - 50m の砂泥底に生息する (奥谷, 2000) . 構成種数が少ないので VDM・HDM 特性曲線は作成していないが、推定される古水深は 10 - 30 m である。構成種は寒流系種が 40% 以上と多く、寒流系種の優勢な上部浅海生砂底の群集である。

13. *Solen krusensternii* - *Saccella sematensis* 群集

Solen krusensternii (エゾマテガイ) は瀬戸内海以北の、水深 5 - 30 m に生息し、*Saccella sematensis* (アラスジソデガイ) は、北海道南部から九州の水深 30 - 200 m の砂泥底に生息する (奥谷, 2000) . VDM 特性曲線では、10 m と 30 m にピークができるが、よりピークの高い水深 30 m を本群集の古水深とする。HDM 特性曲線では北緯 35° にピークができる。本群集は暖流系種 (K) の割合が高く (およそ 40%) , 暖流系種の優勢な上部浅海生砂底の群集である。

14. *Pseudocardium sachalinense* - *Megangulus venulosa* 群集

Pseudocardium sachalinense (ウバガイ) は、鹿島灘以北の潮間帯下部～水深 30 m の砂底に、*Megangulus venulosa* (サラガイ) は 銚子、北陸以北、オホーツク海、朝鮮半島東岸の潮間帯下部から水深 20 m の砂底に生息する (奥谷, 2000) . 構成種数が少ないので VDM・HDM 特性曲線は作成していないが、推定される古水深は 20 - 30 m である。本群集は、寒流系種の優勢な上部浅海生砂底の群集である。

15. *Mizuhopecten yessoensis* - *Callithaca adamsi* 群集

Mizuhopecten yessoensis (ホタテガイ) は、東北からオホーツク海の水深 10 - 30 m の砂底に生息し、*Callithaca adamsi* (エゾヌノメアサリ) は鹿島灘からサハリン、日本海の潮間帯直下から水深 20 m の細砂底に生息する (奥谷, 2000) . VDM 特性曲線では、水深 10 m と 30 m と 50 m にピークができた。ここでは一番高い中央の水深 30 m を古水深と推定した。HDM 特性曲線のピークは北緯 35° と 39° の 2 カ所にあり、天野 (1993) の方法に従って比例配分した結果、古緯度は 35.4° である。本群集は寒流系種 (O) の割合は 16% と少ないが、多産する種類は寒流系種が優勢なので、寒流系種の優勢な上部浅海生砂底の群集と解釈した。向山・松田 (1998) は同じ平山橋下の産地から合計 99 種の貝化石を同定し、古水深は 20 - 30 m、古緯度は北緯 38 - 39° 付近 (太平洋側では仙台湾から三陸海岸南部付近) と推定した。

16. *Phacosoma japonicum* - *Antalis weinkauffi* 群集

Phacosoma japonicum (カガミガイ) は北海道南西部から九州の潮間帯下部から水深 60 m の細砂底に、*Antalis weinkauffi* (ツノガイ) は北海道を除く日本各地の、水深 20 - 500 m の細砂底から知られている (奥谷, 2000) . VDM 特性曲線では、水深 10 m と 50 m にピークができたが、よりピークの高い水深 50 m を古水深と解釈した。HDM 特性曲線では、北緯 35° にピークができる。暖流系種 (K) が 40 - 50% 含まれ、暖流系種の優勢な上部浅海生砂底の群集である。

17. *Cyclocardia ferruginea* - *Antalis weinkauffi* 群集

Cyclocardia ferruginea (クロマルフミガイ) は 千島列島南部、北海道から九州、朝鮮半島の水深 50 - 400 m の砂底に生息する (奥谷, 2000) . VDM 特性曲線では、水深 30 m と 50 m に同じ値のピークができるので、古水深を 30 - 50 m と解釈した。HDM 特性曲線では、北緯 35° にピークができる。広域分布種が優勢な (およそ 63%) 上部浅海生砂底の群集である。

18. *Antalis weinkauffi* - *Cyclocardia ferruginea* 群集

Cyclocardia ferruginea-*Antalis weinkauffi* 群集と優勢種は同様であるが、随伴する種類が異なるため、VDM 特性曲線では、水深 30, 50, 100 m などにピークができる。一番ピークの高い水深 50 m をこの群集の古水深と解釈した。HDM 特性曲線では、北緯 33° と 35° にピークができる。寒流系種 (O) をやや含むが、暖流系種の優勢な上部浅海生砂底の群集である。

3-5-5. 上部浅海生泥底群集

19. *Callithaca adamsi* - *Pseudocardium sachalinense* 群集

Callithaca adamsi (エゾヌノメアサリ) は潮間帯直下から水深 20 m に、*Pseudocardium sachalinense* (ウバガイ) は、潮間帯下部～水深 30 m の砂底に生息する (奥谷, 2000)。本群集は構成種数が少ないので VDM・HDM 特性曲線は作成していないが、産出種から推定される古水深は 0 - 30 m である。本群集は寒流系種 (O) で特徴づけられ (Loc. 98 - M58 では 50%)、寒流系種の優勢な上部浅海生泥底の群集である。

20. *Callithaca adamsi* - *Macoma calcarea* 群集

Callithaca adamsi (エゾヌノメアサリ) の生息水深は潮間帯直下から水深 20 m であり、*Macoma calcarea* (ケショウシラトリ) は四国以北、アリューシャン列島、ベーリング海、アラスカ南部、ブリティッシュ・コロンビアの水深 2 - 320 m の砂泥底に生息している (奥谷, 2000)。南方ではより深所に生息する。構成種数が少ないので VDM・HDM 特性曲線は作成していないが、推定される古水深は 10 - 20 m である。本群集は房総の東日笠層及び万田野層の寒流系種の優勢な群集に伴って産する *Turritella ikebei mitsunashii* を含み、寒流系種 (O) で特徴づけられる。寒流系種の優勢な上部浅海生砂底の群集である。

21. *Cultellus otukai* - *Lucinoma annulata* 群集

Cultellus otukai (オオツカユキノアシタ) は、多摩丘陵地域からの優勢種の 1 つであるが、現生種は知られていない。類似の現生種である *Cultellus attenuatus* (ユキノアシタ) は房総半島以南、東南アジアの水深 20 - 50 m の細砂底に生息する (奥谷, 2000)。構成種が少ないので VDM・HDM 特性曲線は作成していないが、*Lucinoma annulata* (ツキガイモドキ) の生息水深は 25 - 670 m の砂泥底なので、本群集の古水深は 25 - 50 m 前後と推定した。*Cultellus otukai* の化石としての近縁種である *Cultellus izumoensis* は島根県の中新統布志名層から記載されたものであるが (Yokoyama, 1923)、*Cultellus izumoensis* は北海道からも報告されているので (天野・疋田, 2000)、*Cultellus otukai* の分布型は広域分布 (J) のグループに入るものであろう。本群集は寒流系種 (O) が 17 - 29% と多く含むが暖流系種 (K) が 33 - 43% あるので、暖流系種の優勢な上部浅海生泥底の群集と解釈した。

22. *Cultellus otukai* - *Clementia vatheleti* 群集

Cultellus otukai に類似の現生種である *Cultellus attenuatus* (ユキノアシタ) は水深 20 - 50 m に生息し (奥谷, 2000)、*Clementia vatheleti* (フスマガイ) は北海道南部・男鹿半島以南、日本海、四国、九州、朝鮮、東南アジアの潮間帯 - 20 - 140 m の砂泥底に生息する (肥後・後藤, 1993)。VDM 特性曲線では水深 30 m と 50 m の 2 カ所にピークができ、それらはほぼ同じ種数であるので、古水深は 30 - 50 m と推定した。HDM 特性曲線では、北緯 32 - 33° と 35°、および、北緯 35° にピークができた。相対的に暖流系種 (K) が 40 - 60% と多いことから、暖流系種の優勢な上部浅海生泥底の群集である。この群集の示す堆積環境は寒流が入り込まず、外洋水の直接あたらない水深 30 - 50 m ほどの内湾と推定できるが、*Suchium giganteum* を産する

ことから、ときに外洋水の入り込む口の広い内湾であろう。

23. *Callithaca adamsi* - *Periploma plane* 群集

Callithaca adamsi (エゾヌノメアサリ) の生息水深は潮間帯直下から水深 20 m であるが、*Periploma plane* (リュウグウハゴロモ) は相模湾から東シナ海、水深 200 - 1200 m に生息する (奥谷, 2000)。産出種 11 種で作成した VDM 特性曲線では水深 30 m と 50 - 100 m に同じ高さのピークができる。分布幅の広い 50 - 100 m を古水深と推定した。HDM 特性曲線では、北緯 35° にピークができるが、寒流系種 (O) 暖流系種 (K) とともに 30% 以下なので、広域分布種の優勢な上部浅海生泥底の群集と解釈した。

3-5-6. 下部浅海生砂底群集

24. *Limopsis oblonga* - *Bellucina civica* 群集

本群集を特徴づける *Limopsis oblonga* (ナミジワシラスナガイ) は北海道南部~九州の水深 50 - 200 m の砂底 (奥谷, 2000) に、*Bellucina civica* (ムツキウメ) は房総半島からインドネシア、日本海の水深 50 - 400 m の砂泥底に生息する (奥谷, 2000)。VDM 特性曲線では水深 100 m と 50 m にほぼ同じ種数のピークができる。水深 100 m の陸棚上に水深 50 m に生息する種類が流れ込んだものと解釈し、古水深は 100 m と解釈した。HDM 特性曲線では、北緯 35° と 34 - 35° にピークができる。本群集には暖流系種 (K) が多く、暖流系種の優勢な下部浅海生砂底群集である。なお、M-68 の群集には寒流系種 (O) が目立つが、下位の群集の構成種が混入したことによる。推定される堆積環境は、水深 100 m ほどの暖流の影響下にある陸棚上である。

3-5-7. 下部浅海生泥底群集

25. *Cultellus otukai* - *Acila divaricata* 群集

Cultellus otukai に類似の現生種である *Cultellus attenuatus* (ユキノアシタ) は水深 20 - 50 m に生息し (奥谷, 2000)、*Acila divaricata* (オオキララガイ) は房総半島・日本海中部以南から九州の水深 50 - 500 m の泥底に生息する (奥谷, 2000)。構成種が少ないので、VDM・HDM 特性曲線は作成していないが、産出する種類から古水深は 30-70m と推定した。寒流系種 (O) を含まないことから、暖流系種の優勢な下部浅海生泥底群集である。

26. *Cultellus otukai* - *Paphia schenelliana* 群集

Cultellus otukai に類似の現生種である *Cultellus attenuatus* (ユキノアシタ) は水深 20 - 50 m に生息し、*Paphia schenelliana* (オオスタレガイ) は房総半島、能登半島から九州、東シナ海の水深 10 - 100 m の細砂底に生息する (奥谷, 2000)。構成種は少ないので、VDM・HDM 特性曲線は作成していないが、産出する種類から古水深は 50 - 70 m と推定した。寒流系種 (O) を含まず暖流系種 (K) を 70% 以上含むので、暖流系種の優勢な下部浅海生泥底群集である。寒流の入り込まない、口の広い内湾が考えられる。

27. *Cultellus otukai* - *Periploma plane* 群集

Cultellus otukai に類似の現生種である *Cultellus attenuatus* (ユキノアシタ) は水深 20 - 50 m に生息し、*Periploma plane* (リュウグウハゴロモ) は水深 200 - 1200 m に生息する (奥谷, 2000)。VDM 特性曲線では、水深 100 m と 50 m にピークができる。より種数の多い水深 50 m を本群集の古水深と解釈した。VDM 特性曲線では、北緯 33 - 35° にピークができる。寒流系種は見つかっておらず、暖流系種 (K) を 43% 以上含むので、暖流系種が優勢な群集である。

28. *Limopsis oblonga* - *Gonimyrtia crassiuscula* 群集

Limopsis oblonga (ナミジワシラスナガイ) は水深 50 - 200 m に、*Gonimyrtia crassiuscula*

(=*Gonimyrtea soyoae*, キヌハダツキガイモドキ) は日本海西部, 四国沖の水深 100 - 150 m の砂泥底に生息する (奥谷, 2000) . VDM 特性曲線では, 水深 100 m にピークができ, 古水深は 100 m と解釈できる. HDM 特性曲線では北緯 35° にピークができる. 本群集は寒流系種を含まず, 暖流系種 (K) を 60%以上含むので, 暖流系種の優勢な下部浅海生泥底の群集である.

29. *Macoma calcarea* - *Turritella ikebei mitsunashii* 群集

Macoma calcarea (ケショウシラトリ) は水深 2 - 320 m と分布が広く, *Turritella ikebei mitsunashii* は現生種が知られていない. 本群集は構成種数が少ないので VDM・HDM 特性曲線は作成していないが, 構成される種類から古水深を 30 - 300 m と推定した. 本群集は房総の東日笠層及び万田野層の寒流系種の優勢な群集に伴って産する *Turritella ikebei mitsunashii* を含み, 寒流系種の優勢な下部浅海生泥底の群集と解釈した.

30. *Ginebis argenteonitens hirasei* - *Solamen spectabilis* 群集

Ginebis argenteonitens hirasei (ヒラセギンエビス) は岩手県沖から鹿島灘に多く, 九州西岸からも報告があり, 水深 50 - 400 m の細砂底に生息する (奥谷, 2000) . また, *Solamen spectabilis* (キサガイモドキ) は, 東北地方・日本海南部から九州の水深 50 - 870 m の砂礫, 砂泥底に生息する (奥谷, 2000) . 本群集は構成種数が少ないので VDM・HDM 特性曲線は作成していないが, 構成される種類から古水深を 100 - 200 m と推定した. 寒流系種を含まないことから, 暖流系の群集と考えている. *Ginebis* のような肉食/腐肉食者が優勢な群集は陸棚外縁部に出現することが知られており (延原, 1999) , 本群集は下部浅海生泥底群集である.

3-5-8. 深海生群集

31. *Portlandia lischkei* - *Limopsis belcheri* 群集

Portlandia lischkei (オオベッコウソデガイ) は相模湾から遠州灘の水深 200 - 1400 m に, *Limopsis belcheri* (オオシラスナガイ) は, 銚子~九州の水深 100 - 800 m の砂泥底に生息する (奥谷, 2000) . 構成種数が少ないので VDM・HDM 特性曲線は作成していないが, 構成される種類から古水深を 200 - 300 m と推定した. 寒流系種を含まず, 暖流系種の優勢な深海生群集である.

32. *Portlandia lischkei* 群集

Portlandia lischkei (オオベッコウソデガイ) は水深 200 - 1400 m に生息する (奥谷, 2000) . 構成種数が少ないので VDM・HDM 特性曲線は作成していないが, 構成される種類から古水深を 200 - 450 m と推定した. 寒流系種を含まず, 暖流系種の優勢な深海生群集である.

多摩川—多摩丘陵地域の上総層群から産する貝化石をまとめると図 7 の通りである.

4. 貝化石群集の垂直的变化と 海進・海退

関東第四紀研究会 (1970) は, 多摩丘陵西部に分布する浅海相を示す連光寺互層から稲城砂層へいたる層序の中に, 6 回の礫—泥—砂からなる堆積サイクルを認め, これらのサイクルが当時の海水面変動によるものと解釈した. また, 増田 (1971) は多摩丘陵北縁部の彼の大矢部層から稲城層までの層序の中に, 下位から厚い砂層, 砂礫層, 泥層からなる堆積サイクルが 4 回見られることを述べた. そして, 遠藤 (1983) も礫層・泥岩層・砂層からなる 6 - 7 回の堆積サイクルを認め, その原因を相対的海面変動とした. さらに高野 (1994) は, 多摩丘陵西部では最下部の寺田層を除き, 基本的には 6 回の礫層→泥層→砂層の堆積サイクルがあることを述べ, これらを地層区分に用いた. そして, 堆積サイクルの成因としては地殻変動による相対的海面変動の可能

秋川一多摩川地域		多摩丘陵北部地域		多摩丘陵中部地域		多摩丘陵南部地域	
		高津層	<i>Portlandia lischkei</i>				
		飯室層	<i>Cutellus-Clementia</i>	飯室層	<i>Portlandia lischkei</i>	王禅寺層	<i>Portlandia-Limopsis</i>
		出店層	<i>Macoma incongrua</i>	王禅寺層	<i>Cutellus-Acila</i>		
		稻城層	<i>Suchium</i> sp.	柿生層	<i>Cutellus-Paphia</i>	柿生層	<i>Ginebis-Solamen</i>
	<i>Solen-Saccella</i>		<i>Limopsis-Bellucina</i>		<i>Periploma plane</i>		
	<i>Macoma incongrua</i>		<i>Callithaca-Macoma</i>		<i>Limopsis-Gonimyrtea</i>		
		連光寺層		連光寺層	<i>Phacosoma-Antalis</i>	鶴川層	<i>Phacosoma-Antalis</i>
連光寺層	<i>Phacosoma-Ruditapes</i>		<i>Phacosoma-Ruditapes</i>		<i>Theora fragilis</i>		<i>Cutellus-Periploma</i>
	<i>Potamocorbula amurensis</i>		<i>Potamocorbula amurensis</i>		<i>Ruditapes-Macoma</i>		<i>Limopsis-Bellucina</i>
	<i>Crassostrea gigas</i>				<i>Crassostrea gigas</i>		<i>Callithaca-Pseudocardium</i>
					<i>Cutellus otsukai</i>		<i>Cyclocardia-Antalis</i>
							<i>Callithaca-Pseudocardium</i>
小山田層	<i>Mya-Phacosoma</i>	小山田層	<i>Mizuhopecten</i> sp.	小山田層	<i>Antalis-Cyclocardia</i>		<i>Cutellus-Lucinoma</i>
	<i>Macoma incongrua</i>		<i>Macoma incongrua</i>		<i>Callithaca-Pseudocardium</i>		<i>Cutellus otsukai</i>
平山層	<i>Pseudocardium-Mezogastus</i>	平山層		平山層			
	<i>Mizuhopecten-Macoma</i>						
	<i>Crassostrea gigas</i>				<i>Mizuhopecten-Callithaca</i>	<i>Callithaca-Periploma</i>	
	<i>Pseudocardium-Mizuhopecten</i>		<i>Mizuhopecten-Callithaca</i>				
	<i>Solen-Macoma</i>		<i>Suchium costatum</i>				
<i>Glycymeris-Suchium</i>							
	<i>Fuscocardium braunsi</i>						
飯能層		大矢部層	<i>Corbicula japonica</i>	大矢部層			
					<i>Macoma incongrua</i>		
		寺田層		寺田層	<i>Macoma incongrua</i>		
					<i>Macoma incongrua</i>		
					<i>Corbicula japonica</i>		
					<i>Crassostrea gigas</i>		
			<i>Anodonta aff. kobivakoensis</i>				
			<i>Macoma incongrua</i>				
矢嵐層		矢嵐層		館層	<i>Pseudocardium</i>		

- 深海生群集
- 下部浅海生泥底群集
- 下部浅海生砂底群集
- 上部浅海生泥底群集
- 上部浅海生砂底群集
- 内湾生群集
- 汽水生群集
- 淡水生群集

赤字は暖流系種の優勢な群集、青字は寒流系種の優勢な群集。

図7. 多摩川一多摩丘陵地域の上総層群から産出する化石群集の層序学的特徴。貝化石群集名は簡略化してある。

性よりも、氷河性海水面変動によるものであると述べた。植木・酒井（2007）は、小宮層、福島層、小山田層、連光寺層にそれぞれ、1回の海進・海退サイクルに伴う堆積シーケンスがあると述べている。このように、多摩丘陵地域の鮮新-更新統には、氷河性海水面変動が認められると解釈されている。しかし、その解釈の基となる堆積サイクルの認定や回数に関して、意見の相違が認められる。本論文では産出する貝化石群集から見積もられる古水深の垂直的变化を推定し、図8に示した。貝化石の産しない層準は、生痕化石やその他の化石および堆積物の特徴を用いて

補ってある。

4-1. 多摩丘陵北部地域

多摩川—多摩丘陵北部地域の上総層群に認められる海進・海退に伴う堆積サイクルを、貝化石群集の垂直的变化から検討した。その結果、寺田層～高津層までの間に合計8回の堆積サイクルを認めた(図8)。なお、各層の下部の礫層は一般的に淘汰が悪く、植物片を含むことはあっても貝化石を産しないので、その堆積環境は河川によるものと解釈した。

[第1サイクル] 寺田層

寺田層上部の砂層中に見られる内湾生砂底群集 (*Ruditapes philippinarum*-*Macoma incongrua* 群集) は中部の泥層に見られる内湾泥底群集 (*Macoma incongrua* 群集) よりはいくぶん沿岸水の影響が考えられる。中部の泥層には直立樹幹が見られるので、寺田層の中には大局的に見て浅い環境から深い環境への変化が認められ、1回の堆積サイクルと考えられる。しかし、中部の泥層の中には、厚さ10mほどの間に下位より内湾 (*Macoma incongrua* 群集) →淡水 (*Anodonta* aff. *kobiwakoensis* 群集) →内湾干潟 (*Crassostrea gigas* 群集) →汽水 (*Corbicula japonica* 群集) →内湾泥底 (*Macoma incongrua* 群集) の海進から海退、そして海進から海退への2回の変化が認められる。

[第2サイクル] 大矢部層

中部の泥層には、北の浅川河床で汽水生群集 (*Corbicula japonica* 群集) が、南の湯殿川河床で内湾生泥底群集 (*Macoma incongrua* 群集) を産する。しかし、上部の砂層から貝化石の産出が知られておらず、内側陸棚 (20・100 m) を特徴づけるハモック状斜交層理が見られることから、汽水環境から浅海環境への海進を示すと解釈できる。

[第3サイクル] 平山層下部～上部

平山層中部の泥層から貝化石を得ていないが、増淵ほか (1988) により淡水生珪藻や大森 (1989) によりヤマトシジミ (= *Corbicula japonica*) の産出が報告されており、この泥層の堆積環境は淡水あるいは汽水と考えられる。平山層中部の砂層中には上部浅海生砂底群集 (*Mizuhopecten yessoensis* - *Callithaca adamsi* 群集など) を産し、水深10・50mほどの中浅海的环境が考えられ、平山層下部～中部は1回の海進を示していると解釈できる。

[第4サイクル] 平山層最上部の福島部層

平山層最上部の福島部層には、下位の内湾干潟群集 (*Crassostrea gigas* 群集) と上位の上部浅海生砂底群集 (*Mizuhopecten yessoensis* - *Macoma hirayamaensis* 群集および *Pseudocardium sachalinense* - *Megangulus venulosa* 群集) が認められ、内湾生から中浅海への環境変化が解釈できる。

[第5サイクル] 小山田層

小山田層中部の泥層には直立樹幹や長鼻類や偶蹄類の足跡があり、陸上環境を示す。さらに、その上位に内湾生泥底群集 (*Macoma incongrua* 群集や *Mya arenaria oonogai* - *Phacosoma japonicum* 群集) が見られる。さらに、小山田層上部の砂層中には上部浅海生種と解釈される *Mizuhopecten* sp. を産することから、陸上から内湾を経て浅海への海進が解釈できる。

[第6サイクル] 連光寺層

多摩丘陵北部地域から連光寺層中部の泥層には内湾生干潟群集 (*Crassostrea gigas* 群集) や汽水生群集 (*Potamocorbula amurensis* 群集) が見られ、その上位には内湾砂底群集 (*Phacosoma japonicum* - *Ruditapes philippinarum* 群集) が含まれる。また、多摩丘陵中部地域から上部浅

堆積 サイクル	陸	内湾	浅海	岩相	貝化石群	備考
⑧ 高津層 飯室層 出店層			★	砂泥互層	深海生 (<i>Portlandia lischkei</i> 群集)	
			★	砂質泥層	浅海生 (<i>Cultellus-Clementia</i> 群集)	内湾岸沖合の環境を示唆する珪藻 (増淵, 1995)
			★	泥層	内湾生 (<i>Macoma incongrua</i> 群集)	植物片 (Loc. 69)
⑦ 稲城層			★	砂層	浅海生 (<i>Solen-Saccella</i> 群集)	
			★	泥層	内湾生 (<i>Macoma incongrua</i> 群集)	淡水生珪藻 (増淵・小出, 1987; 増淵, 1991)
			●	礫層		
⑥ 連光寺層			★	砂層	内湾生 (<i>Phacosoma-Ruditapes</i> 群集)	
			★	泥層	汽水生 (<i>Potamocorbula</i> 群集) 内湾生 (<i>Crassostrea gigas</i> 群集)	干潟に生息するカニ (増淵・武田, 1988)
			●	礫層		
⑤ 小山田層			★	砂層	内湾生 (<i>Mya-Phacosoma</i> 群集)	
			★	泥層	内湾生 (<i>Macoma incongrua</i> 群集)	直立樹幹, ゾウ・シカ・シフ ゾウ足跡 (Loc. 9)
			●	礫層		
平山層 福島部層 ④ 最上部			★	砂層	浅海生 (<i>Pseudocardium-Megangulus</i> 群集)	
			★	泥層	内湾生 (<i>Crassostrea gigas</i> 群集)	植物葉片 (Loc. 7)
			●	礫層		
③ 上部 下部			★	砂層	浅海生 (<i>Mizuhopecten-Callithaca</i> 群集)	
			●	泥層		淡水生珪藻 (増淵ほか, 1988) シジミ (大森 1998)
			●	礫層		
② 大矢部層			●	砂層		ハモック状葉理 (松川ほか, 2007)
			●	泥層		ヒシの種子 (Loc. 15b)
			●	礫層		
			?	砂層		
			★	泥層	汽水生 (<i>Corbicula japonica</i> 群集)	メタセコイア球果 (Loc. 15); 淡水生珪藻 (増淵ほか, 1988)
① 寺田層			●	礫層		
			★	砂層	内湾生 (<i>Ruditapes-Macoma</i> 群集)	
			★	泥層	内湾生 (<i>Macoma incongrua</i> 群集) 汽水生 (<i>Corbicula japonica</i> 群集) 内湾生 (<i>Crassostrea gigas</i> 群集) 淡水生 (<i>Anodonta aff. kobiwakoensis</i> 群集) 内湾生 (<i>Macoma incongrua</i> 群集)	直立樹幹, ゾウ体化石, ゾウ・シカ足跡 (Loc. 14); 汽水生珪藻 (増淵ほか, 1988)
			●	礫層		

図8. 多摩川-多摩丘陵地域の上総層群に見られる堆積サイクルを模式的に示す。

海生砂底群集 (*Antalis weinkauffi - Cyclocardia ferruginea* 群集) が認められることから, 連光寺層は汽水や内湾の環境から浅海への海進が認められる。

[第7サイクル] 稲城層

稲城層中部の泥層には内湾生泥底群集 (*Macoma incongrua* 群集) が、上部の砂層の下部には上部浅海生砂底群集 (*Solen krusensternii* - *Saccella sematensis* 群集) が産し、内湾から浅海への海進が解釈できる。

[第8サイクル] 出店層—飯室層—高津層

出店層中部の泥層には内湾生泥底群集 (*Macoma incongrua* 群集) が見られるが、上部の砂層から貝化石が得られていない。さらに、上位に重なる飯室層には上部浅海生泥底群集 (*Cultellus otukai* - *Clementia vatheleti* 群集) が、そして高津層には深海生群集 (*Portlandia lischkei* 群集) が認められるので、出店層から飯室層を経て高津層にいたる層序は海進を示すと解釈できる。

4-2. 多摩丘陵中・南部地域

多摩丘陵北部地域の上総層群には、多くの層準に堆積サイクルと解釈される礫→泥→砂からなる変化が見られるが、多摩丘陵中—南部地域は厚い泥層や砂泥互層からなり、堆積物の上から堆積サイクルは明らかにされていない。しかし、貝化石群集の変化に注目すると、泥層の発達する多摩丘陵中—南部の、鶴川層上部と柿生層の2層準に相対的に浅海生から深海生への貝化石群集の層序学的変化が認められる。

第1の鶴川層上部に見られる群集変化は、下部の水深0-30mの上浅海的环境を示す寒流系種の優勢な *Callithaca adamsi* - *Pseudocardium sachalinense* 群集、その上の水深100mの亜浅海的环境を示す暖流系種の優勢な *Limopsis oblonga* - *Bellucina civica* 群集、さらに、その上位の水深50mの亜浅海的环境を示す *Cultellus otukai* - *Periploma plane* 群集で、水深が深くなったことを示す。第2は、柿生層の下部に見られる寒流系種の優勢な *Callithaca adamsi* - *Macoma calcarea* 群集 (水深10-20m)、中部の暖流系種の優勢な *Limopsis oblonga* - *Bellucina civica* 群集 (水深50-100m)、上部の暖流系種の優勢な *Cultellus otukai* - *Paphia schenelliana* 群集 (水深50-70m) への変化で、水深が深くなったことを示す。なおこの柿生層の群集は南側へ、それぞれ下部は *Macoma caalcareo* - *Turritella ikebei mitsunashii* 群集 (水深30-300m) に、中部は *Limopsis oblonga* - *Gonimyrtea crassiuscula* 群集 (水深100m) に、上部は *Periploma plane* 群集や *Ginebis argenteonitens hirasei* - *Solamen spectabilis* (水深100-200m) 群集に移り変わり、分布域北側から南側へ水深が深くなったことを示す。

これら2つの群集変化は、寒流系種の優勢な群集 (厚さ3-5m) の上に、暖流系種の優勢な群集 (厚さ0.5-1m、構成種が多く密集する) が重なり、さらに上には暖流系種の優勢な群集 (厚さ20-40m、構成種は少なく散在する) が重なることで特徴づけられる。下部の寒流系種の優勢な群集の示す古水深は0-30mで、中部の暖流系種の優勢な群集の示す古水深は50-100mである。これらの層準は1m以内と接近している。これは寒流の影響を受けた上浅海が、海水面の上昇に伴い、暖流の影響を受けた環境に変化したことを示す。この変化は氷河性海面変動を反映したものと解釈できる。

5. 氷河性海面変動の影響

深海底の酸素同位体層序により、地球全体の気温の上昇と下降の層序的变化を捉える方法が確立している。特に、第四系に関して、世界の各地で古地磁気層序と深海底堆積物層序を時間軸として、酸素同位体比層序を対比して、第四紀の気候変動曲線が得られている。そして、この気候変動が氷河性海面変動として、地層中に認められるとされている。

房総地域の上総層群は、日本の鮮新—更新統の模式層序の1つである。伊藤 (1992) は、房総

地域の上総層群を堆積シーケンスで示し、黒滝層から笠森層までの約 200 万年間に、SB1～SB18 の合計 18 のシーケンス境界を認定し、酸素同位対比曲線 (Williams, 1989) との関係を示した。大原層の HS テフラの少し下位にあたる層準の SB4 を酸素同位対比曲線のステージ 63 と 62 の間に、太田代層の 026 テフラ付近の SB5 をステージ 35 と 37 の間に対比した。大原層と太田代層の間には黄和田層が挟まれるが、泥層からなる黄和田層にはシーケンス境界が認定されておらず、酸素同位対比曲線との関係が示されていない。これは、黄和田層が深海底堆積物からなるので、氷河性海面変動の記録が地層中に残されていないためと解釈できる。従って、黄和田層に対比されるステージ 61～35 (奇数部分) に相当する堆積サイクルは示されていない。

房総地域の黄和田層下部の Kd39 テフラは多摩丘陵地域の大矢部層中部の層準に対比され、黄和田層の Kd16 テフラが多摩丘陵地域の高津層の HS (久本) テフラに対比されている (高野, 2002)。これらの対比に基づくと、多摩丘陵地域の上総層群の堆積サイクルは、この酸素同位体比曲線のステージ 61 から 35 の範囲のいずれかに相当する。

多摩川-多摩丘陵地域では、北部の飯能層と南部の寺田層から大矢部層の層序の同時異相が認められる (松川ほか, 2006)。これらの地層に含まれる化石群集の特徴に基づくと、北部の飯能層では長鼻類化石が産出し、陸上環境を示す。しかし、南部の寺田層から大矢部層の層序では、淡水・内湾・汽水生の貝化石群集が見られ、海域の環境を示す。そして、それらの上位に重なる平山層は分布範囲を広げ、海生の貝化石を含むので、海進期の堆積相と解釈できる。Williams (1989) の酸素同位体比曲線では、ステージ 61 から 35 の範囲の中で、ステージ 59 が最も温暖期を示すので、最も海進が進んだと解釈される。ステージ 59 は、1.7 Ma とされている。松川ほか (2006) によると、平山層下部に挟まれる 368 テフラのフィッシュントラック年代は 1.6 ± 0.1 Ma を示すので、ステージ 59 の年代にほぼ一致する。従って、ステージ 59 は、平山層下部から中部の砂層の層準 (第 3 サイクル) に相当すると解釈できる。

本地域に分布する上総層群とほぼ同時代の房総地域にある深海成の黄和田層では堆積サイクルを確認できないが、氷河性海面変動の記録は陸に近い本地域に認められることが示された。これは、氷河性海面変動の記録としての堆積サイクルは、陸から離れた沖合相では認められないことを実証した。

6. 結論

1. 多摩川-多摩丘陵地域に分布する上総層群から、貝化石を 81 の産地、110 の産出層準より採集し、223 種に分類した。そして、貝化石種の産出の組み合わせに特徴があることを見出し 32 の群集に区分した。
2. 32 群集の構成種を現生種の生息水深と生息する底質に基づき、それらの群集が、淡水、汽水、内湾、上部浅海性砂底、上部浅海性泥底、下部浅海性砂底、下部浅海性泥底と深海性の環境を示すと解釈した。また、現生種の生息分布の緯度と比較し、産出した化石群集には寒流と暖流の影響を受けたものが含まれることを示した。
3. 生息水深と生息する底質を基に区分した群集の水平的な特徴から、関東平野西縁部西側の多摩丘陵北西部地域では内湾・汽水生群集と浅海生群集が何度も交互に産出し、一方、多摩丘陵南東部地域では浅海～深海生群集が産出することを認め、当時の水深が北西から南東に深くなっていたことを示すと解釈した。
4. 本地域北西部で、下部の礫層、中部の内湾・汽水生群集を産する泥層、上部の浅海生群集を

産する砂層からなるサイクルを8回認めた。各サイクルとも、中部から上部にかけて貝化石群集が内湾・汽水生群集から浅海生群集へ変化し、水深が深くなったことを示す。この変化は海進期の堆積相を示し、氷河性海面変動によると解釈した。一方、本地域の南東部では、堆積サイクルが不明瞭であることを認めた。

5. 平山層は海進期の堆積相で、下部から中部の砂層の層準（第3サイクル）は、Williams (1989) の酸素同位対比曲線のステージ 59 に相当し、最も温暖期を示すと解釈される。平山層とほぼ同時代の房総地域にある深海成の黄和田層では堆積サイクルを確認できないが、氷河性海面変動の記録は陸に近い本地域の平山層で認められることが示された。これは、氷河性海面変動の記録としての堆積サイクルは、陸から離れた沖合相では認められないことを実証した。

謝辞

日野市郷土資料館には所蔵の化石標本の使用を許可して頂きました。御礼申し上げます。

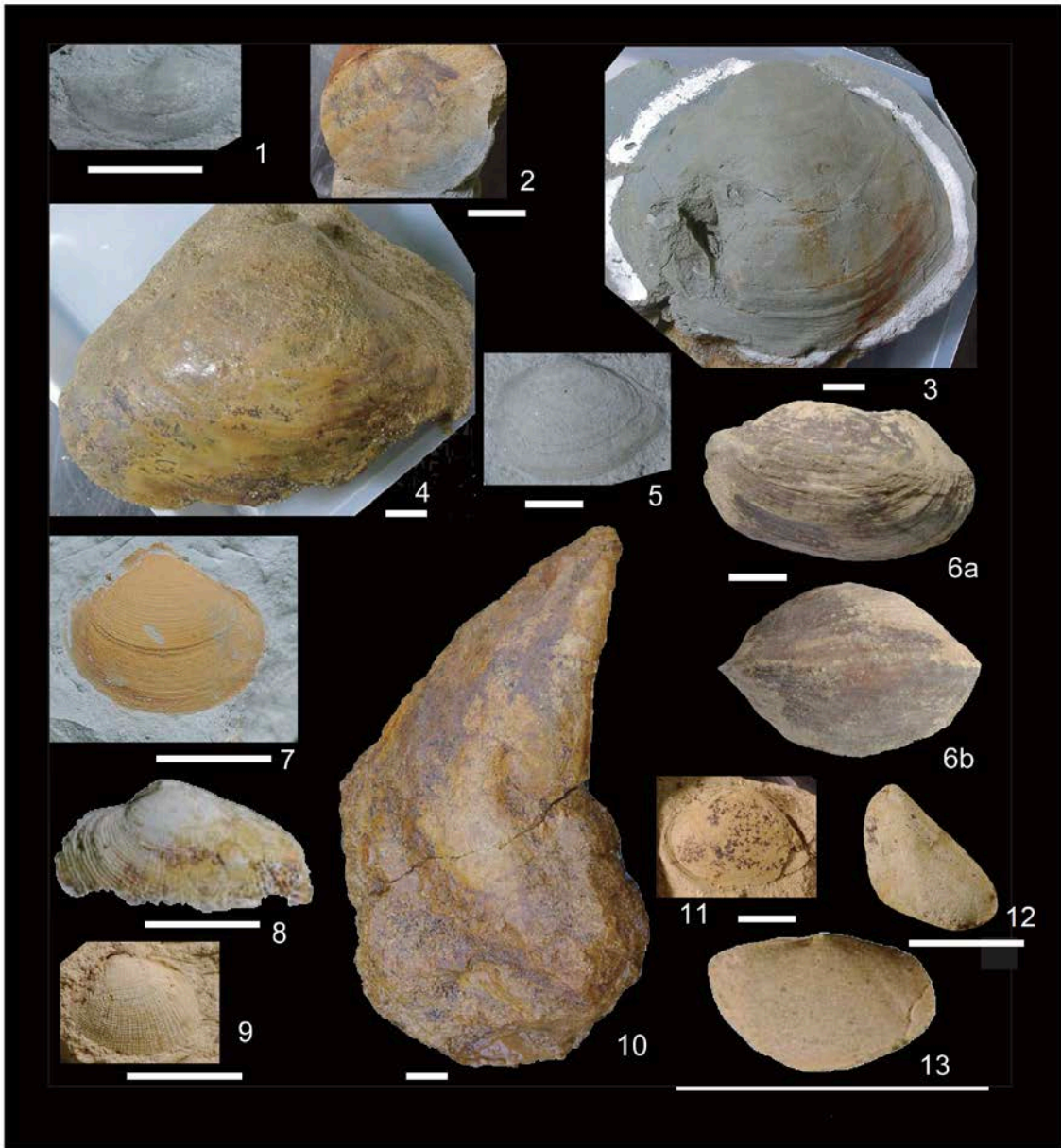
引用文献

- Aiba, H., Baba, K., Matsukawa, M. (2010) : A new species of *Stegodon* (Mammalia, Proboscidea) from the Kazusa Group (Lower Pleistocene), Hachioji City, Tokyo, Japan and its evolutionary morphodynamics. *Palaeontology* 53, 471 - 490.
- 天野和孝 (1993) : 北方系貝化石集団による古水温推定の試み—更新世前期の大桑・万願寺動物群を例として—。化石 55, 34 - 48.
- 天野和孝・疋田吉識 (2000) : 北海道中川町の中新統大和層より *Cultellus izumoensis* (Yokoyama) の発見。中川町自然誌博物館紀要「自然誌の研究」 3, p. 1 - 6.
- 馬場勝良 (1990) : 関東地方南部, 上総層群の貝化石群。445 pp., 慶応義塾幼稚舎 (東京) .
- 馬場勝良 (2009) : 関東平野西縁部の鮮新—更新統上総層群の貝化石群集と環境変動—地学の野外実習教材開発の基礎として—。東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科東京学芸大学博士論文, 164 pp.
- 馬場勝良 (2015) : 関東平野西縁部の下部更新統上総層群の貝化石群集と環境変動—地学の野外実習教材開発の基礎として—。岐阜聖徳学園大学紀要 54, 65 - 87.
- Baba, K., Matsukawa, M. (2012) : Pliocene fresh-water bivalve species from the Terada Formation in Hachioji, Tokyo, Japan. *Bulletin of the Tokyo Gakugei University* 64, 135 - 142.
- 馬場勝良・松川正樹・小荒井千人・林 慶一・大久保敦・伊藤 慎 (2000) : 足跡化石を基に動物を動かそう—恐竜の方法をゾウに応用して—。地学教育 53, 269 - 281.
- 遠藤淳二 (1983) : 関東地方西部から産出するメタセコイア化石について—関東平野西部地域に分布するメタセコイア化石林—。日本私学教育研究所紀要 19 (2), 433 - 456.
- 藤本治義・木村達明・吉山 寛 (1971) : 八王子北浅川河床で発見した *Metasequoia* 化石林の研究。日本私学教育研究所調査資料 10, 1 - 30.
- 肥後俊一・後藤芳央 (1993) : 日本及び周辺地域産軟体動物総目録。エル貝類出版局 (大阪) , 目次 22 p. + 693 pp. + 文献 13 p. + 索 148 p.
- 伊田一善 (1955) : 東京付近の植物化石新産地。地質調査所月報 (8), 19 - 22.
- 伊田一善 (1956) : 貝化石群集の特性曲線について。地質調査所月報 7, 63 - 68.

- 犬塚則久・澤村 寛・藤井和夫 (1991): 日野市多摩川河床産アケボノゾウ切歯化石調査報告. 日野市ふるさと博物館紀要 1, 1-19, pl. 1-4.
- 稲垣博一・大江文雄・増渕和夫 (1987): 多摩丘陵更新統下部(上総層群柿生層)から産出した魚類耳石. 化石の友 3, 24-32.
- 伊藤 慎 (1992): 上総層群の堆積シーケンス. 地球環境の復元, 朝倉書店(東京), 120-134.
- 五日市ステゴドン調査団 (1980): 東京都西多摩郡五日市町より産出したステゴドン象化石について. 文化財の保護 12, 76-82.
- 寿円晋吾 (1966): 多摩川流域における武蔵野台地南部の地質(1). 地学雑誌 7(5), 10-25.
- Kaseno, Y. and Matsuura, N. (1965): Pliocene shells from the Omma Formation around Kanazawa City, Japan. Kanazawa University, Science Report 10, 27-62, pl. 1-20.
- 関東第四紀研究会 (1970): 南関東の下部更新統一多摩丘陵の三浦層群について一. 第四紀研究 9, 93-100.
- 紀平 肇・松田征也・内山りゅう (2003): 日本産淡水貝類図鑑(1) 琵琶湖・淀産の淡水貝類. 159 pp. 株式会社ピーシーズ(東京).
- 菊地隆男 (1991): 多摩川河床, アケボノゾウ切歯化石産出地点の地質. 日野市ふるさと博物館紀要 1, 25-42.
- 小泉明裕 (2008): 上総層群飯室層(下部更新統)産出のアシカ科化石について. 神奈川県立博物館研究報告 19, 45-66.
- 小泉明裕 (1991): 東京都八王子市の下部更新統から日本初産出のシカマシフゾウ頭骨化石(演旨). 日本第四紀学会講演要旨集, 38, 68-69, 日本第四紀学会.
- Kokawa, S. (1965): Fossil endocarp of *Davidia* in Japan. Journal of Biology, Osaka City University 16, 45-51.
- 倉川 博・多摩川足跡化石調査団 (2000): 昭島市の多摩川河床に露出する加住礫層から発見されたアケボノゾウ足跡化石とその年代・古環境(ポスターセッション)(演旨). 日本第四紀学会講演要旨集 30, 102-103.
- Kuroda, T., Habe, T. (1952): Check list and bibliography of the recent marine mollusca of Japan. 210 pp.
- 増渕和夫 (1991): 多摩丘陵下部更新統上総層群稲城層の珪藻化石群集と古環境. 川崎市青少年科学館紀要 2, 1-12.
- 増渕和夫 (1995): 下部更新統上総層群飯室層の炭酸塩団塊から産出した珪藻化石群集. 川崎市青少年科学館紀要 6, 1-6.
- 増渕和夫・小出悟郎 (1987): 上総層群稲城層産の化石珪藻群集. 川崎市自然環境調査報告 1, 123-128.
- 増渕和夫・武田正倫 (1988): 多摩丘陵下部更新統連光寺互層産のヤマトオサガニ化石. 平岡環境科学研究所報告 1, 13-18.
- 増田富士雄 (1971): 多摩丘陵の地質について. 地質学雑誌 77, 153-164.
- 松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下 治・相場博明・坪内秀樹 (1991): 多摩川中流域に分布する上総層群の古環境解析とそれに基づく地質野外実習教材の開発. 多摩川環境調査助成集 13, 270 pp.
- 松川正樹・柿沼宏充・馬場勝良・大平寛人 (2006): 関東平野西縁に分布する鮮新-更新統の層序

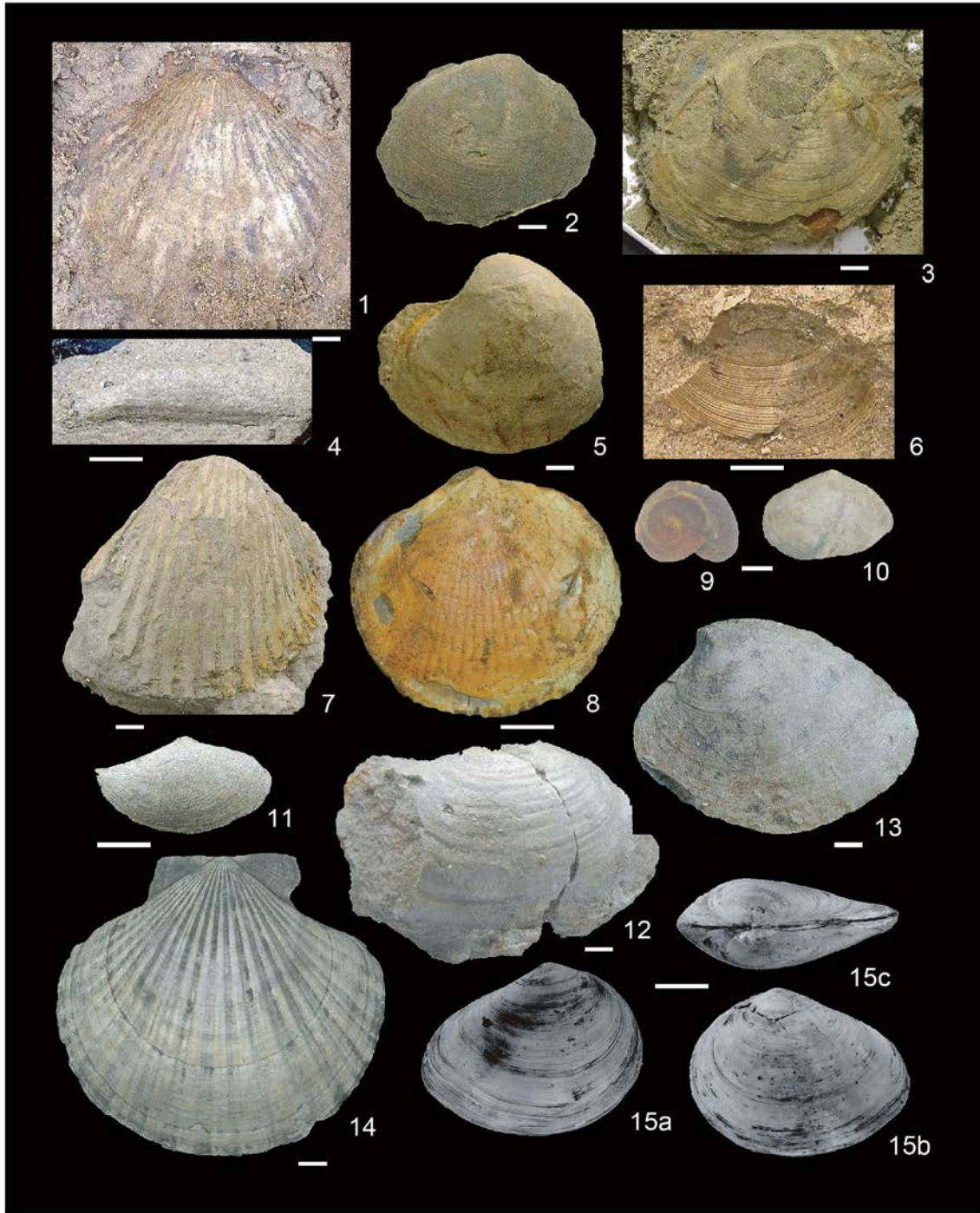
- と対比の再検討. 東京学芸大学紀要 (自然科学系) 58, 173 - 202.
- Matsukawa, M., Baba, K., Lockley, G. M. (2007): A mammalian ichnofauna from Plio-Pleistocene terrestrial deposits of west Tokyo, Japan. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin* 42, 185 - 199.
- 三土知芳 (1930): 地質図幅「八王子」(7.5 万分の1) および地質説明書. 地質調査所, 1 - 54.
- 向山崇久・福島 徹 (2007): 多摩川中流部河床の下部更新統上総層群下部より産出した鳥類足跡化石. *化石研究会会誌* 40 (1), 93 - 94.
- 向山崇久・福島 徹 (2008): 多摩川中流部河床に見られる下部更新統上総層群下部産の鳥類足跡化石. *関東の四紀* 29, 39 - 51.
- 向山崇久・松田隆夫 (1998): 多摩丘陵西縁、浅川河床の貝類化石群集と古環境. *関東の四紀* 21, 19 - 39.
- 檜原植物化石研究グループ (1967): 東京都八王子市北浅川河床に発見した新第三紀化石直立樹幹ならびにこれともなう植物群 (予報). *地質学雑誌*, 73, 441 - 442.
- 延原尊美 (1999): 陸棚-陸棚斜面における物質循環の指標としての軟体動物化石群集: 西南日本の鮮新-更新統の沖合泥質相を例に. *日本地質学会学術大会講演要旨* 106, 203.
- Ogasawara, K. (1977): Paleontological analysis of Omma fauna from Toyama-Ishikawa area, Hokuriku province, Japan. *Tohoku University, Science Report, series 2*, 47, 43 - 156, pl. 3 - 22.
- 大原 隆・高橋裕平 (1975): 黒滝層の貝化石と安野層の火山砕屑岩 (予報). *千葉大学教養部研究報告 B-8*, 115 - 129.
- 大江文雄・増渕和夫・秋葉知子 (1989): 町田市金井・川島に露出する鶴川層からの魚類耳石. *平岡環境科学研究所報告* 2, 55 - 62.
- 大久保敦 (2003): 多摩川河床に露出する上総層群から産出する植物化石. 地質野外実習地としての多摩川中流域および狭山丘陵に分布する上総層群の露頭の現状とそれに基づく教材開発. *多摩川環境調査助成集* 24 (137), 41 - 50.
- 奥谷喬司 (2000): 日本近海産貝類図鑑. 1173 pp. 東海大学出版会 (東京).
- 大森昌衛 (1989): 東京の自然をたずねて 日曜の地学-4. 236 pp. 築地書館 (東京).
- 大西 弘 (1941): 武蔵野台地西南縁部の地質に就いて. *矢部教授還暦記念論文集*, 661 - 675.
- 大沢 進 (1989): 神奈川県川崎市多摩区宿河原産 DAVIDIA の種子化石. *平岡環境科学研究所報告* 2, 97 - 110.
- 大塚弥之助 (1932): 多摩丘陵の地質 (其の一). *地質学雑誌* 39, 363 - 371.
- Otsuka, H., Hasegawa, Y. (1976): On a new species of *Elaphurus* (Cervid, Mammal) from Akishima city, Tokyo. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Series C (Geology)* 2 (3), 139 - 144, pl. 1.
- 大山 桂 (1952): 海産貝類の垂直分布について. *Venus* 17 (1), 27 - 35.
- 尾崎 博・昭島地学研究会 (1962): 東京都昭島市の鯨化石の産状について. *地質学雑誌* 68, 419.
- Sakamoto, K., Ueno, T., Kase, T. (1998): A dentary of the Flatfish *Paralichthys olivaceus* (Pisces: Pleuronectiformes) from the Pleistocene Hirayama Formation, Tokyo, Japan. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Series C (Geology)* 24, 93

- 鈴木好一 (1934): 柿生層の化石群 (1 貝類). 地質学雑誌 41, 701 - 712.
- 高桑祐司 (1997): 東京都昭島市, 下部更新統平山層から産出したシカ科化石について. 自然環境科学研究 10, 11 - 15.
- 高野繁昭 (1994): 多摩丘陵の下部更新統上総層群の層序. 地質学雑誌 100, 675 - 691.
- 高野繁昭 (2002): 南関東における上総層群中のテフラ鍵層の対比 (ポスターセッション) (演旨). 日本第四紀学会講演要旨集 32, 114 - 115.
- 武田正倫・増渕和夫 (1984): 多摩川における飯室泥岩層のイチョウガニ化石について. 川崎市青少年科学館年報 2, 27.
- 武田正倫・増渕和夫 (1985): 多摩川における飯室泥岩層産のヒラツメガニおよびエンコウガニ化石. 川崎市青少年科学館年報 3, 35 - 38.
- 多摩川足跡化石調査団 (2001): 北浅川 (東京都八王子市) の河床に露出する上総層群大矢部層 (加住礫層相当層) から発見された足跡化石群. 地学団体研究会第 55 回総会 (山形) 講演要旨集, 198.
- 多摩川足跡化石調査団・昭島市教育委員会 (2002): 東京都昭島市の多摩川河床から産出したアケボノゾウ足跡化石の発掘調査報告書, 15 pp.
- 樽 創 (1996): 東京都昭島市前期更新統平山層から産出した *Stegodon* sp. の肩甲骨と上腕骨について. 神奈川県立博物館研究報告自然科学 25, 59 - 70.
- 徳永重康 (1934): 横浜市及び神奈川県柿生村発見の象歯化石に就いて. 地学雑誌 46, 363 - 371.
- 徳永重康・郷原保真・桑野幸夫 (1949): 多摩丘陵の地質. 資源科学研究所彙報 14, 43 - 60.
- 通産省工業技術院地質調査所地質部 (1958): 地質調査所付近で発掘された象歯化石. 地質ニュース 45, 12.
- 植木岳雪・酒井 彰 (2007): 5 万分の 1 地質図幅「青梅」. 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 189 pp.
- Williams, D. F. (1989): Selected approaches of chemicalstratigraphy to time-scale resolution and quantitative dynamic stratigraphy. In Cross, T. A., ed., Quantitative dynamic stratigraphy, Prentice Hall, New Jersey, 543 - 564.
- Yokoyama, M. (1923): On some fossil mollusca from the Neogene of Izumo. Japanese Journal of Geology and Geography 2 (1), 1 - 9.
- 吉山 寛 (1968): 八王子メタセコイア化石林調査に関するノート. 八王子高等学校紀要 (1), 1 - 9.



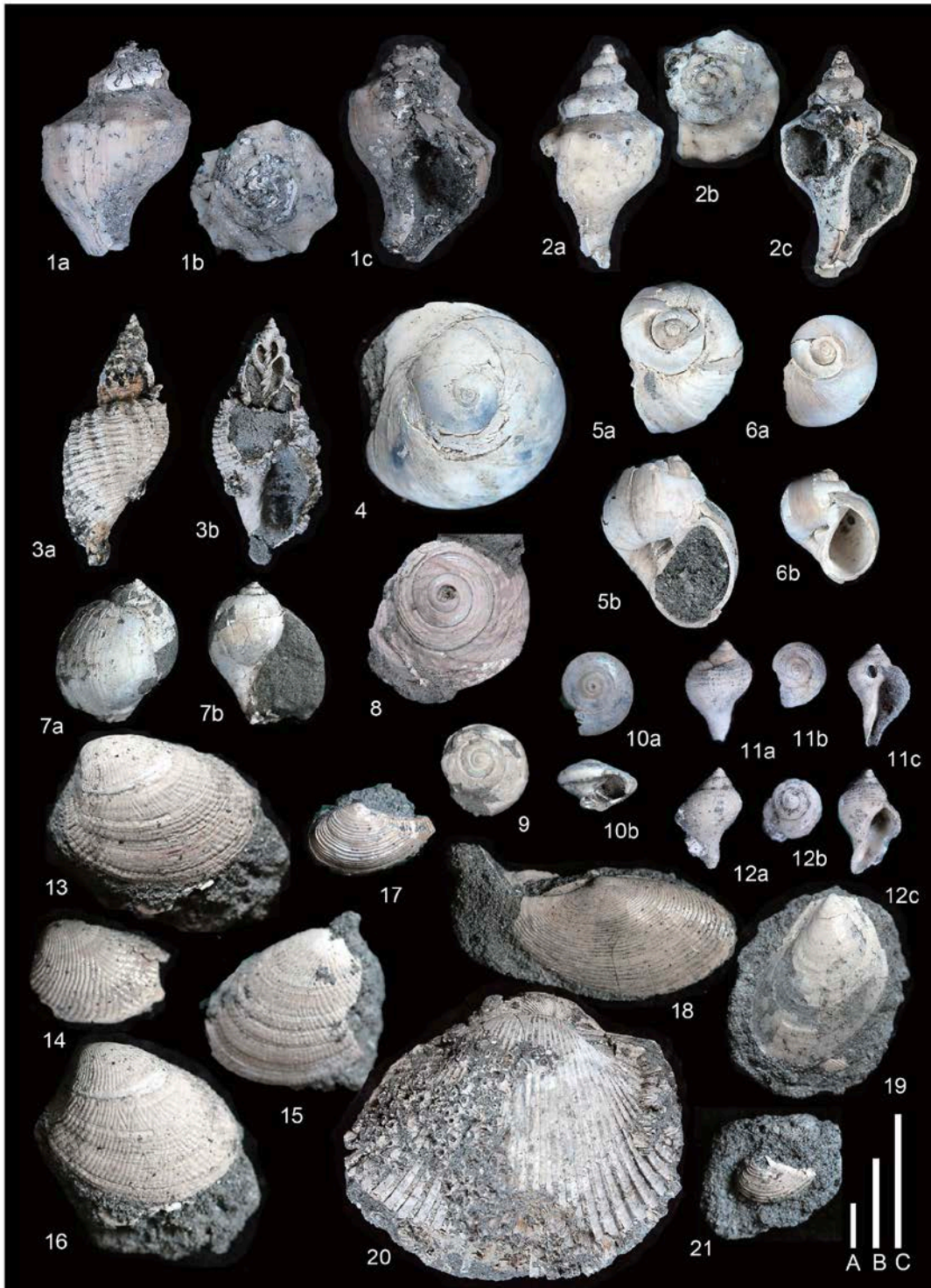
付録1. 館層・寺田層・大矢部層産の貝化石

1: ? *Nuculana* sp. (クルマシガイ), Loc. 16・M1 (殿入公園, 館層). 2: *Macoma* sp. (シラトリガイの仲間) Loc. 16・M1 (館層). 3: *Pseudocardium sachalinense* (ウバガイ), Loc. 16・M1 (館層). 4: *Pseudocardium sachalinense*, Loc. 20・M2 (新関橋, 館層). 5: *Macoma incongrua* (ヒメシラトリ), Loc. 20・M3 (新関橋, 寺田層). 6a, b: *Anodonta* aff. *kobiwakoensis* (ピワコドブガイの類縁種) Loc. 20・M3 (寺田層). 7: *Corbicula japonica* (ヤマトシジミ), Loc. 23・M5 (榛名橋, 寺田層). 8: *Ruditapes philippinarum* (アサリ), Loc. 33・M7 (八王子みなみ野, 寺田層). 9: *Ruditapes philippinarum*, Loc. 34・M9 (福昌寺, 大矢部層). 10: *Crassostrea gigas* (マガキ), Loc. 22・M4 (新田中橋, 寺田層). 11: *Macoma incongrua* (ヒメシラトリ), Loc. 34・M9 (大矢部層). 12: *Musculista senhousia* (ホトトギスガイ), Loc. 33・M7 (寺田層). 13: *Theora fragilis* (シズクガイ), Loc. 34・M9 (大矢部層). スケールバーは1 cm.



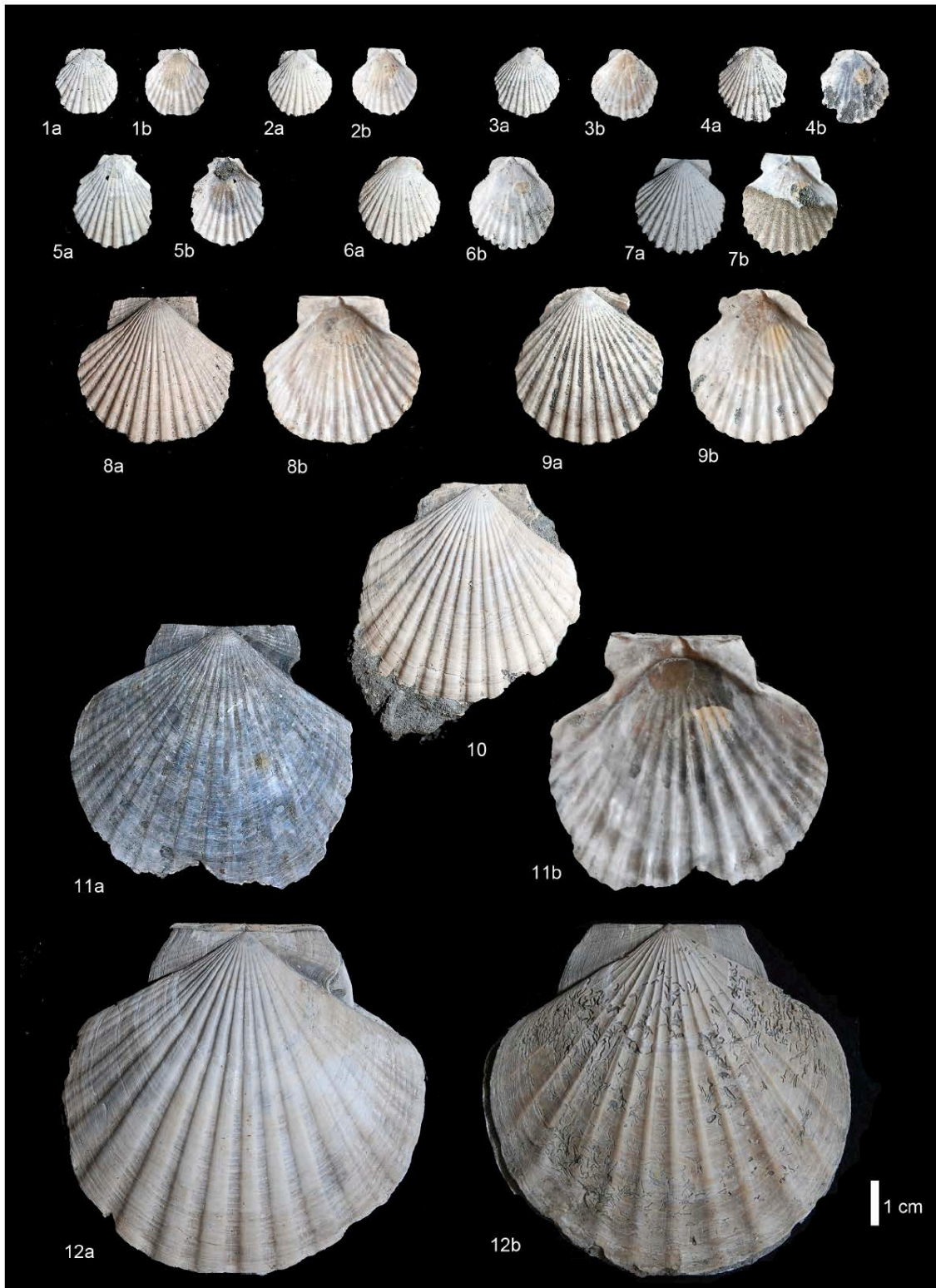
付録2. 平山層産の貝化石 1

1: *Mizuhopecten yessoensis* (ホタテガイ), Loc. 6-M11. 2: *Callithaca adamsi* (エゾヌノメアサリ), Loc. 6-M11.3: *Ezocalista brevisiphonata* (エゾワスレ), Loc. 6-M10. 4: *Solen* sp. (マテガイ), Loc. 8-M21. 5: *Pseudocardium sachalinense* (ウバガイ), Loc. 6-M11. 6: *Phacosoma japonicum* (カガミガイ), Loc. 8-M21. 7: *Fuscocardium braunsi* (ブラウンスイシカゲガイ), Loc. 7-M13. 8: *Glycymeris yessoensis* (エゾタマキガイ), Loc. 7-M14. 9: *Suchium costatum* (キサコ), Loc. 7-M14. 10: *Macoma tokyoensis* (ゴイサギ), Loc. 7-M19. 11: *Saccula confusa* (ゲンロクソデガイ), Loc. 7-M19. 12: *Panopea japonica* (ナミガイ), Loc. 7-M20. 13: *Mercenaria stimpsoni* (ビノスガイ), Loc. 7-M19. 14: *Mizuhopecten yessoensis* (ホタテガイ), Loc. M18. 15a, 15b, 15c: *Macoma hirayamaensis* (ヒラヤマシラトリ), Loc. 44-M18. スケールバーの長さは1 cm.



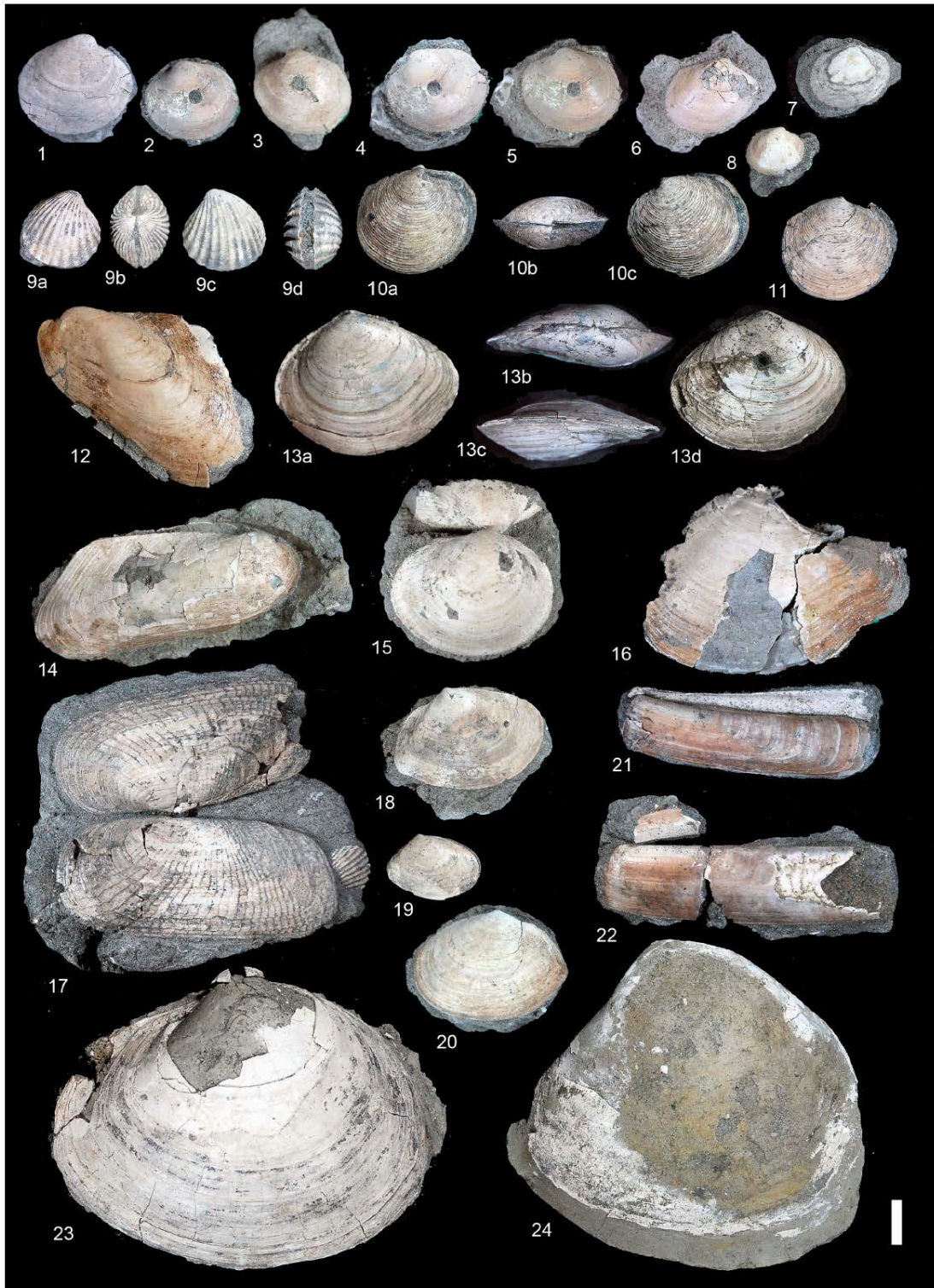
付録3. 平山層産の貝化石2

1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c: *Neptunea arthritica* (ヒメエゾボラ). 3a, 3b: *Cancellaria spengleriana* (コロモガイ). 4: *Glossaulax didyma* (ツメタガイ). 5a, 5b, 6a, 6b: *Cryptonatica andoi* (エゾタマガイ). 7a, 7b: *Volutharpa perryi* (モスソガイ). 8, 9, 10a, 10b: *Suchium costatum* (キサゴ). 11a, 11b, 11c, 12a, 12b, 12c: *Nucella* sp.. 13, 14, 15, 16: *Acila insignis* (キララガイ). 17, 21: *Nuculana yokoyamai* (アラボリロウバイ). 18: *Yoldia notabilis* (フリソデガイ). 19: *Limaria hakodatensis* (フクレユキミノガイ). 20: *Scapharca broughtonii* (アカガイ). スケールバーは1 cm. 標本は目野市郷土資料館所蔵.



付録4. 平山層産の貝化石3. 産地は平山橋.

1-12: *Mizuhopecten yessoensis* (ホタテガイ). スケールバーは1 cm. 標本は日野市郷土資料館所蔵.



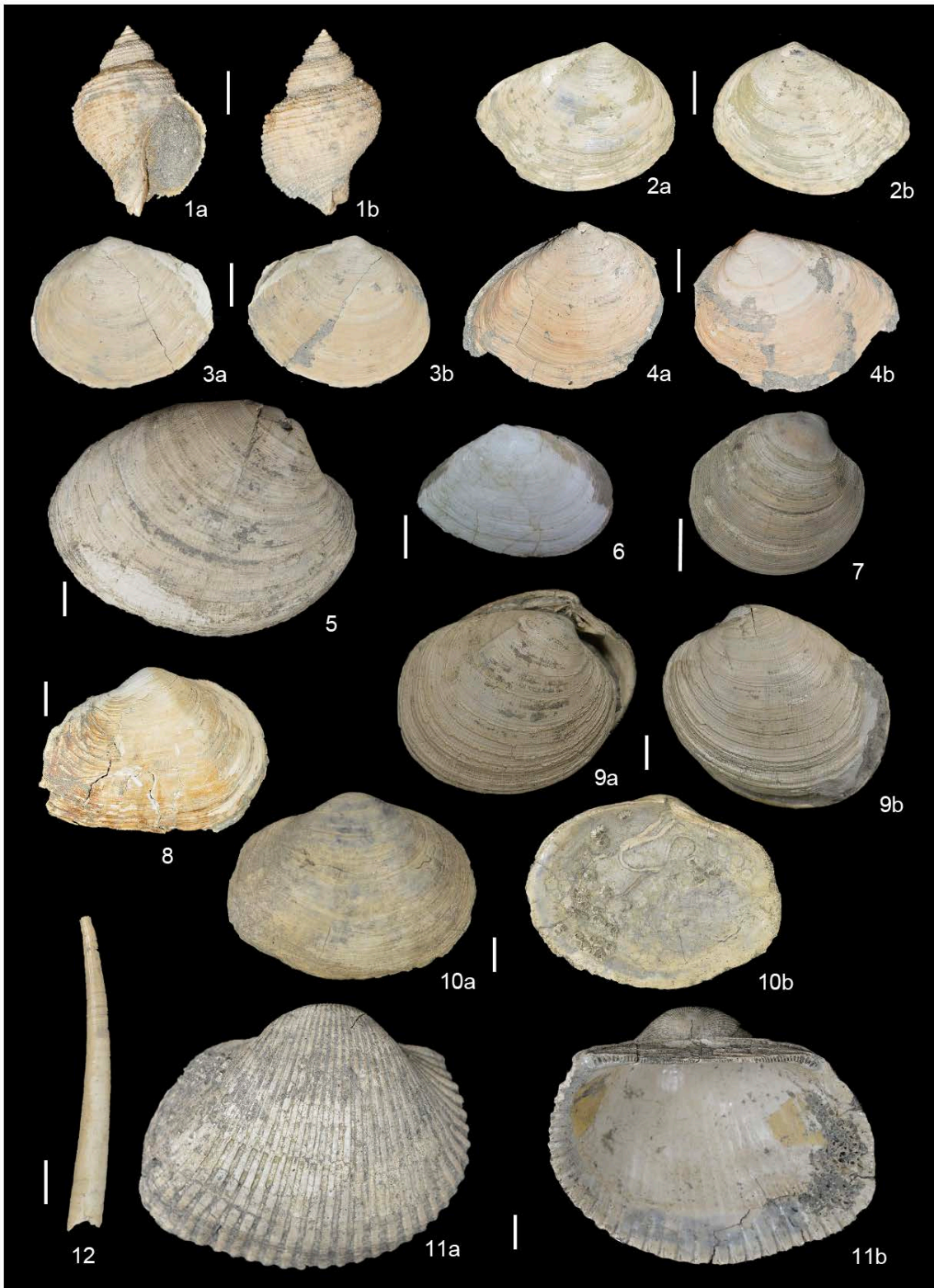
付録5. 平山層産の貝化石4. 産地は平山橋.

1-8: *Cycladicama cumingii* (シオガマガイ). 9a, 9b, 9c, 9d: *Cyclocardia ferruginea* (クロマルフミガイ). 10a, 10b, 10c, 11: *Lucinoma annulata* (ツキガイモドキ). 12: *Modiolus modiolus difficilis* (エゾヒバリガイ). 13a, 13b, 13d: *Macoma hirayamaensis* (ヒラヤマシラトリ). 14: *Modiolus elongatus* (カラスノマクラガイ). 15: *Fulvia mutica* (トリガイ). 16: *Offadesma nakamigawai* (オナガリュウグウハゴロモ). 17: *Solecultus divaricatus* (キヌタアゲマギ). 18: *Macoma sector* (サギガイ). 19, 20: *Macoma tokyoensis* (ゴイサギガイ). 21, 22: *Solen krusensterni* (エゾマテガイ). 23: *Coelomactra antiquata* (アリソガイ). 24: *Pseudocardium schalinense* (ウバガイ). スケールバーは1cm. 標本は日野市郷土資料館所蔵.



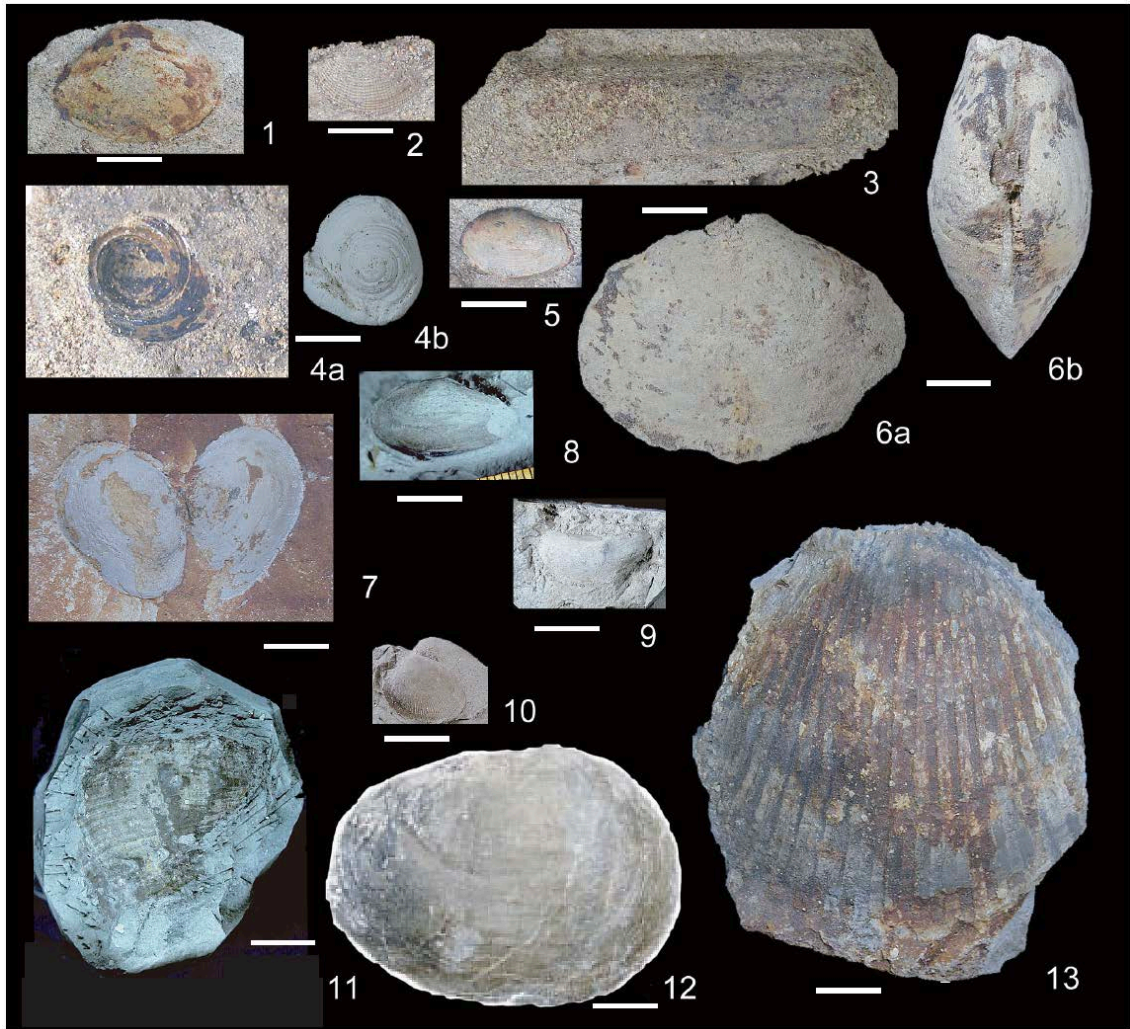
付録6. 平山層産の貝化石5. 産地は平山橋下浅川河床.

1, 2: *Nuculana yokoyamai* (アラボリロウバイガイ) . 3: *Cycladicama cumingii* (シオガマガイ) . 4: *Ennucla tenuis* (コグルミガイ) . 5: *Felaniella usta* (ウソシジミ) . 6, 7: *Myadora japonica* (ヒロカタビラガイ) . 8: *Cycladicama cumingii* (シオガマガイ) . 9: ? *Panopea japonica* (ナミガイ) . 10: *Callithaca adamsi* (エゾヌノメガイ) . 11a, 11b: *Paphia schnelliana* (オオスダレガイ) . 12a, 12b: *Crassostrea gigas* (マガキ) . 13: *Antalis weinkauffi* (ツノガイ) . 14: *Tresus keenae* (ミルクイガイ) . 15: *Atrina pectinata* (タイラギ) . スケールバーは1 cm. 標本は日野市郷土資料館所蔵.



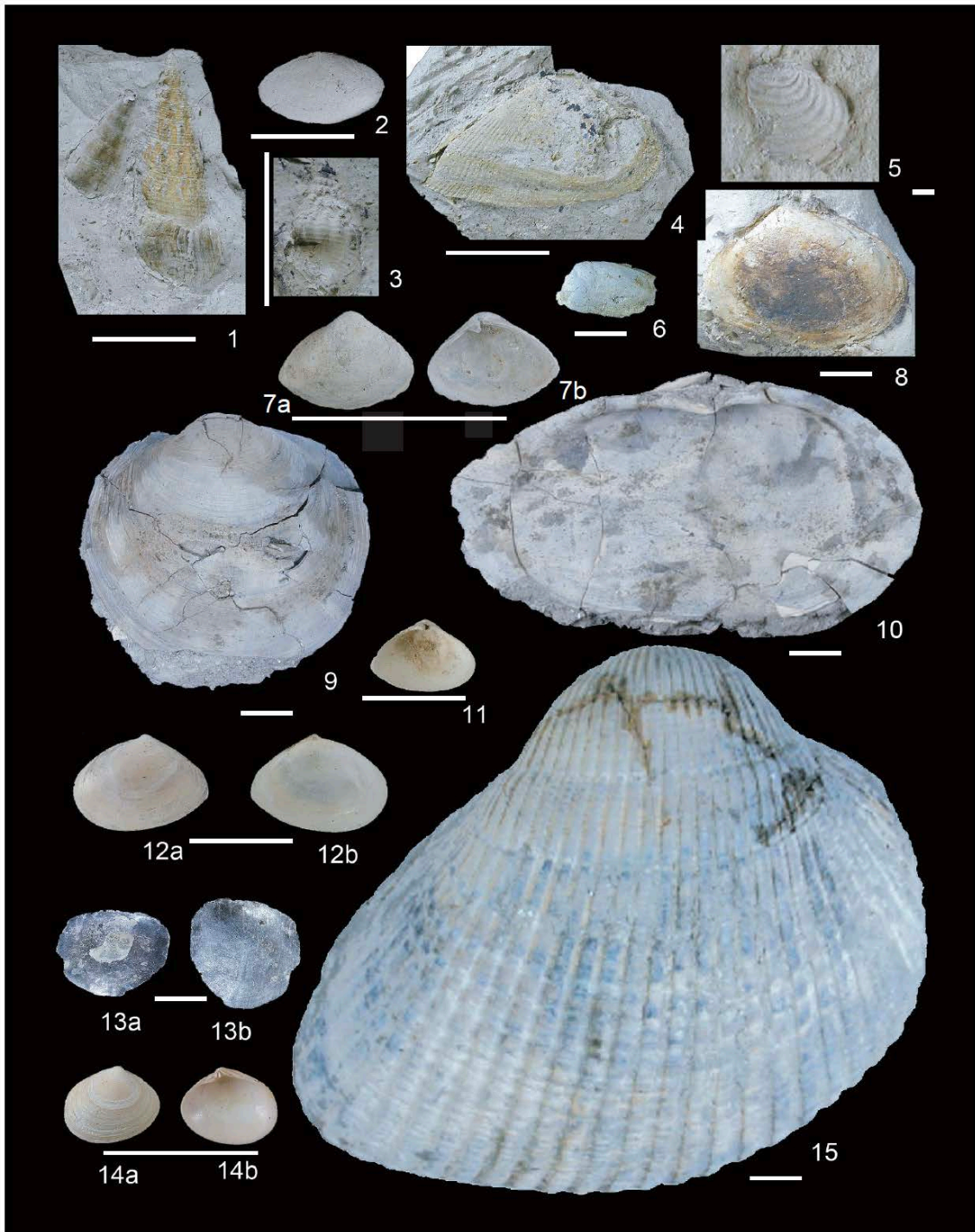
付録7. 平山層産の貝化石6. 産地は平山橋下浅川河床.

1: *Nucella* sp. 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b: *Macoma hirayamensis* (ヒラヤマシラトリ). 5: *Mercenaria stimpsoni* (ビノスガイ). 6: *Macoma tokyoensis* (ゴイサギ). 7: *Phacosoma japonicum* (カガミガイ). 8: *Mya truncata* (エゾオオノガイ). 9a, 9b: *Callithaca adamsi* (エゾヌノメアサリ). 10a, 10b: *Thracia kakumana* (スエモノガイ). 11a, 11b: *Scapharca broutonii* (アカガイ). 12: *Antalis weinkauffii* (ツノガイ). スケールバーは1 cm. 標本は日野市郷土館所蔵.



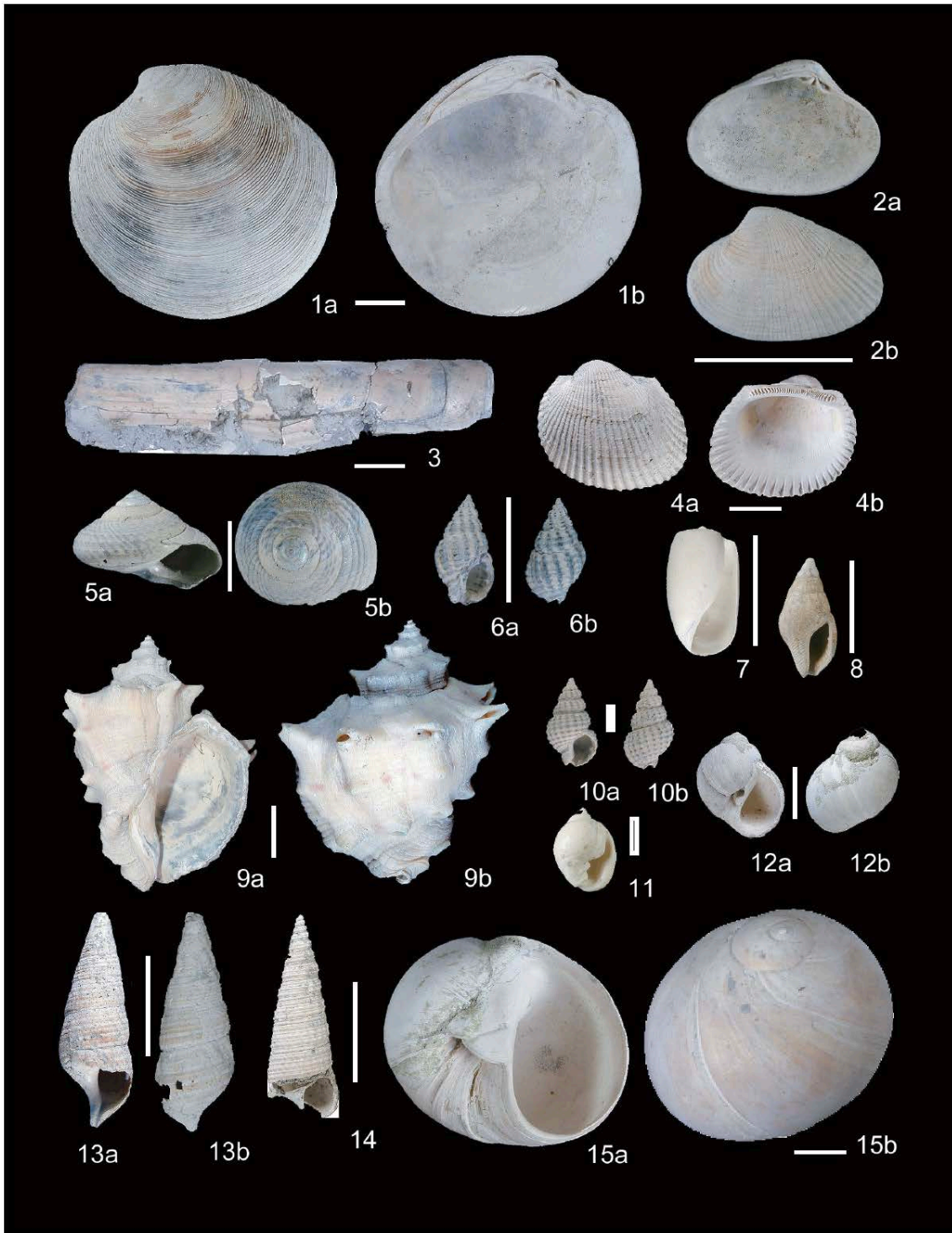
付録8. 小山田層産の貝化石.

1: *Macoma incongrua* (ヒメシラトリ), Loc. 9 - M26. 2: *Ruditapes philippinarum* (アサリ), Loc. 9 - M26. 3: *Solen krusensternii* (エゾマテガイ), Loc. 9 - M26. 4a, 4b: *Suchium costatum* (キサコ) [粘土型], Loc. 9 - M26. 5: *Cryptomya busoensis* (ヒメマスオガイ), Loc. 9 - M26. 6a, 6b: *Mya arenaria oonogai* (オオノガイ), Loc. 9 - M26. 7: *Macoma incongrua* (ヒメシラトリ), Loc. M25. 8: *Potamocorbula amurensis* (ヌマコダキガイ), Loc. 9 - M25. 9: *Musculista senhousia* (ホトトギスガイ), Loc. 9 - M25. 10: *Ruditapes philippinarum* (アサリ), Loc. 9 - M25. 11: *Rapana venosa* (アカニシ), Loc. 9 - M25. 12: *Panopea japonica* (ナミガイ), Loc. 9 - M25. 13: *Scapharca broughtonii* (アカガイ), Loc. 9 - M25. スケールバーの長さは1 cm.



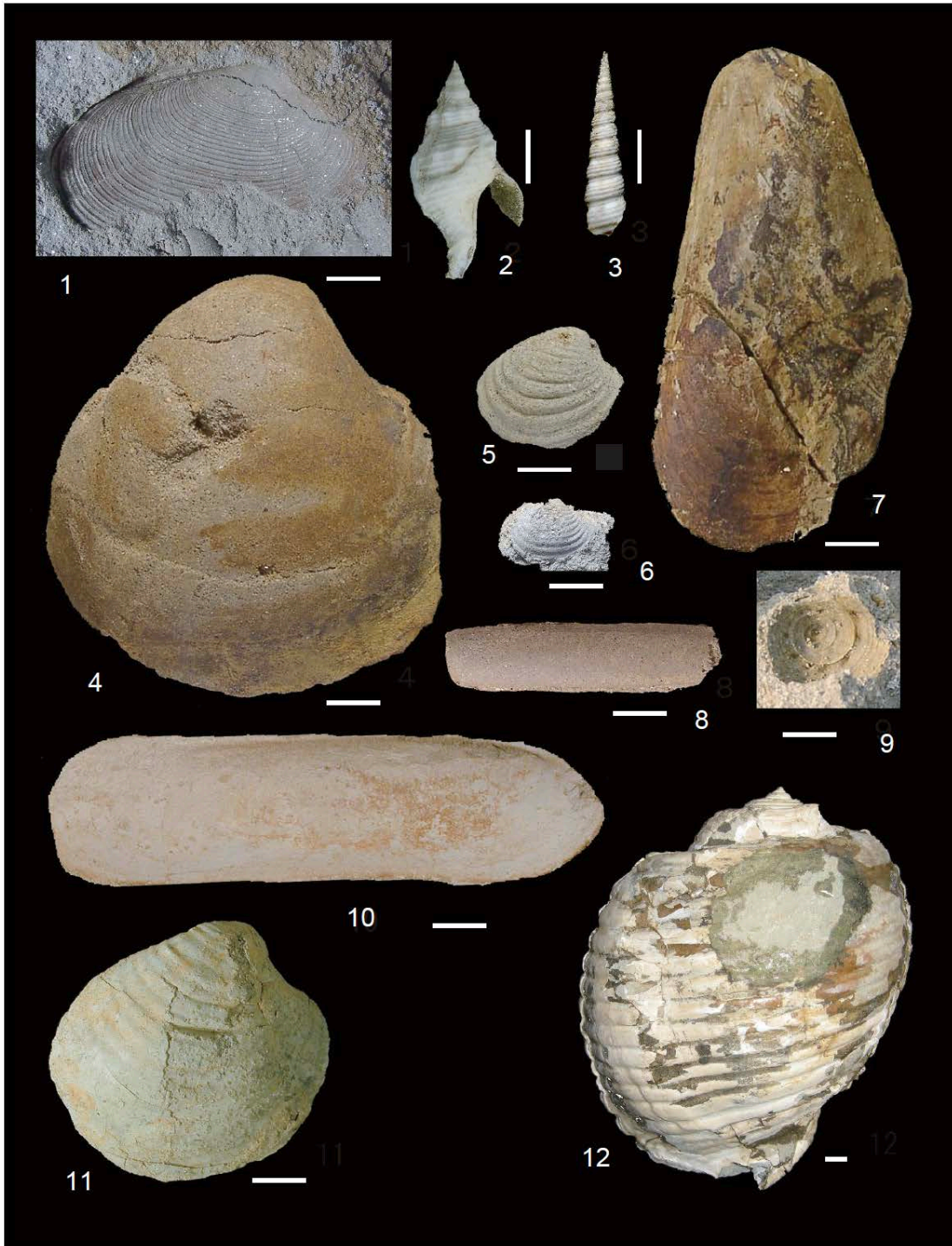
付録9. 連光寺層産の貝化石 1.

1: *Batillaria zonalis* (イボウミノナ), Loc. 10・M35. 2: *Theora fragilis* (シズクガイ), Loc. M35. 3: *Reticunassa festiva* (アラムシロ), Loc. 10・M35. 4: *Arca boucardi* (コベルトフネガイ), Loc. 10・M35. 5: *Raetellops pulchellus* (チヨノハナガイ), Loc. 10・M35. 6: *Trapezium liratum* (ウネナシトマヤガイ), Loc. 10・M35. 7a, 7b: *Potamocorbula amurensis* (ヌマコダキガイ [左殻; a: 外殻, b: 内殻], Loc. 10・M37. 8: *Macoma incongrua* (ヒメシラトリ), Loc. 10・M35. 9: *Anodontia stearnsiana* (イセシラガイ), Loc. 10・M37. 10: *Mya arenaria oonogai* (オオノガイ), Loc. 10・M37. 11: *Potamocorbula amurensis* (ヌマコダキガイ [右殻]), Loc. 10・M37. 12a, 12b: *Macoma tokyoensis* (ゴイサギ), Loc. 10・M37. 13a, 13b: *Anomya chinensis* (ナミマガシワ), Loc. 10・M37. 14a, 14b: *Ezocallista brevishiphonata* (エゾワスレ), Loc. 10・M37. 15: *Scapharca broughtonii* (アカガイ), Loc. 10・M37. スケールバーの長さは1 cm.



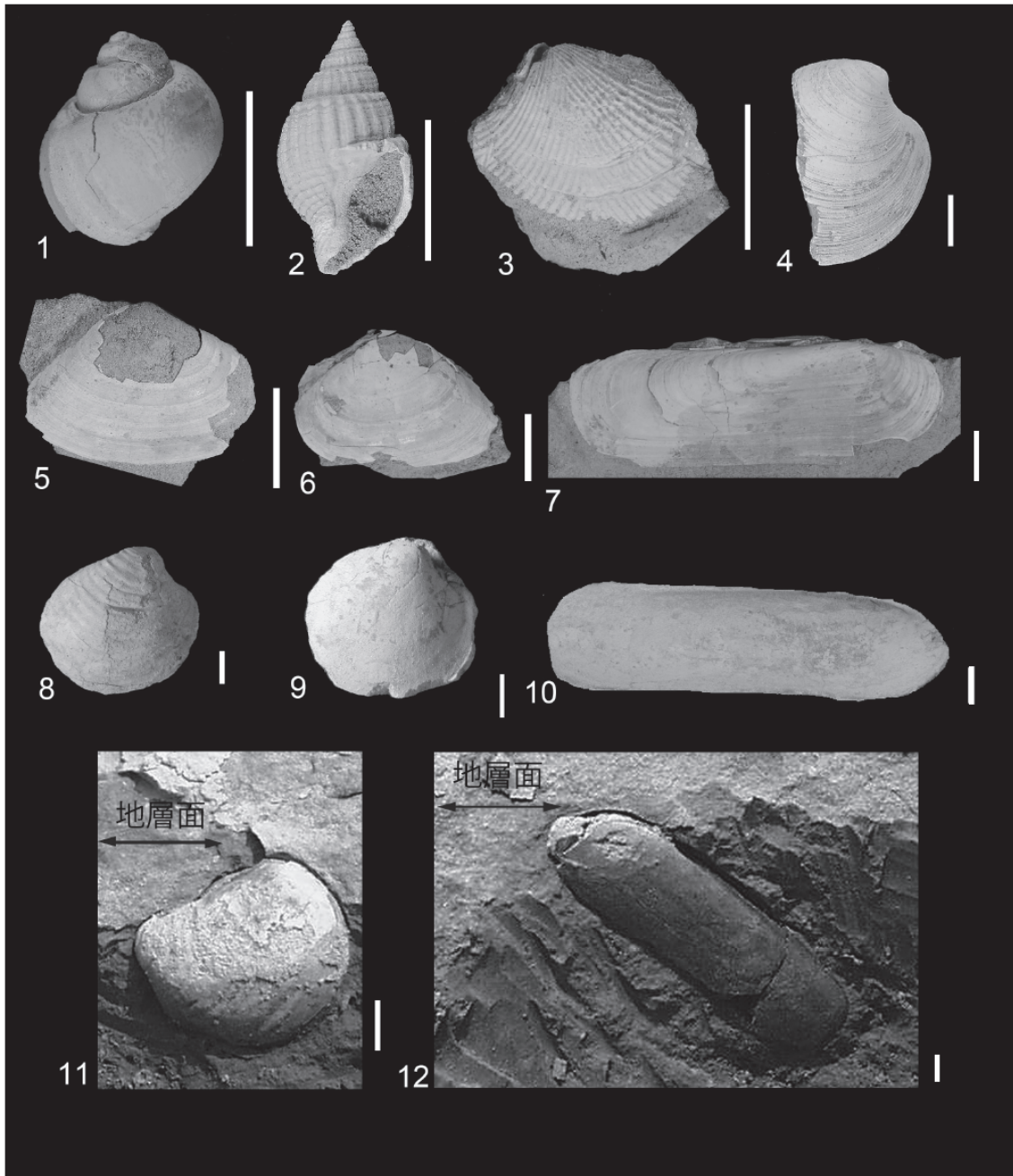
付録10. 連光寺層産の貝化石2.

1a, 1b: *Phacosoma japonicum* (カガミガイ), Loc. 10-M37. 2a, 2b: *Ruditapes philippinarum* (アサリ), Loc. 10-M37. 3: *Solen strictus* (マテガイ), Loc. 10-M37. 4a, 4b: *Scapharca kagoshimensis* (サルボウガイ), Loc. 10-M37. 5a, 5b: *Suchium costatum* (キサゴ), Loc. 10-M37. 6a, 6b: *Reticunassa festiva* (アラムシロ), Loc. 10-M37. 7: *Acteocina delicatula* (ヒラマキコメツブガイ), Loc. 10-M37. 8: *Mitrella bicincta* (ムギガイ), Loc. 10-M37. 9a, 9b: *Rapana venosa* (アカニシ), Loc. 10-M37. 10a, 10b: *Reticunassa japonica* (キヌボラ), Loc. 10-M37. 11: *Ringicula doliaris* (マメウラシマ), Loc. 10-M37. 12a, 12b: *Euspila pila* (タマツメタ), Loc. 10-M37. 13a, 13b: *Batillaria zonalis* (イボウミニナ), Loc. 10-M37. 14: *Rhinoclavis kochi* (カニモリガイ), Loc. 10-M37. 15a, 15b: *Glossaulax didyma* (ツメタガイ), Loc. 10-M37. 白のスケールバーの長さは1cm, 黒抜きのスケールバーの長さは1mm.



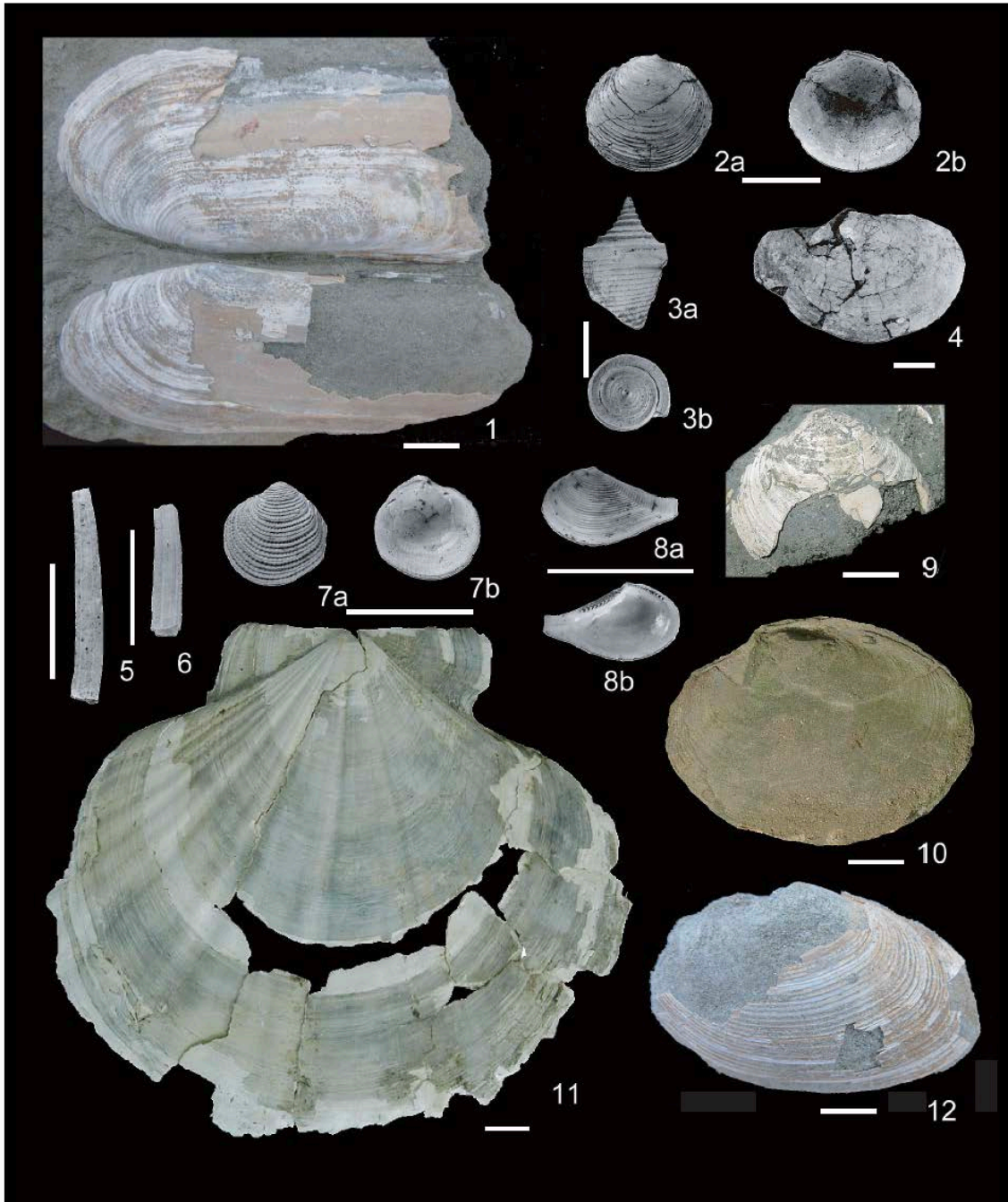
付録 11. 稲城層・飯室層産の貝化石

1: *Paphia scheneriana* (オオスダレガイ), Loc. 102-M79 (稲城層). 2: *Siphnalia cassidariaeformis* (ミクリガイ) [シリコン型], Loc. 102-M79 (稲城層). 3: *Turritella ikebei* (イケベキリガイダマシ) [シリコン型], Loc. 102-M79 (稲城層). 4: *Pseudocardium sachalinense* (ウバガイ), Loc. 102-M79 (稲城層). 5: *Clementia vatheleti* (フスマガイ), Loc. 102-M79 (稲城層). 6: *Raetellops pulchellus* (チヨノハナガイ), Loc. 102-M79 (稲城層). 7: *Modiolus kurilensis* (エゾヒバリガイ), Loc. 70-M84 (稲城層). 8: *Solen krusensternii* (エゾマテガイ), Loc. 102-M79 (稲城層). 9: *Suchium costatum* (キサゴ), Loc. 102-M79 (稲城層). 10: *Cultellus otukai* (オオツカユキノアシタ), Loc. 126-M96 (飯室層). 11: *Clementia vatheleti* (フスマガイ), Loc. 126-M96 (飯室層). 12: *Tonna luteostoma* (ヤツシロガイ), Loc. 126-M96 (飯室層). スケールバーの長さは1cm.



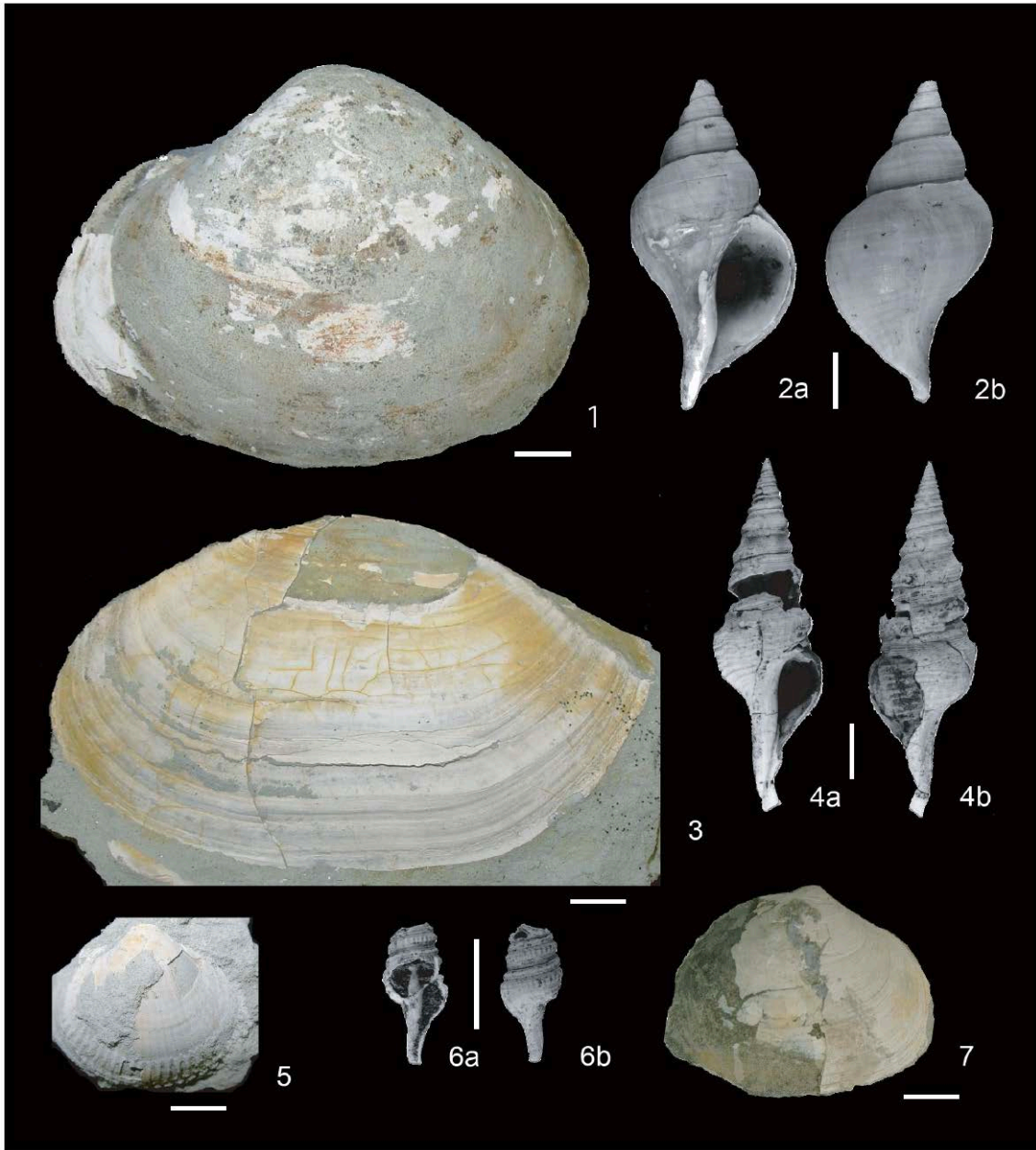
付録12. 飯室層から産出する貝化石。産地は全て宿河原の多摩川河床。

1: *Cryptonaica andoi* (エゾタマガイ) . 2: *Zeuxis castus* (ハナムシロ) . 3: *Acila divaricate* (オオキララガイ) . 4: *Phacosoma japonicum* (カガミガイ) . 5: *Mastrinula dolabrata* (ソリタママギ) . 6: *Mastrinula dolabrata* (ソリタママギ) . 7: *Cultellus otukai* (オオツカユキノアシタ) . 8: *Clementia vatheleti* (フスマガイ) . 9: *Phacosoma japonicum* (カガミガイ) 10: *Cultellus otukai* (オオツカユキノアシタ) . 11: *Clementia vatheleti* の産状. 12: *Cultellus otukai* の産状. スケールは全て1 cm.



付録13. 鶴川層産の貝化石.

1: *Cultellus otsukai* (オオツカユキノアシタガイ) Loc. 98 - M60 (川井田M). 2a, 2b: *Gonymirtea crassiuscula* (キヌハダツキガイモドキ), Loc. 97 - M57. 3a, 3b: *Conasprella cf. pagodus* (ヒシイモ), Loc. 97 - M57 (岡上). 4: *Offadesma nakamigawai* (オナガリユウグウハゴロモガイ), Loc. 97 - M57. 5: *Entalinopsis habutae* (ハブタエツノガイ), Loc. 97 - M57. 6: *Entalinopsis intercostatus* (ユキツノガイ), Loc. 97 - M57. 7a, 7b: *Bellucina civica* (ムツキウメ), Loc. 97 - M57. 8a, 8b: *Nuculana yokoyamai* (アラボリロウバイ), Loc. 97 - M57. 9: *Phacosoma japonicum* (カガミガイ), Loc. 98 - M62 (睦橋). 10: *Periploma plane* (リュウグウハゴロモガイ), Loc. 90 - M49 (山崎). 11: *Mizuhopecten tokyoensis* (トウキョウホタテ), Loc. 98 - M58 (大正橋). 12: *Paphia scheneriana* (オオスダレガイ), Loc. 98 - M60. スケールバーは1 cm.



付録14. 柿生層産の貝化石。

1: *Pseudocardium sachalinense* (ウバガイ), Loc. 117-M64 (子の神C). 2a, 2b: *Neptunea fukueae* (ユウビエゾボラ), Loc. 115-M67 (万福寺). 3: *Panopea japonica* (ナミガイ), Loc. 117-M64. 4a, 4b: *Gemmula unedo* (ホンカリガネ), Loc. 115-M67. 5: *Clinocardium californiense* (エゾイシカゲガイ), Loc. 117-M64. 6a, 6b: *Gemmula rarimaculata* (トビフクダマキ), Loc. 115-M67. 7: *Macoma calcarea* (ケショウシラトリ), Loc. 117-M64. スケールバーの長さは1 cm.

浅海生軟体動物化石群集における巻貝の捕食戦略：
関東平野西縁部の下部更新統を例として

松川正樹¹・赤塚里子²・馬場勝良³

1. 東京学芸大学・環境科学分野
2. 江戸川区立上小岩小学校
3. 岐阜聖徳学園大学・教育学部

この論文は、東京学芸大学紀要 自然科学系 第68集, p. 191–201, 2016年から出版された。

要旨

二枚貝化石や巻貝化石の貝殻の表面には、肉食性の巻貝により開けられた捕食孔がしばしば見られる。貝殻に開けられた捕食孔から、孔を開けた巻貝の摂食戦略を読み取ることを試みた。関東平野西縁部に分布する下部更新統上総層群の平山層と連光寺層下部の日野市平山橋と日野市の多摩川河床からそれぞれ産出する保存の良い貝殻化石群集を対象にした。平山橋の平山層は11種の巻貝化石、33種の二枚貝化石と1種の堀足類からなり、日野市多摩川河床の連光寺層は8種の巻貝化石と10種の二枚貝化石から成る。化石群集の構成と捕食孔の特徴から、捕食者をNaticidae (タマガイ科) の *Cryptonatica andoi* (エゾタマガイ) と *Glossaulax didyma* (ツメタガイ) と推定した。そして、捕食者の捕食戦略は、(1) 著しく殻が厚い、表面に著しい装飾のある、または表面が滑らかな種は捕食しなかった、(2) 捕食者は軟体部で包み込めるように、自身の大きさに見合った大きさの個体を捕食した、(3) タマガイ科巻貝の生活範囲内の海底表面もしくは海底面から浅い位置に生息する貝類を捕食した、そして(4) 二枚貝化石の殻に穴が空いている位置は、殻が膨らんだ場所に集中する傾向にある。これは、捕食者の捕食効率を上げるためと思われると解釈した。

東京都の地下に分布する鮮新—更新統の貝形虫化石と堆積環境

林 慶一¹

1. 甲南大学理工学部

1. はじめに

関東平野西縁部に分布する鮮新—更新統は、陸成から浅海層の環境からなり、関東平野の南東部に分布する深海相の環境を合わせると、当時の陸域から深海域への環境が復元される。貝形虫は多様な環境に生息する。そのため貝形虫化石により関東平野の西縁部から南東部の陸域から深海域の環境を復元し、その層序的变化を解析することが可能になる。この地域の鮮新—更新統は、関東平野の西縁部と南東部では地表に分布するが、それらの中間に位置する武蔵野台地と東京低地では地下に分布する。そのため、これまでこの地域の鮮新—更新統に関しては不明であった。この研究では、東京都土木人材育成センターが所有する東京都の各地で掘削されたボーリング試料を用いて武蔵野台地と東京低地の地下に分布する鮮新—更新統の岩相層序区分と対比をした。本論では、貝形虫化石と有孔虫化石について研究し、産出種とそれに基づき環境を考察する。

2. 目的

貝形虫は、カンブリア紀に出現した体長 1mm 前後の甲殻類で、海から淡水さらに湿った土壌や滝のしぶきのかかる葉上など、地球上の液体の水の存在するほとんどすべての環境に適応して、おびただしい種を生みながら進化してきた。貝形虫の体の構造は、同じ甲殻類のカニの甲羅にあたる部分を正中線で2つに割って、下方に折り曲げて左右から軟体部を包み込んだ構造をなしている。したがって、この殻の表面には数種類の微小な穴が空いており、体の内部構造や細胞の配置に対応する形で、さまざまな種類の多数の感覚毛がそこを通過して外に繋がっている。このため小さい化石であるにもかかわらず複雑な構造を持っていることから、地層堆積時に生息していた種を正確に区別することができ、それゆえ地層の堆積時の環境を推定する上で重要な記録の一つとなっている。そこで、ここでは、東京の地下のボーリング試料から貝形虫化石を抽出して、古環境についてのいくつかの考察を試みる。

3. 方法

貝形虫化石は、殻が溶けてもモールドとして保存されるが、堆積環境を調べるためにはある程度の個体数が必要となるため、ボーリング試料の小さな断面に現れるモールドでは難しい。したがって、ある程度の個体数を確保するために堆積物から分離・抽出することになるが、それには地下水等によって二次的に殻が溶けていないことが必須条件となる。肉眼では確認できないサイズの貝形虫化石について、その石灰質が保存されているには、ボーリング試料中で石灰質の貝化石が保存されていることが不可欠である。そこで貝化石の良く保存されている層準を、適当な間隔を置いて選定し、抽出用の試料とした。

試料は軟質のものはそのまま手でもみほぐして、貝形虫化石より小さい堆積物粒子を 200 メッシュの篩上で水洗して、その残渣を乾燥して実体顕微鏡下で堆積物中から貝形虫化石を探してピ

ッキングした。硬質の試料の場合は、60°Cに設定した定温乾燥器で1日以上乾燥させた後、ナフサを浸透させ、それを沸騰水の中に入れて、数時間煮沸した。これにより堆積物の間に浸透したナフサが爆発的に気化し、それによって固結した堆積物を内部から粉碎する。この処理は同時に、表面に複雑な凹凸を持つ貝形虫の殻に付着した泥質堆積物を除去するクリーニング効果があるので、軟質の試料についても行った場合がある。粉碎された試料は、軟質の試料の場合と同様に水洗処理して検鏡・ピックアップした。

膨大な数の試料を短期間で処理して、貝形虫化石の時空分布の概要を把握するため、今回の処理では篩上の残渣を乾燥用の器に入れた段階で、多くの場合に容器を振とうして密度の小さい石灰質化石を堆積物表面に浮かせて、それをスポイトで吸い取ることを数回繰り返すという方法をとった。この方法では、何度振とうさせても浮き上がらなかったものについてはピックアップ漏れが生じるため、厳密な処理には向かないが、時間を大幅に節約することができる。この方法で抽出した貝形虫化石と、同じ処理で同時に得ることのできる有孔虫化石の産出状況を表に示す。

4. 結果と考察

用いたボーリング試料は、小金井試錐を中心に、西方の立川試錐、南西の多摩試錐、北方の東久留米試錐、東方の杉並試錐のほか、より南方の町田南試錐、より東北東の舎人試錐である。採集したボーリング試料中の層準は、深さ(m)で示し、松川ほか(本報告書)によって区分されている地層単元も示した。

貝形虫には属レベルで生息場所が特定の環境に限られるものがある。*Hemicytherura* 属はその代表で、潮間帯に生息する(Tanaka, 2011)ため、これが含まれる堆積物の堆積環境を明確に示す。立川試錐の233 m層準の東久留米層、小金井試錐の333 mおよび374 m層準の東久留米層、東久留米試錐の376 m層準の東久留米層、舎人試錐の528 m層準の東久留米層は、潮間帯の環境が直近にあったと解釈される。しかし、潮間帯では一般に細粒砂より細粒の堆積物は堆積しないが、これらの試料はすべて細粒砂～シルトであることから、比較的近くに存在した潮間帯に生息していた*Hemicytherura*の殻が死後に潮下帯以深へ運ばれて堆積した可能性が高い。実際、これらの層準の他の貝形虫および有孔虫は浅海的环境を示しており、潮下帯の堆積環境と解釈される。また、東久留米試錐の333 m層準を除く前記4つの試料では、内湾に生息する*Bicornucythere bisanensis*が優占種または従属種として豊富に含まれており、これらの事実を併せて考えると堆積環境としては、内湾の海岸線に隣接する浅海部が推定される。

広く浅海環境を示す東久留米層を、貝形虫の属レベルでの構成種の違いに基づいて地理的に比較すると、西方の立川試錐、小金井試錐、東久留米試錐の東久留米層には*Bicornucythere bisanensis*が圧倒的に多数生息していたのに対して、東北東の舎人試錐の東久留米層では*Finmarchinella*属と*Aurila*属が*Bicornucythere*属よりも豊富に生息していたという、顕著な違いが見られる。後者の*Finmarchinella*属と*Aurila*属は、北海道や東北の浅海層から多数報告されており(例えば、Hayashi, 1988)、寒冷な気候を示唆すると解釈される。第四紀における海面の変動は、氷河気候によるものと考えられているが、貝形虫群集の違いが示すこの東北東側のやや寒冷な環境の存在は、上総層群の堆積盆地内で、東久留米層の堆積の時代には、東北東寄りの海域は寒流の影響を強く受けていたことを示している。

また、同じ東久留米層の浅海環境でも、貝形虫群集の多様性には大きな幅が見られる。多様度の高い立川試錐の234 m層準では、腹側(下側)の平らな殻形態を持つ*Semicytherura asagao*,

Hanaiborchella triangularis, *Cytheropteron* cf. *sawanense*, *Semicytherura miurensis*などが加わっていることが原因である。これらの種の腹側の平坦面は、機能形態学的に現生種での観察などからアマモ場における低エネルギーの砂底面上での生活に適応したため（神谷，1989）と考えられるので、一般に多様性の高い浅海環境の中でも、アマモ場などの生物生産性の高いところがより大きな多様性をもたらしたと考えられる。また、アマモは水深 20 m位までのところにしか生育できないので、これよりも浅い堆積環境が推定される。

東久留米層の下位の北多摩層は、海進の進んだ時代で水深が深かったために一般に貝形虫化石は乏しいが、群集としては極めて大きな違いが認められる。まず、北多摩層のみから産出する種として *Acanthocythereis dunelmensis* がある。これは、殻の全面に長い管状の棘が密集しているという極めて特異な形態をしている種で、深くて酸素の乏しい泥質堆積物の表層で生活するための適応の可能性を考えることができる。*Acanthocythereis dunelmensis* の生息環境についてはこれまであまり知られていなかったが、他の多くの属・種にとって進出が難しかった深い深度まで生息環境を広げたことが今回のデータで明らかになった。また、他の種を伴わずにこの種が産出する場合には、貝化石等が得られない層準のボーリング試料についても、水深の深い環境が推測できることが明らかになってきた。

北多摩層の深い環境下では、一般に多様性が低いが、表に示したように町田南試錐と杉並試錐の北多摩層から、同じ石灰質の有孔虫化石が産出することから地下水による石灰分の溶出は考えられないにもかかわらず、貝形虫は発見できなかった。小金井試錐を基準としてみたとき、これらは東方と南方にあたる。上総層群の堆積相から見て当時の海は東方と南方に向かっていて開いていたと推定することが可能であるが、陸から離れた外洋域に向かって生息する貝形虫は少なくなったと考えられる。

貝形虫の情報に有孔虫の情報を加えると、これら貝形虫の乏しくなる沖合についての環境を補充することができる。例えば、葉とその葉脈に似た特異な形態の *Bolivina* 属は比較的冷たい海水に生息する（Howard and Brasier, 2004）ので、本属を含む北多摩層の堆積時には少なくとも海底は寒冷だったこと、東久留米層の堆積の時代にも、小金井試錐の 329 m層準に見られるように、一時的に寒冷だったことも明らかになった。実際この層準から、有孔虫は得られているにもかかわらず、貝形虫は発見できなかった。巻貝状の独特の形態を持つ *Bulimina* 属も同じく冷たい海水環境を示し（Howard and Brasier, 2004）、多くは北多摩層から産するが、立川試錐、小金井試錐、東久留米試錐の東久留米層のいくつかの層準から産出する。*Uvigerina* 属は、これらよりもさらに冷たい極域の寒冷な環境に生息する（Howard and Brasier, 2004）ことが知られている。この属は東久留米試錐の 921m層準と町田南試錐の 503m層準のみから知られており、東久留米層の中でも寒冷のピークを示すものと解釈される。

5. さいごに

貝形虫が古環境の推定にどのように、またどの程度有効であるかを把握するため、今回の研究では短期間に概要を把握することとした。このため、貝形虫および有孔虫の抽出・同定は、暫定的なレベルにとどまっているものも少なくないので、今後の研究において、より正確なデータに基づく古環境復元を行う。それが可能かつ有効であることが、本報告に記した予察的な研究で明らかとなった。

引用文献

- Hayashi, K. (1988) : Pliocene-Pleistocene Palaeoenvironment and Fossil Ostracode Fauna from the southwestern Hokkaido, Japan. *In* T. Hanai et al.[eds.] Evolutionary biology of ostracoda. Kodansha, Tokyo, Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo, 557 - 568.
- Howard A., Brasier. M. (2004) : Micorfossils. Wiley-Blackwell, New Jersey, 306 p.
- 神谷隆宏 (1989) : 藻場の介形虫の機能形態-特に生殖行動との関連について-. 日本ベントス研究会誌 35 / 36, 75 - 88.
- Tanaka, G. (2011) : Reclassification of the genus *Hemicytherura* (Crustacea, Ostracoda) from Japan and the surrounding regions. Bulletin of Gunma Museum of Natural History 15, 19 - 42.

表. 貝形虫化石と有孔虫化石の産出.

種名	多摩		立川		小笠原		相模原		相模原		相模原		相模原		相模原	
	80	220	237	232	223	234	247	249	309	324	36	38	241	306	329	333
<i>Oryzopsis</i> sp.																
<i>Aurilla gemifera</i>																
<i>Firmachinitella cf. japonica</i>																
<i>Buccinulites bisanensis</i>																
<i>B?</i>																
<i>BT?</i>																
<i>Spindlers</i>																
<i>Spindlers</i> <i>quadriscissus</i>																
<i>Spindlers</i> <i>trispinosus</i>																
<i>Chilostoma</i> <i>trispinosus</i>																
<i>Chilostoma</i> <i>trispinosus</i>																
<i>Chilostoma</i> <i>trispinosus</i>																
<i>Chilostoma</i> <i>trispinosus</i>																
<i>C.</i>																
<i>C.</i>																
<i>Munakayella</i> <i>hatazutsensis</i>																
<i>M.</i>																
<i>M.</i> <i>tumida</i>																
<i>Aliphalidensis</i> <i>nipponica</i>																
<i>Tricyclidites</i> sp.																
<i>Acanthocythere</i> <i>daitenensis</i>																
<i>Platycythere</i> <i>bradyformis</i>																
<i>Megacythere</i> <i>hatai</i>																
<i>Lavacornella</i> <i>bisanensis</i>																
<i>L.</i>																
<i>L.</i>																
<i>L.</i>																
<i>L.</i>																
<i>Memphitella</i> <i>japonica</i>																
<i>Schizocythere</i> <i>sigana</i>																
<i>Schizocythere</i> <i>muramatsui</i> or sp.																
<i>Xanthocythere</i> sp.																
<i>Phacelocera</i> <i>japonica</i>																
<i>P.</i>																
<i>Leptocythere</i> sp.																
<i>Cytheropteron</i> cf. <i>sawawense</i>																
<i>Hamabachella</i> <i>trigulata</i>																
<i>Xestobambes</i> <i>antouchianensis</i>																
<i>Darwinula</i> sp. 38JK																
<i>Echinium</i>																
<i>Quincuncinella</i> cf. <i>agamenensis</i>																
<i>Manzanella</i> sp.																
<i>Rhinea</i> <i>haceni</i>																
<i>R.</i> sp.																
<i>R.</i> cf. <i>ebonensis</i>																
<i>Rafinesquina</i> <i>gimuroi</i>																
<i>Discopulmonina</i> <i>holkeri</i>																
<i>Nonion</i> <i>makinoense</i>																
<i>Leptocyclon</i> <i>aculeata</i>																
<i>L.</i>																
<i>L.</i>																
<i>Pseudonion</i> <i>nipponicum</i>																
<i>P.</i>																
<i>P.</i> <i>okunobudai</i>																
<i>Hoeghella</i> sp.																
<i>Cassidulina</i> cf. <i>compansata</i>																
<i>Cassidulina</i> sp.																
<i>Cibicides</i> sp. A																
<i>C.</i> sp. B																
<i>Ampelocypris</i> sp. A																
<i>A.</i>																
<i>Pseudobuccella</i> sp.																
<i>Bullina</i> <i>strata</i> <i>nipponensis</i>																
<i>B.</i>																
<i>Urginea</i> <i>culhami</i>																
<i>Eolima</i> <i>cockeri</i>																
<i>E.</i>																
<i>E.</i> sp.																
<i>Schmidtz</i> <i>quadrilobata</i>																
<i>Chlorostoma</i> <i>trispinosum</i>																
<i>C.</i>																
<i>Gibberinella</i> <i>tubifer</i>																
<i>Gibberinella</i>																
<i>Oolina</i> <i>univerrsa</i>																
<i>Rectobulimina</i> <i>naplana</i>																
<i>Quincuncinella</i>																

◎ abundant ○ common △ rare

関東平野西縁に分布する鮮新-更新統の花粉化石群集に基づく 古植生・古気候の復元とそれらの時代的変遷

石井由子¹・松川正樹²

1. 東京学芸大学大学院・教育学研究科・理科教育専攻・地学環境コース（現所属 静岡県加茂郡西伊豆町立仁科小学校）
2. 東京学芸大学・環境科学分野

この論文は、東京学芸大学紀要 自然科学系 第67集, p. 55 - 88, 2015年から出版された。

URL <http://hdl.handle.net/2309/139353>

要旨

関東平野西縁には、陸成～浅海成の鮮新-更新統が分布する。これまで、岩相や大型動植物化石などにより、堆積環境の復元とその変遷が議論されてきた。しかし、大型化石は、産出する層準が限られるため、復元に層序的空白が生じている。そこで、多くの層準に含まれる可能性が高い花粉化石を用いると、層序的空白を補い、より精度の高い堆積環境の復元とその変遷が考察できる。本研究では、関東平野西縁に分布する鮮新-更新統の全ての地層から、分析用試料の層準数や個数を多く採取し、抽出する花粉化石の個体数をより多く得て、復元の精度を上げる。そして、花粉化石群集に区分し、それに基づく古植生・古気候を解釈し、それらの時代的変遷を示す。さらに、古気候の時代的変遷に関して、花粉化石群集と大型化石群集を比較し、この地域の気候について議論する。

花粉分析の試料は、松川ほか(2006)と馬場(2009)の層序区分に従い、矢嵐層、館層と上総層群の飯能層、仏子層、寺田層、大矢部層、平山層、小山田層、連光寺層、稲城層、出店層、柿生層、王禅寺層、飯室層、高津層と鶴川層の16層から47地点16層200層準200試料を採取した。その中から45地点16層129層準129試料から花粉化石を抽出できた。花粉化石の組み合わせの特徴に基づき、11の花粉化石群集に区分した。

古植生は、時間の経過とともに、広葉樹優占の樹林と針葉樹優占の樹林が入れ変わりながら変遷したと解釈される。古気候は、寒暖をくり返しながらか、寒冷な気候へ変遷したと解釈される。大型植物化石群集で解釈した古気候との比較により、大型植物化石による気候の解釈よりも花粉化石による気候の解釈の方が、より詳細な気候を推定することが可能であることを示した。また、貝化石群集で解釈した古気候の解釈と比較すると、両者の解釈は異なることが示された。これは、貝化石群集が示す温暖な海域の気候は、花粉化石が示す寒冷な陸域の気候へ影響を及ぼさなかったためと解釈される。貝化石群集は深海の環境を示すので、その産地が陸域から離れていたことが一要因と考えられる。

地質と化石の研究の総括

松川正樹¹

1. 東京学芸大学・環境科学分野

1. はじめに

関東平野西縁部に分布する鮮新-更新統は、陸成～浅海相の地層で、関東平野の南東部に分布する深海相をあわせると、当時の陸域から深海域への環境が復元できる。しかし、関東平野西縁部に分布する鮮新-更新統は、多摩丘陵から北東側へは武蔵野台地と東京低地の地下に潜り込むため、多摩川中流域は鮮新-更新統が地表で見られる北東限となっていた。そのため、武蔵野台地と東京低地の地下に分布することが予測される鮮新-更新統を調べる必要があった。

この研究では、東京都土木技術支援・人材育成センターが所持する東京都の各地で掘削されたボーリング試料を用いて武蔵野台地と東京低地の地下に分布することが予測される鮮新-更新統を岩相層序区分し、丘陵地域の地表で区分された層序との対比を試みた。また、対比の解釈に問題点があった関東平野西縁部に分布する下部更新統に含まれる第二堀之内テフラ (HU₂) の絶対年代をフィッシュトラック法により測定し、問題点の解決を試みた。さらに、関東平野西縁部に分布する下部更新統の下部を堆積相解析により、堆積環境を復元し、化石で推定した環境より精度を上げることを試みた。また、貝化石群集によりこの地域の鮮新-更新統の古水深と暖流や寒流の影響を分析し、その時代的変遷を調べ、その要因としての氷河性の海水面変動による影響を考察することを試みた。この影響が陸域でも認められることに関する考察のため、花粉化石の研究を試みた。

2. 研究成果の概要

2-1. 武蔵野台地と東京低地の地下に分布する鮮新-更新統の岩相層序区分と対比

地下の層序は、西部では下位より基盤岩を不整合で覆う楊井層[?]、それを不整合で覆う中津層群の小沢層、神沢層、清水層、大塚層、塩田層、中津層群の同時異相の矢嵐層、その上位に重なる北多摩層、東久留米層、平山層、小山田層、連光寺層、稲城層に区分される。そして、南部では下位より北多摩層と鶴川層に区分され、東部では下位より北多摩層、東久留米層、舎人層、江戸川層に区分される。従って、多摩丘陵や中津地域の地表に露出する中津層群が武蔵野台地の地下まで分布し、武蔵野台地北部の東久留米試錐までの分布が確認できた。その上位の北多摩層と東久留米層の層序は、地下のみに広く分布する。北多摩層は泥層、東久留米層は砂層からなる。飯能層とその同時異相の寺田層から大矢部層への層序は、立川、武蔵村山の地下までの分布が確認でき、武蔵野台地の中央部までは分布しない。これらの地層は、陸上縁辺の狭い範囲で、堆積したと解釈できる。そして、北多摩層から東久留米層への層序の上部は、飯能層や寺田層から大矢部層への層序と同時異相であると解釈できる。また、砂層からなる東久留米層は、西から東へ層厚が減る。従って、飯能層の礫層の卓越、寺田層から大矢部層への層序が陸成の砂層と泥層からなること、東久留米層の砂層と北多摩層の泥層は後背地からの距離を反映していると考えら

れる。これらの層序の上位に重なる平山層は武蔵野台地東部の杉並試錐まで分布することが確認できた。平山層は分布を拡大した時代の堆積物であることを示し、海進期に形成されたと解釈される。しかし、その上位の小山田層は杉並試錐では確認できないので、分布範囲を狭めた海退期の堆積物と解釈できる。一方、その上位に重なる連光寺層は武蔵野台地北部の上赤塚試錐まで認められるが、下位の小山田層の層厚に比べて遙かに厚いので、海進期初期の堆積物と解釈できる。平山層の分布は稲城試錐まで確認できたが、南部の町田試錐と町田南試錐では岩相の異なる鶴川層が分布する。平山層と鶴川層は、北多摩層から東久留米層の層序と北多摩層にそれぞれ重なるので、同時異相であると解釈できる。東京低地の舎人試錐では下位より北多摩層、東久留米層、舎人層、江戸川層に区分される。舎人層と江戸川層が下総層群に属するとの解釈があったが、化石群集の特徴は上総層群を支持する。層序と化石に特徴に基づけば、舎人層から江戸川層の層序は、丘陵部の平山層から連光寺層を経て稲城層への層序と同時異相であると解釈される。

2-2. 堆積相解析に基づく多摩川中流域の上総層群の堆積環境の復元

本プロジェクトで、堆積相解析により、上総層群の堆積環境の復元を試みた。今回研究した多摩川中流域の拝島水道橋から JR 中央線多摩川橋梁の区間は、地層の露出状況が良く、堆積相解析には適した場所である。しかし、その区間の半分以上が河川の改修工事により破壊され、人工的に運ばれた土砂で埋没した。この改修工事前に研究が完了できたのは幸いであった。堆積相の解析結果は、河川から沿岸―浅海環境を示す特徴的な堆積相を示す。貝化石や生痕化石などの大型化石の産出は不連続である。しかし、堆積相解析の手法は、連続する地層全体に及ぶので、化石による環境の推定より精度を上げた。

2-3. 関東平野西縁部に分布する下部更新統に含まれる第二堀之内テフラ (HU₂) のフィッショントラック年代と対比の問題点

近年、テフラの広域対比を可能にする手段として、テフラを構成する鉱物の化学組成の特徴に基づく手法が採用されている。そして、テフラ同士の層序関係、海洋酸素同位体層序、古地磁気層序、石灰質ナンノ化石に基づく年代層序、花粉層序やテフラから年代測定された数値を基に編年が試みられている。

関東平野西縁部の上総層群小山田層の HU₂ の FT 年代は、 1.3 ± 0.1 Ma と 1.4 ± 0.1 Ma と測定された (馬場, 2002; 伊藤ほか, 2002)。そして、鉱物の特徴に基づく、HU₂ は長野県北部の大峰火砕流堆積層中の Omn テフラに対比できると解釈された (田村, 2006; 鈴木・村田, 2011)。Omn テフラは、全岩 K-Ar 年代の 2.0 ± 0.24 Ma と 2.4 ± 0.2 Ma (山田ほか, 1985) と 1.65 ± 0.10 Ma と 1.69 ± 0.11 Ma (町田ほか, 1997) が測定されている。そのため、HU₂ の年代に関して、田村 (2006) と鈴木・村田 (2011) は、町田ほか (1997) の全岩 K-Ar 年代値を用いて、 1.65 ± 0.10 Ma と 1.69 ± 0.11 Ma とした。これにより、HU₂ の年代の解釈が異なることになった。

テフラ同士を対比する方法として、①テフラを構成する鉱物の化学組成の特徴、②テフラを含む層序同士の関係、③海洋酸素同位体比層序、④古地磁気層序、⑤石灰質ナンノ化石に基づく年代層序、⑥花粉層序、⑦テフラから年代測定された数値が用いられている。関東平野西縁部の HU₂ と長野県北部の大峰火砕流堆積層中の Omn テフラを対比する場合、②のテフラを含む層序同士の対比は、両地域が 200 km 程度離れており 2 地域の岩相層序は異なるので、この方法は適切でない。③の海洋酸素同位体比層序は両地域での研究例がない、④の古地磁気層序は HU₂ を

含む小山田層の試料を測定して「逆」が示されている（植木ほか，2013）が，古地磁気層序のどの逆時期に相当するかを得られたデータのみで独自に判断するには難点がある，⑤の石灰質ナノ化石に基づく年代層序に関して，古地磁気と生層序を組み合わせた年代尺度（古地磁気—微化石年代尺度：magenta-biostratigraphic time scale）に数値を盛り込むためには，放射年代測定が必要である．また，石灰質ナノ化石対比基準面が示す地質年代値は，化石種の初出現基準面（FAD）や最終出現基準面（LAD）の時間幅の平均値を示したものである．しかし，基準面が示す地質年代値は，平均値が表示され，時間幅は表示されていない．さらに，FT年代を含む放射年代は分析により測定した絶対年代で，古地磁気，生層序やテフラの鉱物組成による編年の年代尺度は放射年代値から計算により見積もられた二次的な数値である．石灰質ナノ化石基準面の地質年代値に関して，複数回の修正があった．これは，これらの数値が計算により二次的に得られたために生ずる特徴をよく示している．⑥の花粉層序はHU₂を含む関東平野西縁部では研究例（石井・松川，2015）があるが，長野県北部の大峰火砕流堆積層を含む層序は研究例がない．そのため，この方法は用いられない．⑦のテフラの年代測定に関して，山田ほか（1985）と町田ほか（1997）は全岩 K-Ar 年代法を用いた．HU₂は FT 年代法で測定されたので，この研究プロジェクトでは Omn テフラも同じ FT 年代法により測定した．そして， $1.78 \pm 0.1 \text{ Ma}$ と $1.78 \pm 0.08 \text{ Ma}$ の値を得た．これらの数値と町田ほか（1997）により得られた数値の誤差の範囲を比較すると，FT 年代では 1.68 から 1.88 Ma で，全岩 K-Ar 年代では 1.55 Ma から 1.80 Ma である．これは，測定方法が異なっても，それらの試料の誤差の範囲の重なることを示す．しかし，HU₂の FT 年代の測定値の誤差の範囲は 1.2 から 1.5 Ma なので，年代的には Omn とは異なる．①のテフラを構成する鉱物の化学組成の特徴は，絶対年代値を示さない．田村（2006）と鈴木・村田（2011）は化学組成の特徴の比較で類似性を判定したが，判定の根拠が示されていない．鉱物各種の化学組成の重量比が数値化されているので，定量的に比較し，統計学的に類似性を判定すると説得力が増す．しかし，判定は数値の多少を定性的に捉え判定しており説得力に欠ける．

テフラの編年では，テフラに数値年代の数値を入れる．これには，FT 年代法や全岩 K-Ar 年代法などの方法により得られた数値が用いられている．従って，テフラの広域対比を可能にする手段として，FT 年代法や全岩 K-Ar 年代法を用いて得られる絶対年代の数値を比較することが最も説得力のある手段と判定される．

なお，テフラを構成する鉱物の化学組成の特徴に基づく，HU₂と Omn テフラは同じ特徴を持つとされた（田村，2006；鈴木・村田，2011）．しかし，今回の松川ほか（2016）の研究では，Omn テフラと HU₂はともに変質した黒雲母を多量に含むが，ジヨードメタンで分離した重鉱物（比重 3.25 以上）には明瞭な違いが認められた．すなわち，Omn テフラでは淡褐～淡灰色で透明感のある輝石（斜方輝石）がほとんどであるのに対し，HU₂では結晶表面に光沢を有する黒色柱状の角閃石と結晶表面が清浄でない斜方輝石を含み，前者の量が多い．これは，鉱物組成の定性的な特徴のとらえ方の相違を表している可能性が考えられる．

この研究により，テフラの広域対比や編年に関して，近年採用されている鉱物の化学組成の特徴に基づく手法の見直し，この方法により対比された結果の見直しがされると考えられる．そして，FT 年代法や全岩 K-Ar 年代法を用いて得られる数値がテフラの対比では最も信頼のおける手段として評価されると思われる．

2-4. 貝化石群集による海進・海退の解析とその要因としての氷河性海面変動の考察

関東平野西縁部の鮮新—更新統から産出する貝化石に関して、1930年以後、各地で産出する貝化石がリストされ、1970年までに貝化石を多産する産地と産出種の概要が明らかになった(三土, 1930; 鈴木, 1932; 大塚, 1932; 大西, 1941; 徳永ほか, 1949; 藤本, 1961; 寿円, 1966). そして、馬場(1990)は関東地方南部の上総層群の貝化石を記載し、多数の群集に分け、それらが生息域、生息深度や古水塊を反映していることを見いだした。さらに、馬場(2009, 2015)はそれらの環境指標となる32群集に基づき、多摩川—多摩丘陵地域の上総層群堆積時の古水深、暖流と寒流の影響について地理的・層序的变化を述べた。馬場(1990, 2009, 2015)は、この地域の貝化石に関する知識を増やしただけでなく、研究の質を高めた。この研究プロジェクトでは、貝化石群集による海進・海退の解析とその要因としての氷河性海面変動について考察した。関東平野西縁部の鮮新—更新統で、礫岩、泥岩、砂岩からなるサイクルを8回認めた。各サイクルとも、貝化石群集が内湾・汽水生から浅海生へ変化した海進を示すと解釈した。そして、鶴川層や柿生層の各サイクルでは、貝化石群集が下部では寒流系種が、上部では暖流種が優先することを繰り返すことを見だし、この変化は氷河性海面変動を反映したものと解釈した。そして、平山層の貝化石群集は寒流系種から構成される。さらに、その上位の小山田層の中部と同時異相の鶴川層は暖流系種が優先する。平山層の368テフラ(松川ほか, 2006)が 1.6 ± 0.1 Maを示し、小山田層のHU₂テフラが $1.3 \pm 0.1 \sim 1.4 \pm 0.1$ Maを示すので、平山層から小山田層の層序はWilliams(1989)の酸素同位体ステージ(MIS)の58からMIS45か41に相当し、Wei(1993)のMIS58から47か43に相当し、Lisiecki and Raymo(2005)のMIS52から37にほぼ相当すると解釈した。Williams(1989)の酸素同位体曲線では、MIS68(約2.1 Ma)～59(約1.7 Ma)にかけて温暖化を示す。これはMIS91(約2.7 Ma)からMIS9(約0.4 Ma)の期間で最も温暖化した時代とされる。これは、温暖化により海水面が上昇するので、海進期の堆積物が認められることになり、平山層が飯能層とその同時異相の寺田層から大矢部層への層序からの海進期の堆積相であることと一致する。しかし、平山層の貝化石群集は寒流系種を多く含むので、温暖化の解釈とは矛盾する。これに関しては、北からの親潮潜流の影響を底生の貝類が受けたことを反映するのか、平山層の構成種が暖流に適応していたことを示す可能性が考えられる。

日野市の平山橋下流の平山層の化石産地は、河川改修による床固めと護岸工事により完全に破壊され、コンクリートに覆われ、永久に露出することは無い。日野市郷土資料館には向山氏により寄贈された同地産の貝化石標本が保管されている。これまで、標本を写真として公表したことはなかったので、同館の同意を得て写真を公表した。また、各層から採集された貝化石標本の写真も、産出した層ごとにまとめた。なお、これらの標本は、東京学芸大学の自然館入口の多摩川中流域の自然史のジオラマに展示されている。

2-5. 花粉化石に基づく古植生・古気候の復元とそれらの時代的変遷

花粉化石の研究では、花粉分析の試料を松川ほか(2006)と馬場(2009)の層序区分に従い、矢嵐層、館層と上総層群の飯能層、仏子層、寺田層、大矢部層、平山層、小山田層、連光寺層、稲城層、出店層、柿生層、王禅寺層、飯室層、高津層と鶴川層の16層から47地点16層200層準200試料を採取した。その中から45地点16層129層準129試料から花粉化石を抽出できた。これまでの花粉化石の研究に比べ、広範囲で、全ての層に及び、最も精度が高い。その結果、花粉化石の組み合わせの特徴に基づき、11の花粉化石群集に区分した。古植生は、時間の経過とともに、広葉樹優占の樹林と針葉樹優占の樹林が入れ変わりを繰り返しながら変遷したと解釈した。古気候は、

寒暖をくり返ししながら、寒冷な気候へ変遷したと解釈した。これは、貝化石群集が示す温暖な海域の気候は、花粉化石が示す寒冷な陸域の気候へ影響を及ぼさなかったためと解釈した。貝化石群集は深海の環境を示すので、その産地が陸域から離れていたことが一要因と考えられる。

3. 今後の課題

3-1. 武蔵野台地と東京低地の地下に分布する鮮新—更新統の研究

ボーリング試料により武蔵野台地と東京低地の地下に分布する鮮新—更新統の岩相層序が区分され、対比が解釈された。ボーリング試料には貝化石が含まれるので、それらと馬場（2009, 2015）による32群集と比較し、古水深と暖流や寒流の影響を分析し、その時代的変遷を調べ、その要因としての氷河性の海水面変動による影響を考察することを試みるのが可能である。馬場（2009, 2015）による多摩丘陵の地表に分布する鮮新—更新統での分析結果との比較により、例えば氷河性の海水面変動による影響がより陸域まで及んだのかを検討し、海水面変動の規模について考察することができる。

3-2. 地下水の涵養の研究

東京都土木技術支援・人材育成センターが所持する東京都の各地で掘削されたボーリング試料の柱状図には帯水層の層準が示されている。今回の研究では、武蔵野台地と東京低地の地下に分布する鮮新—更新統の岩相層序が区分され、対比が解釈されたので、帯水層の水平方向の連続が確認できる可能性がある。

3-3. 堆積相解析に基づく多摩川中流域の上総層群の堆積環境の復元

堆積相解析は化石を産出しない地層の環境を解釈するための優れた手段である。しかし、露頭が連続的に見られることが必要である。近年、河川改修により露頭が破壊、埋没されているので、調査研究を急ぐ必要がある。

3-4. 貝化石群集による海進・海退の解析とその要因としての氷河性海面変動の考察

伊藤（1992）は、約2.6 Maから1.8 Maと1.1 Maから0.4 Maの房総半島の上総層群の堆積シーケンスが、酸素同位体比曲線に比較できることを示した。しかし、1.8 Maから1.1 Maの期間は、不明とした。これは、海進期に相当し、海域がより陸側に拡大したため、伊藤（1992）が解析を試みた房総半島の上総層群では堆積シーケンス境界が認められなかったと解釈できる。この1.8 Maから1.1 Maの期間は、平山層とその同時異相の北多摩層の上部や舎人層の堆積期に相当する。これらの層序の中に、酸素同位体比曲線と比較できる部分の可能性がある。

引用文献

馬場勝良（1990）：関東地方南部，上総層群の貝化石群。慶応幼稚舎，445 pp.

馬場勝良（2009）：関東平野西縁部の鮮新—更新統上総層群の貝化石群集と環境変動—地学の野外実習教材開発の基礎として—。東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科東京学芸大学博士論文，164 pp.

馬場勝良，（2015）：関東平野西縁部の下部更新統上総層群の貝化石群集と環境変動—地学の野外実習教材開発の基礎として—。岐阜聖徳学園大学紀要 54, 65 - 87.

- 馬場勝良・松川正樹・大平寛人 (2002) : 上総層群小山田層のフィッシュトラック法による数値年代. 馬場勝良編: 地質野外実習地としての多摩川中領域および狭山丘陵に分布する上総層群の露頭の現状とそれに基づく教材開発」. 106-108, とうきゅう環境浄化財団研究助成・一般研究 24, no. 137, 282 pp.
- 藤本治義・寿円晋吾・羽鳥謙三 (1961) : 多摩丘陵の地質. 東京都文化財調査報告 10, 1 - 23.
- 石井由子・松川正樹 (2015) : 関東平野西縁に分布する鮮新—更新統の花粉化石群集に基づく古植生・古気候の復元とそれらの時代的変遷. 東京学芸大学紀要・自然科学, 67, 55 - 85.
- 伊藤久敏・谷口友規・篠原謙太郎・江藤哲人 (2002) 多摩丘陵上総層群中に含まれる前期更新世テフラのフィッシュトラック年代. 第四紀研究 41, 421 - 426.
- 伊藤 慎 (1992) : 上総層群の堆積シーケンス. 地球環境の復元, 朝倉書店 (東京), 120 - 134.
- 寿円晋吾 (1966) : 多摩川流域における武蔵野台地南部の地質 (2). 地質学雑誌 75, 266 - 281
- Lisiecki, L. E., Raymo, M. E. (2005) : A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic D18O records. *Paleoceanography* 20, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.
- 町田 洋・山崎晴雄・新井房夫・藤原 治 (1997) : 大峰火砕流: 北アルプス形成史研究のための一指標テフラ. 地学雑誌 106, 432 - 439.
- 三土知芳 (1930) : 地質図幅「八王子」(7.5 万分の1) および説明書. 地質調査所, 54 pp.
- 松川正樹・柿沼宏充・馬場勝良・大平寛人 (2006) : 関東平野西縁に分布する鮮新—更新統の層序と対比の再検討. 東京学芸大学紀要自然科学系 58, 173 - 202.
- 大西 弘 (1941) : 武蔵野台地西縁部の地質に就いて. 矢部教授退官記念論文集, 661 - 675.
- 大塚弥之助 (1932) : 多摩丘陵の地質 (その1). 地質学雑誌 39, 363 - 371.
- 鈴木好一 (1932) : 神奈川県厚木市北方の鮮新統 (その1, その2). 地質学雑誌 39, 49 - 70 ; 97 - 132.
- 鈴木毅彦・村田昌則 (2011) : 上総層群黄和田層とその相当層に介在するテフラの層序と対比. 地質学雑誌 117, 379 - 397.
- 田村糸子 (2006) : テフロクロノロジーを用いた多摩川流域における鮮新—更新世の古環境復元. 1 - 35, とうきゅう環境浄化財団研究助成・一般研究 35, no. 260.
- 徳永重元・郷原保真・桑野幸夫 (1949) : 多摩丘陵の地質. 資源科学研究所彙報 14, 43 - 60.
- 植木岳雪・原 英俊・尾崎正紀 (2013) 5 万分の1 地質図幅「八王子」. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Wei, W. C. (1993) : Calibration of Upper Pliocene – Lower Pleistocene nannofossil events with Oxygen isotope stratigraphy. *Paleoceanography* 8, 85 - 99.
- Williams, D. F. (1989) : Selected approaches of chemicalstratigraphy to time-scale resolution and quantitative dynamic stratigraphy. In Cross, T. A., ed., *Quantitative dynamic stratigraphy*, Prentice Hall, New Jersey, 543 - 564.
- 山田直利・加藤碩一・小野晃司・岩田修 (1985) : 北アルプス周辺地域の鮮新世—更新世珪長質火山岩類の K - Ar 年代. 地質調査所月報 36, 539 - 549.

2. 教材と指導法の研究

「立川一日野の多摩川河床」の地質の野外観察実習地としての評価

馬場勝良¹・松川正樹²

1. 岐阜聖徳学園大学・教育学部
2. 東京学芸大学・環境科学分野

1. はじめに

多摩川中流域とその支流の秋川と浅川などの河床には鮮新—更新統が点在する。この地域の鮮新—更新統は、長鼻類、偶蹄類などの骨格や足跡、直立樹幹の化石を含む陸成相と、クジラ類、魚類の骨格、軟体動物、貝形虫、有孔虫などの化石を産する内湾・浅海相からなる。さらに、これらの陸成相と内湾・浅海相が層序的に幾度も繰り返すので、地殻変動や海水面変動が生じたことが解釈され、その要因として地球の温暖化や寒冷化を反映していると考えられる。

従って、この地域は、地層や化石を基に、過去の環境やその変化を理解するために適した場所であり、その学習素材の価値は非常に高い。そのため、私たちは、これらの地質素材の学校教育や生涯学習での活用に関して研究し、発表してきた(松川ほか, 1991; 馬場・松川(編), 2002; 馬場, 2005)。そして、これらの研究では、複数の地域毎に詳細な地質情報を添えた地図や解説、実習指導法の例、指導マニュアルを示した。これらの中で、日野市 JR 中央線多摩川橋梁を挟む上流と下流の 2km ほどの区間(「立川一日野の多摩川河床」と称する)が産出化石と地層の特徴から海水面の変化による環境変化が認められ、一つの地域で、陸域から内湾域への環境変化が読みとれる地域である。そのため、学校教育や生涯学習で大いに活用されている。本論では、この地域について地質の野外観察実習地としての評価をする。

2. 地質の野外実習地: 立川一日野の多摩川河床

この地域は、松川ほか(1991)の G 地区、馬場・松川(編)(2002)の B 地域とされた場所である。

JR 中央線鉄橋を境に、多摩川の上流側河床(B1)と下流側河床(B2)に分けて記述する(図 1)。上流側(B1) 950m には小山田層が厚さ 14m 以上にわたって露出し、下流側(B2) 300~800m には連光寺層が厚さ 10m 以上にわたって露出している。

2-1. 日野 B1 地域

日野市 JR 中央線鉄橋上流周辺の多摩川河床。

【キーワード】小山田層、陸域、内湾域、環境の層序変化、長鼻類と偶蹄類の足跡化石、貝化石地質の概略】

上総層群は、走向 N20° W で、東(下流側)へ 2° ほど傾いており、多摩丘陵に模式地がある小山田層の層序がみられる。JR 中央線鉄橋下が上位の連光寺層との境界で、上流側には軽石や

火山灰層を挟む砂層や泥層からなる小山田層が層厚 15 m 以上観察できる (図2) .

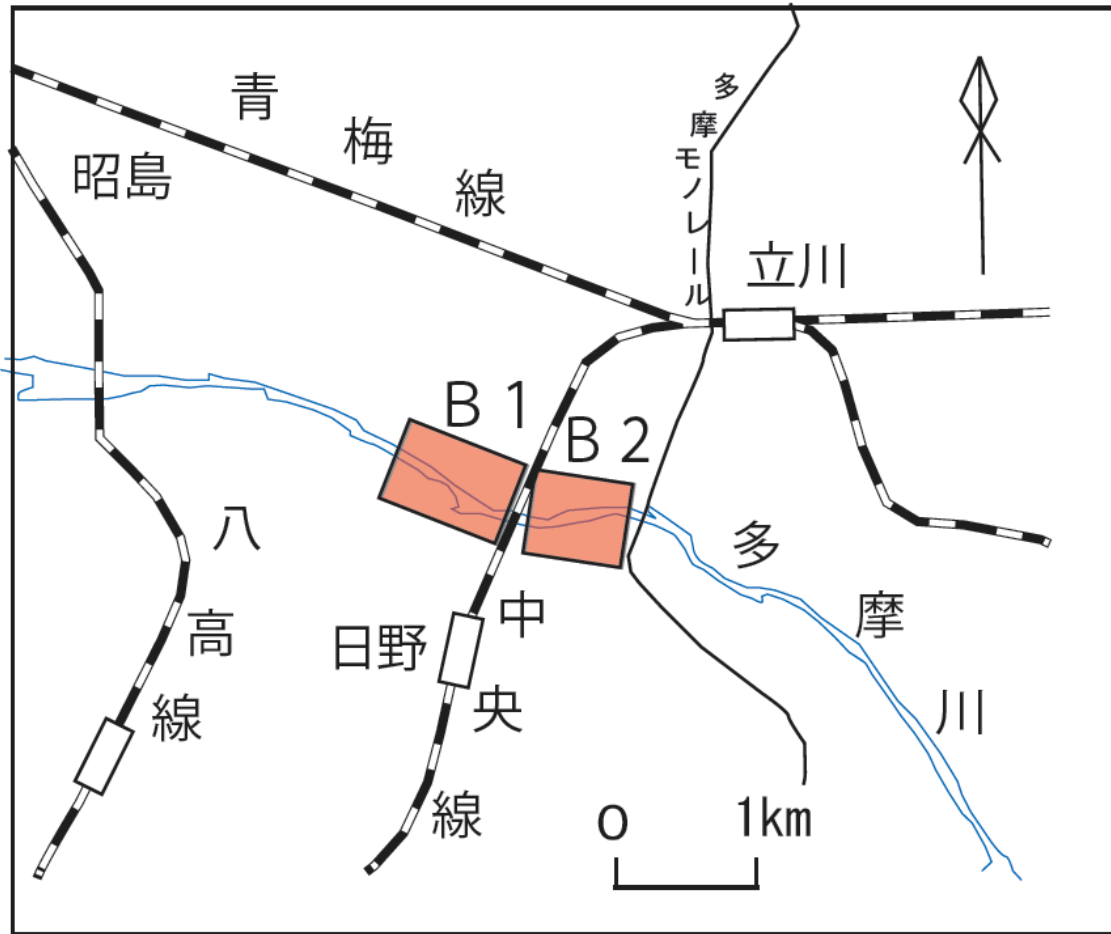


図1. 立川-日野の多摩川河床の地質の野外実習地. B1: 小山田層, B2: 連光寺層

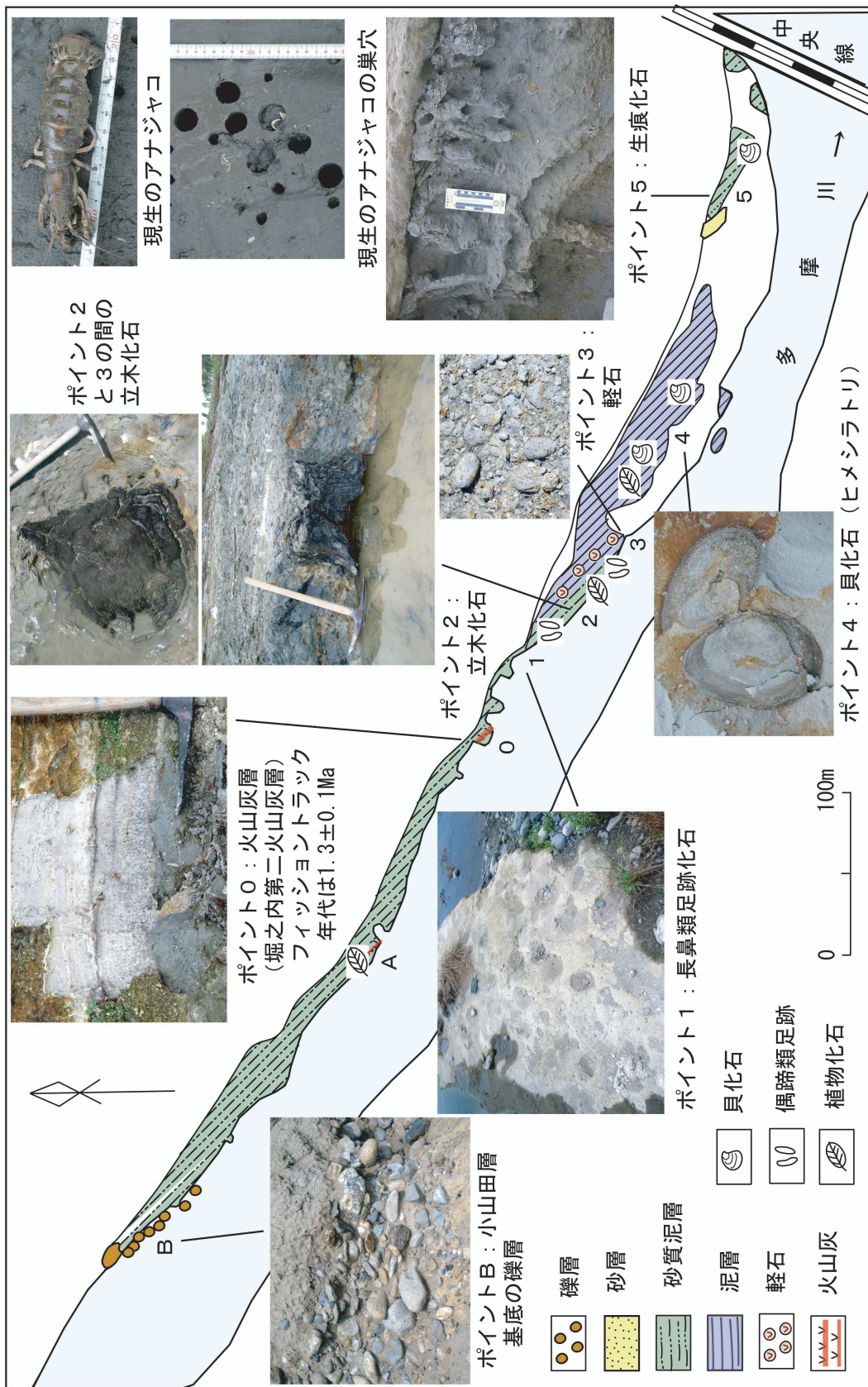


図2. 立川-日野の多摩川河床の地層・JR中央線多摩川橋梁の上流側 (B1)

小山層は主として砂質泥層、砂泥互層と砂層から成る。小山田層中部の堀之内第二火山灰層と呼ばれる火山灰層(高野, 1994)のジルコン粒子を用いたフィッシュトラック年代は 1.3 ± 0.1 Ma を示し、房総半島の黄和田層の Kd25 と呼ばれる火山灰の 1.29 ± 0.07 Ma と極めて近い数値である(馬場ほか, 2002)。この堀之内第二火山灰層の直上の砂層に長鼻類と偶蹄類の足跡化石が多産し、陸上環境が解釈される(馬場ほか, 2000; Matsukawa et al., 2007)。さらに、直立樹幹、球果や葉体化石を含む泥層や砂泥互層、軽石層が重なる。この層序にはアナジャコ状生痕をはじめとする生痕化石が多数含まれ、陸成から内湾成への環境変化が認められる。さらに、内湾生群集の *Macoma incongrua* (ヒメシラトリ)、*Mya arenaria oonogai* (オオノガイ) などの二枚貝、巻貝、甲殻類、魚類の化石が産出する泥層と砂層が重なる。

小山田層は下位より淘汰の悪い厚さ 2m ほどの礫層(ポイント B)、厚さ 6–8 m の砂質泥層(ポイント A)、厚さ 40 cm の火山灰層(ポイント 0)、長鼻類(ゾウ)やシカ類の足跡、植物化石を含む泥質砂層とそれに重なる軽石層(ポイント 1–3)、貝化石や植物化石を含む塊状の泥層(ポイント 4)、そして砂層(ポイント 5)からなる(馬場ほか, 2000)。

【見学地点】

次にポイントごとに、岩相および含有化石について述べる。

ポイント B: 礫層。下位は平山層であるが境界は露出していない。

ポイント A: 砂質泥層。木の根のようなものが広がっている。薄いピンク色の火山灰層を挟む。

ポイント 0: 白色の火山灰層。基底部には直径 0.5 mm ほどの黒雲母が密集する。フィッシュトラック年代は、 1.3 ± 0.1 Ma を示す。

ポイント 1: 泥質砂層が広く露出しており、厚さは 1.5 m である。風化面はやや黄色を帯びているが、新鮮な面は暗灰色を呈する。最下位には、長鼻類(ゾウ)やシカ類の足跡、小さな生痕化石を含む厚さ 30 cm の細粒砂層、白ないしピンク色の火山灰薄層を挟む厚さ 70 cm の泥層が続き、これ以下は水面下に没してここでは観察できない。

ポイント 2: ここは、ポイント 1 に露出する泥質砂層の上部にあたる。アナジャコと思われる巣穴を含む。さらに、直径 40 cm の直立樹幹の化石が数本埋もれているほか、材の破片が多く含まれる。直立樹幹の根がどこまで埋もれているかは確かめていない。ここから、メタセコイアとエゴノキの球果が産出する。

ポイント 3: 厚さ 30 cm の白色軽石層が露出している。層準はポイント 2 にみられる泥質砂層と、次に述べるポイント 4 の泥層との境界付近にあたる。軽石層下の泥質砂層中にも植物化石が豊富で、材の破片のほか、径 40 cm 長さ 4 m の流木が埋もれている。なお、この付近は露出が良好で、ポイント 1–3 の層準の地層も観察できる。

ポイント 4: 植物片を含む青灰色塊状泥層が広く露出しており、厚さは 3m ほどである。二枚貝化石の印象を産するが合弁のものが多く、ほぼ現地性と判断される。*Macoma incongrua* (ヒメシラトリ) が多く、ほかには *Ruditapes philippinarum* (アサリ) や種属不明の巻貝を産する。

ポイント 5: 黄褐色の泥質な中粒砂層が、厚さ 2 m ほど見られ、上部は砂質泥となる。JR 鉄橋のすぐ西にあたる場所で、露出は狭い。*Mya arenaria oonogai* (オオノガイ) や *Suchium costatum* (キサゴ) などの貝化石と生痕化石を含む。

【堆積環境】

本地域に分布する上総層群の堆積環境を、産出化石や岩相をもとに下位から上位に向かって推

定すると次の通りである。

ポイント B から A の層準には明瞭に環境を示すような化石は見つかっていないが、岩相から陸地を示すものである。ポイント 0 から 3 の層準には長鼻類やシカ類の足跡が見られ陸地を示す。足跡を産する泥質砂層に重なるアナジャコの生痕化石を含む泥質砂層は浅海的环境を示す。また、その層を貫いて立木化石が存在するので、この層序は、陸域から浅海的环境への海進の環境変化を表す。海水面が上昇したことが確かめられる。この原因の可能性の 1 つとして、地球温暖化による極地域の氷床の融氷が考えられる。また、堆積環境は陸地と浅海の境界部の内湾が解積される。ポイント 4 の泥層から、*Macoma incongrua* (ヒメシラトリ) などの海生貝化石を産するので、この層準は海水の影響を受けていると解釈される。ポイント 5 の *Mya arenaria oonogai* (オオノガイ) や *Suchium costatum* (キサゴ) などの貝化石を含む泥質砂層の層準は、岩相や上下の環境を考慮すると、おそらくポイント 4 の層準と同様の環境であろう。130 万年ほど前の東京湾の西端であることを示す。

2-2. 日野 B 2 地域

日野市 J R 中央線鉄橋下流周辺の多摩川河床 (図 3)。

下位の小山田層と同様に、一つの地域で陸域から内湾域への環境変化が読みとれる。産出化石と地層の特徴から海水面の変化による環境変化が認められる。

【キーワード】 連光寺層, 陸域, 内湾域, 環境の層序変化, 長鼻類の切歯化石, 貝化石, 生痕化石

【地質の概略】

この地域には上総層群連光寺層の層序が見られ、走向・傾斜とも下位の小山田層と同様である。J R 中央線鉄橋より下流側の多摩川右岸の河床に露出がよく、厚さ 1 m ほどの下部の礫層 (ポイント 6) と厚さ 10 m ほどの中部の均質な青灰色泥層 (ポイント 7~8) が観察できる。泥層上部はアナジャコと思われる生痕化石が密集して見られ (ポイント 9), 泥層最上部はやや砂質となり貝化石や有孔虫化石を密集させている (ポイント 10)。このポイント 10 は殻の残った貝化石が多く、化石採集地として知られている。河川の状況によって露出地域が右岸であったり左岸であったりするが、2008 年現在は右岸の露出が良好である。なお、J R 中央線鉄橋の下流 1.4 km に位置する日野橋付近の護岸工事の時 (2004 年) にはポイント 10 の層準が露出し、その上には中粒砂層が 5 m 以上の厚さで重なっているのが観察された。

青灰色泥層中に多数の *Potamocorbula amurensis* (ヌマコダキガイ) と僅かの *Theora fragilis* (シズクガイ) が含まれる。さらに、上位の泥質砂層から 20 種の貝化石が同定された。*Ruditapes philippinarum* (アサリ) が最も多く、合弁の *Phacosoma japonicum* (カガミガイ), 螺環上の刺が強い *Rapana venosa* (アカニシ) も多産し、この層準の特徴種である。このほか、*Macoma incongrua* (ヒメシラトリ) と *Reticunassa festiva* (アラムシロ) が多く、外洋水の影響を受けた内湾性の群集である。貝形虫や有孔虫の化石も産出する。

【見学地点】

ポイント 6 : やや固結した黄褐色中礫層が露出している。厚さは 1 m 以上あると思われるが、下限は水面下に広がっており不明である。礫種は砂岩が 80%以上を占めて一番多く、そのほかチャート、頁岩およびホルンフェルスからなる。最大径 10 cm ほどの礫が見つかったが、一般

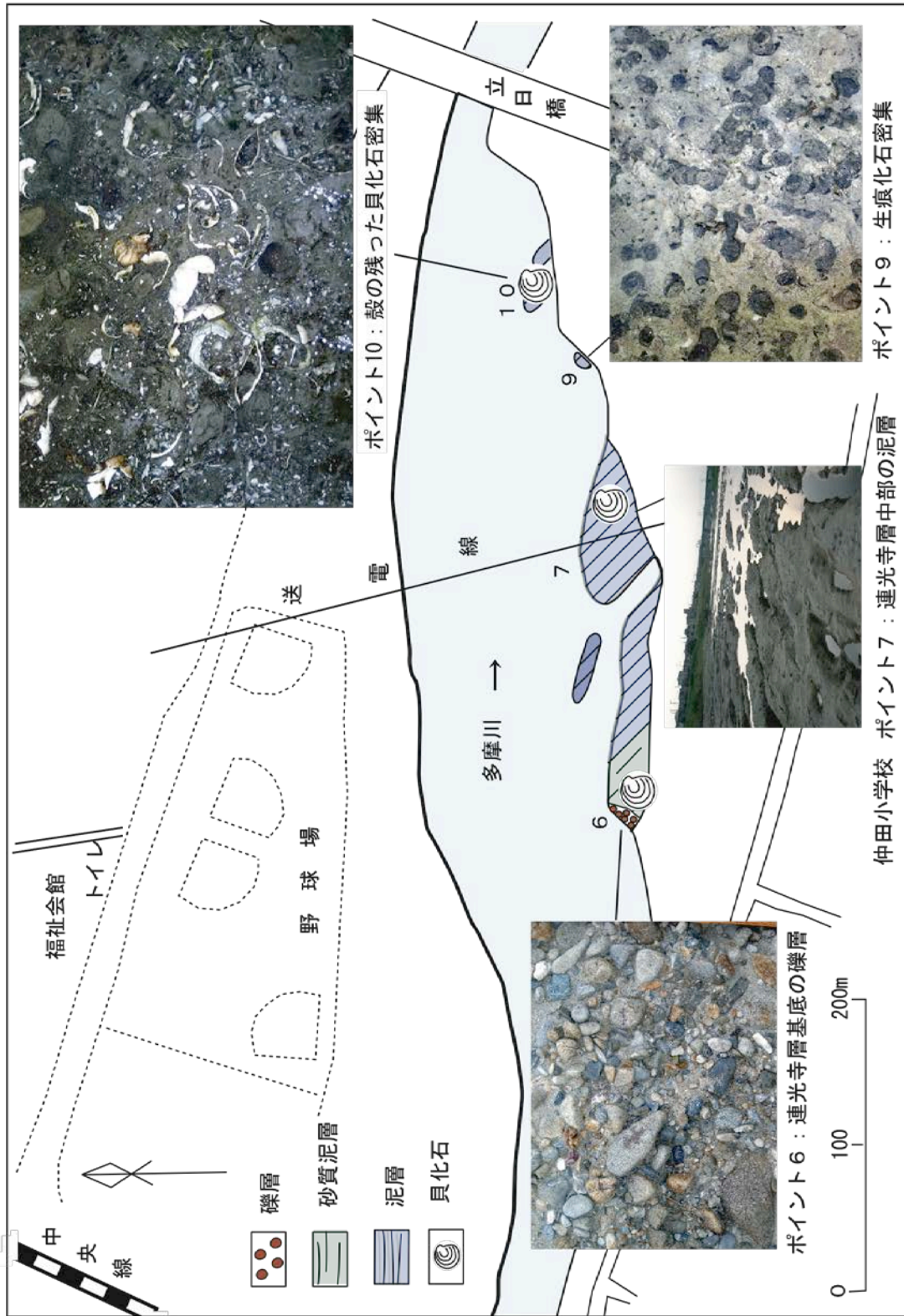


図3. 立川一日野の多摩川河床の地層. JR中央線多摩川橋梁の下流側 (B2)

には3～6cm大の亜円礫が多い。現世堆積物とよく似ているが、礫径の小さいことと、固結度の高い点で区別できる。マトリックスは泥質砂よりなる。礫層のすぐ上に重なる泥層から、*Crassostrea gigas* (マガキ) や *Trapezium liratum* (ウネナシトマヤガイ) などの二枚貝化石が産出した。

ポイント7：ポイント7～9には塊状の青灰色泥層が広く露出しており、厚さは8mである。ポイント7はその最下部にあたり、やや火山灰質な泥層である。植物片を僅かに含む。この層準からアケボノゾウの切歯(キバ)が報告されている(犬塚ほか, 1991)。

ポイント8：ここは、前述の青灰色泥層のほぼ中部にあたる。化石は小さな二枚貝(*Potamocorbula amurensis*) やコナラ、ミズナラ、ツバキ? などの葉片を産する。

ポイント9：ここは青灰色泥層の上部にあたり、生痕化石による直径2～3cmほどの円い穴が多く空いており、穴の中には貝化石の破片が詰まっている。

ポイント10：ここは本地域で観察される地層の最上部にあたり、厚さ50cmの暗灰色泥質砂層が露出している。大型の貝化石が密集しており、多摩丘陵地域の中では主要な化石産地の1つである。*Rapana venosa* (アカニシ) と *Phacosoma japonicum* (カガミガイ) が多く、このほか *Ruditapes philippinarum* (アサリ)、*Suchium costatum* (キサゴ)、*Reticunassa festiva* (アラムシロ)、*Mya arenaria oonogai* (オオノガイ)、*Batillaria zonalis* (イボウミニナ)、*Anomia chinensis* (ナミマガシワ)、*Cryptonatica andoi* (エゾタマガイ) など種類が多い。*Phacosoma japonicum* (カガミガイ) や *Mya arenaria oonogai* (オオノガイ) の中には、合弁でしかも地層面に対して垂直に位置して産するものがある。これらは、ほぼ生存時の生活様式を示しているものと解釈される。

【堆積環境】

ポイント6の砂礫層から、化石を見つけていないが、かなり分級の悪い礫で円磨度が低いこと、多摩川河床の礫とよく似ていることから河成堆積物と判断した。

ポイント7～9にかけての泥層には、植物および貝化石が含まれる。貝化石は、淡水生の *Potamocorbula amurensis* (ヌマコダキガイ) を主とするが、内湾性の *Theora fragilis* なども含まれているので、淡水の流入する内湾の環境が考えられる。

ポイント10の層準には、*Mya arenaria oonogai* (オオノガイ) や *Rapana venosa* (アカニシ) などの内湾生種のほか、*Phacosoma japonicum* (カガミガイ) や *Suchium costatum* (キサゴ) などの貝化石を含むこと、また、浮遊性有孔虫を僅かに産することから、下位の層準に比べて外洋水の影響を受けていると考えられる。

各ポイントで示される堆積環境をまとめると次の通りである。下位の小山田層上部では海の影響であったが、連光寺層ではふたたび陸水の影響(ポイント6)を強く受け、やがて淡水の流入する内湾(ポイント7～9)から外洋水の影響を受ける内湾(ポイント10)へ変化した。

図4に多摩川中流域に分布する上総層群小山田層と連光寺層の古環境の変化をまとめた図を示した。

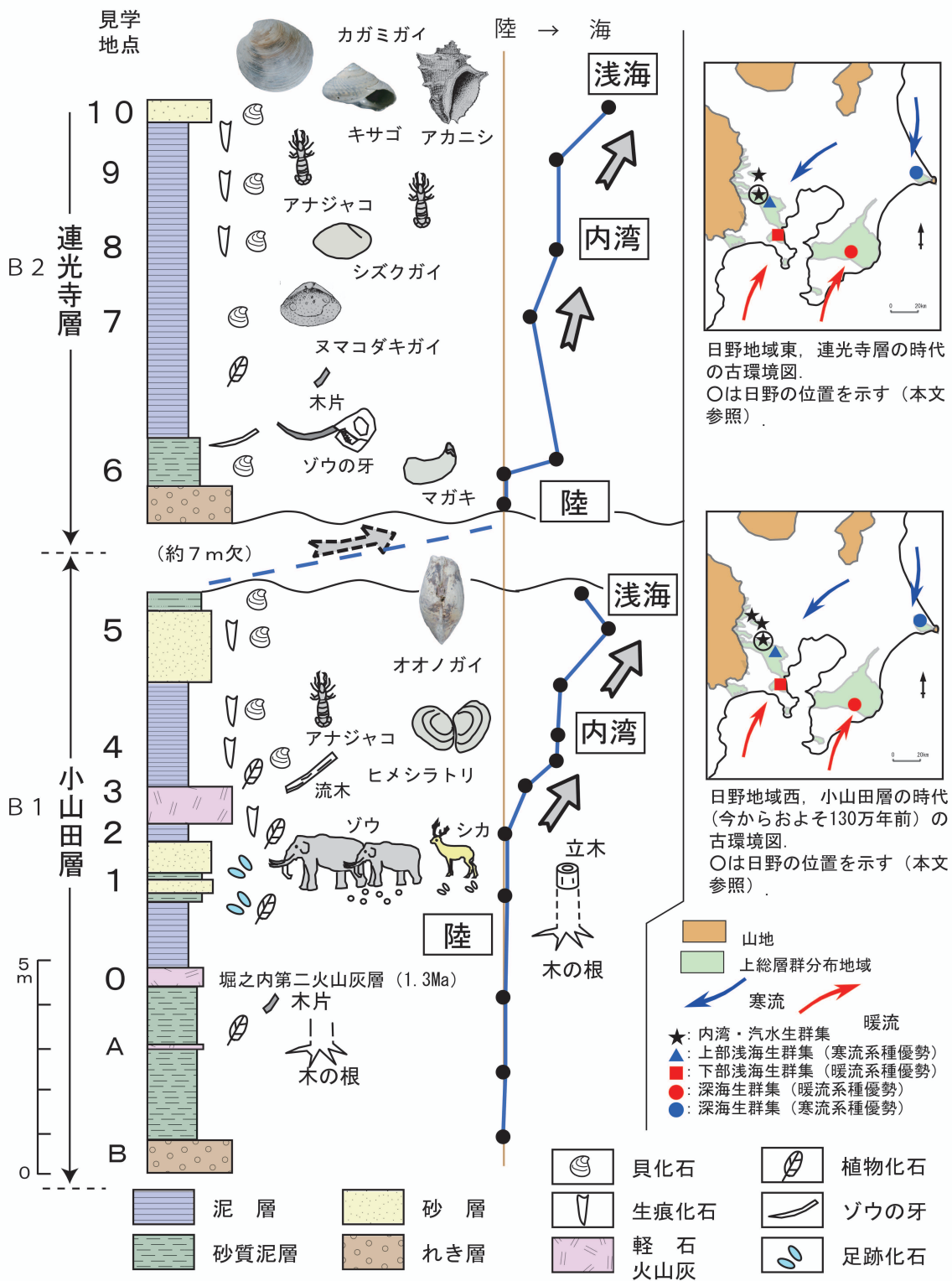


図4. 立川-日野の多摩川河床に分布する上総層群の環境変遷。ポイントA, B, 0-10は、図2, 3を参照。

3. 地質の野外実習地としての分析と評価

松川ほか (1994) は、地質の野外実習教材の開発の進め方として、6つの段階を提案し、教材を分析するための指標を示した。これを用いると実施しようとする実習内容の選定の適否やその

程度の判定が可能となる。

① ステップ1では、学習内容及び実習地の選定である。2つの場合が想定される。Aは学習の内容を優先させてそれに適した実習地を探す場合と、Bは実習地が優先して、そこで何ができるかを探す場合である。

立川・日野の多摩川河床は、この場所で何が教材化できるかを探す場合に相当する。

② ステップ2では、教材化するフィールドの調査である。これに関しては、馬場ほか(1986)、松川ほか(1991)、馬場・松川(編)(2002)、馬場(2005)、松川ほか(2006)、馬場(2009)で地質と化石に関する研究が詳細に示されている。

③ ステップ3では、ワークシートの作成である。馬場ほか(1986)により記入可能な野外観察用のワークシート、学習の流れ、総合柱状図を作成するワークシートが提示された。野外観察用のワークシートは野外での観察事項を、総合柱状図を作成するワークシートは野外での観察事項を地質柱状図に表現し、岩相と化石のデータを記入することにより、古環境の層序変化を理解するためのものである。さらに、林ほか(1988)ではこの場所で実習した児童・生徒の行動項目の評価が可能ないように、チェックリストを作成した。また、児童・生徒の実習内容の理解度の評価が可能ないようにチェックテストを作成した。

④ ステップ4では、実践である。事前指導、実施と事後指導から成る。事前指導では実習に必要な基礎知識の説明である。現地での実地では生徒はワークシートに沿って、教師はチェックリストとチェックテストで評価する。

⑤ステップ5では、評価である。指導者の助言無しでできた場合(○)、指導者の助言によりできた場合(△)、そして助言があってもできなかった場合(×)の3段階で評価する、これにより、生徒一人一人の理解度を知ることができる。高校生の実習では、全体として、生徒は地層の広がりやを考慮した観察が苦手であること、地層の走向と傾斜の概念の理解が難しいこと、直立樹幹化石とアナジャコの巣穴化石が同居する地層の環境解釈が難しいことが明らかにされた。

林ほか(1988)が作成したチェックリストでは、地層、化石、その他に分けて、項目を設定し、評価した。すなわち、地層では、①単層と単層の境界を決めることができるか、②地層の厚さを測定できるか、③地層の色を新鮮な免から判断できるか、④粒度表を使って砂層を粒度によって分類できるか、⑤クリノメーターを使って走向と傾斜を測定できるか、⑥露頭の広がりやを考慮した観察ができるか、⑦地層の重なりを柱状図に表すことができるか、⑧礫層の礫の粒径を測定できるか、化石では、①立木化石の樹幹の年輪をみるなど細かい観察ができるか、②立木化石の根の有無を調べることができるか、③立木化石の分布状態を調べることができるか、④材化石と流木化石との識別ができるか、⑤有孔虫など小さな化石を発見できるか、である。

これらの項目は、学習指導要領の小学校理科で示されている「土地のつくりと変化：土地やその中に含まれているものを観察し、土地のつくりや土地のでき方を調べ、土地のつくりと変化についての考えをもつことができるようにする」、中学校理科の「地層の重なりと過去の様子：地層の重なりと過去の様子に関して、野外観察などを行い、観察記録を基に、地層のでき方を考察し、重なり方 や広がり方についての規則性を見いだすとともに、地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定すること」、高等学校地学の「変動する地球：移り変わる地球として、地層が形成される仕組みと地質構造について理解すること」や「古生物の変遷と地球環境」が取り上げられているので、この地域で実施する地質の野外観察学習では学習指導要領で示されている学習目標を十分に満たす。従って、地質の野外実習地として第一級の評価がされ

る。また、これまで、私達のグループにより提示された教材も高く評価される。

引用文献

- 馬場勝良 (2009) : 関東平野西縁部の鮮新-更新統上総層群の貝化石群集と環境変動—地学の野外実習教材開発の基礎として—。東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科東京学芸大学博士論文, 164 pp.
- 馬場勝良・松川正樹・林 明・藤井英一・宮下 治・相場博明・坪内秀樹 (1986) : 地域を生かした地質教材の一試案 —立川市南方の多摩川河床を例として—。地学教育 39, 193-201.
- 馬場勝良 (2005) : 浅川産ハチオウジゾウを使った体験学習のための基礎的研究と実践。多摩川環境調査助成集 (とうきゅう環境浄化財団) 159, 1-57.
- 馬場勝良・松川正樹・小荒井千人・林 慶一・大久保敦・伊藤 慎 (2000) : 足跡化石を基に動物を動かそう—恐竜の方法をゾウに応用して—。地学教育 53, 269-281.
- 馬場勝良・松川正樹 (編集) (2002) : 地質野外実習地としての多摩川中流域および狭山丘陵に分布する上総層群の露頭の現状とそれに基づく教材開発。多摩川環境調査助成集 (とうきゅう環境浄化財団) 24, 1-282.
- 林 明・藤井英一・相場博明・宮下 治・坪内秀樹・馬場勝良・松川正樹 (1988) : 地質野外実習における生徒の行動と理解。地学教育 41, 227-236.
- 犬塚則久・沢村 寛・藤井和夫 (1991) : 日野市多摩川河床産アケボノゾウ切歯化石調査報告。日野市ふるさと博物館紀要 1, 1-23.
- 松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下 治・相場博明・坪内秀樹 (1991) : 多摩川中流域に分布する上総層群の古環境解析とそれに基づく地質野外実習教材の開発。多摩川環境調査助成集 (とうきゅう環境浄化財団) 13, 1-270.
- 松川正樹・馬場勝良・林 慶一・田中義洋 (1994) : 地質野外実習教材の視点。地学教育, 47, 99-109.
- Matsukawa, M., Baba, K., Lockley, M. G. (2007): A mammalian ichnofauna from Plio-Pleistocene terrestrial deposits of west Tokyo, Japan. New Mexico Museum Natural History and Science Bulletin 42, 185-199.
- 松川正樹・柿沼宏充・馬場勝良・大平寛人 (2006) : 関東平野西縁に分布する鮮新-更新統の層序と対比の再検討。東京学芸大学紀要, 自然科学系 58, 173-202.
- 高野繁昭 (1994) : 多摩丘陵下部更新統上総層群の層序。地質学雑誌 100, 675-691.

中学生を対象とした多摩川河床の露頭を用いた地質野外観察学習の実践と評価

小荒井 千人¹・宮口 真木子²・松川 正樹³

1. 慶應義塾湘南藤沢中・高等部
2. 東京学芸大学附属小金井中学校
3. 東京学芸大学 環境科学分野

1 はじめに

中学校第1学年の「大地の成り立ちと変化」では、地層の重なりと地層に含まれる化石の観察から古環境が推定できることを学習する。地質野外観察学習を実践できる東京都日野市の多摩川河床の露頭は、砂層、泥層と軽石の薄層からなり、長鼻類・偶蹄類の足跡化石、生痕化石、植物化石を観察することができる。また、海生の二枚貝化石を多産する地点があり化石採集が可能である。さらに、地層の重なり方の観察とこれら産出する化石から、陸域から内湾域、浅海域への環境の層序学的変化を読み取ることができる(馬場ほか, 1986; 松川ほか, 1991; 馬場ほか, 2000; 松川ほか, 2004)。このことから、東京都日野市の多摩川河床は、学校の地質野外観察学習に適した場所として評価されている(例えば、馬場・松川(編), 2002)。これまで、この地域を用いた学校での地質の野外観察学習の方法が提案されている(林ほか, 1988; 馬場・松川(編), 2002; 松川・松川, 2005)。しかし、同学年の3クラスを同時に実施した野外授業についての報告例は無いので、本論文ではこれに関して述べる。指導内容は、松川・松川(2005)で示されたもので、授業の実施に関して、事前に3名の指導者が指導内容を確認し、授業後のチェックテストにより生徒の理解度を判定した。そして、同学年の複数のクラスの野外での同時展開の可能性を考察する。

2 地質野外実習の概要

2-1. 中学1年生を対象にした地質野外学習

中学1年生(八王子市立中山中学校)を対象に下記の要項で地質野外観察学習を実施した。

【実施日時】2015年11月24日 10:30-12:00

【実習地】多摩川河床(東京都日野市)

【対象】中学1年生83名(A組 男子15名, 女子13名; B組 男子13名, 女子15名; C組 男子12名, 女子15名)

【指導者】A, B, C各組を, 専門家1名ずつが担当

【単元】総合的学習の時間

【目的】地層の重なりと広がりを実感する。地層の観察と採集した化石から古環境の変遷を推定する。



図1. 地質野外実習の地図.

地層は、多摩川の左岸に上流から下流まで約200mの範囲にほぼ連続して露出する(図1)。地層の重なり方と化石から、陸域から内湾域、浅海域への環境の層序学的変化を読み取ることができる(馬場ほか, 1986; 松川ほか, 1991; 馬場・松川(編), 2000; 松川ほか, 2004)。地層は下流側にわずかに傾斜しているため、下流の露頭ほど上位を示すことを観察できる。また、露頭は、ほぼ連続して分布しているため、歩きながら地層の重なりを確認することが可能である。これらの特徴から、同露頭は地質野外実習地として適していると評価され(例えば、馬場ほか, 2002)、地質野外学習用の「指導者用マニュアル」(馬場ほか, 2002)、「生徒用ワークシート」(松川・松川, 2005)が作成されている。本実践は、これらの教材を用いた(資料1)。

観察地点は、松川・松川(2005)の生徒用ワークシートに従い、①長鼻類・偶蹄類の足跡化石、②地層の重なりと広がり、③植物化石(立木と倒木)、④軽石、⑤海生二枚貝化石の5箇所とした(図1, 2)。これらの観察地点はワークシートの地図上に示され、各地点に設問を設けることで観察すべきことを明確化している。

地層は、下位から上位に向かって観察するのが一般的なので、観察地点①から⑤の順で観察するのが望ましい。しかし、観察地点②は2クラス、観察地点⑤は3クラス同時実施が可能であるが、他の観察地点は、露頭が狭いため3クラス同時の観察が不可能であった。そこで、各クラスで観察する順序を入れ替えて実施した(図3)。

2-2. 中学2年生を対象にした地質野外観察学習

中学2年生(東京学芸大学附属小金井中学校)を対象に、校外学習のプログラムの一部として、下記の要項で地質野外観察学習を実施した。

観察地点	学習内容	所要時間(分)
①	長鼻類, 偶蹄類の足跡化石	10
②	砂, 泥の観察 地層の重なり, 傾斜, 広がり 地層の枚数	25
③	軽石	8
④	立木化石 アナジャコ生痕化石	10
⑤	貝類化石採集 化石の梱包 まとめ	50

図2. 各観察地点の学習内容.

	A組	B組	C組
移動順 ↓	①	①	①
			②
	②	①	
	①	③	①
	③	②	③
	④	④	④

図3. 各クラスの観察場所の移動順.

【実施日時】2014年4月25日 10:00-12:30

【実習地】多摩川河床（東京都日野市）

【対象】中学2年生

【指導者】A, B, C, D各組を, 専門家1名ずつで担当

【単元】「多摩川に露出する地層を観察し, 過去のようすを考えよう」(校外学習の学習プログラムの一部)

【目的】多摩川の地層観察を通して多摩川に親しむ.

前述の中学1年生を対象とした地質野外観察学習と同じ露頭を地層観察に用いた. 観察地点①の西側に, 観察地点①(火山灰, 地層の重なり)を設けた. 各観察場所の各クラスの観察順は図4の通りである.

	A組	B組	C組	D組
移動順 ↓	①	②	②	②
	②	④	①	③
	③	③	④	④
	④	①	①	①
	⑤	⑤	⑤	⑤
	⑥	⑥	⑥	⑥
	⑦	⑦	⑦	⑦

図4. 各クラスの観察場所の移動順

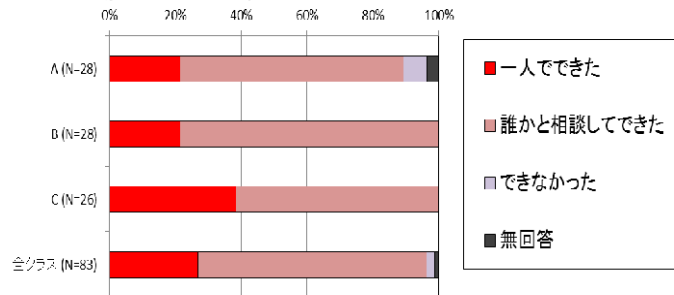
3 チェックテストの結果と考察

実践後、中学1年生（中山中学校）全員（A組28名、B組28名、C組27名）を対象にチェックテストを実施した。チェックテストは、学習内容の理解を問う設問と、地質野外観察学習の感想について問う設問からなる（資料2,3）。

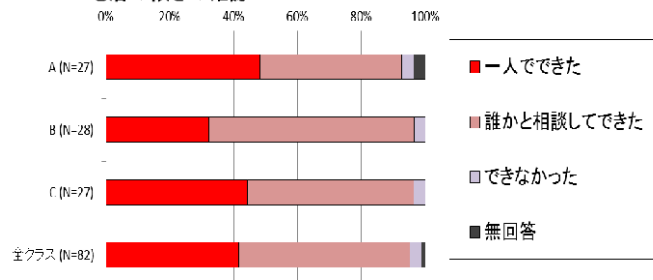
3-1. 学習内容の理解の結果

観察地点②には、厚さ約2mの地層が露出する。ここでは、砂層と泥層に触れさせ、指先の感触で砂と泥の粒子サイズの違いを実感させた。すなわち、「サラサラ」、「ツルツル」の感触は泥、「ザラザラ」の感触は砂。また、同じ大きさの粒子により1枚の層が作られていることを確認し、地層の広がりや傾きを観察させた。地層の傾きは、他の観察地点に移動するとき、地層が上に重なる方向（上位方向）に移動しているのか、地層が重ねられる方向（下位方向）に移動しているのかを認識するために不可欠な情報なので強調した。さらに、同じ地層を水平方向に追跡することで、地層の厚さが一定ではないことを観察させた。そして、この観察地点のまとめとして、この場所の露頭の地層の枚数を数えさせた。チェックテストの結果、観察地点①での学習事項、地層の広がりやの確認、地層の傾きの確認、泥・砂・れきの区別、地層の境目を見つけることは、全生徒の9割以上が、一人でできた、誰かと相談してできたと回答した（図5）。観察地点②の西側に、観察地点①が露出している。地層は下流側にわずかに傾斜していることから、観察地点①の地層は、観察地点②よりも下位に位置することになる。移動前に、地層の傾斜方向と、地層の上下関係について確認させた。観察地点①の露頭の表面では、長鼻類と偶蹄類の足跡化石を凹みとして観察できる。長鼻類の足跡化石は、凹みの形と大きさから足跡を残した動物を推測させた。そして、現生のゾウの写真を提示し当時この場所を長鼻類が歩いていたことを実感させた。偶蹄類の足跡化石は凹みの形から足跡を残した動物を推測させた。そして、形状と大きさから現生のシブゾウと似ていることを解説した。チェックテストの結果、露頭面の凹みを足跡化石と確認することを、96%の生徒が、一人でできた、誰かと相談してできたと回答した（図6）。

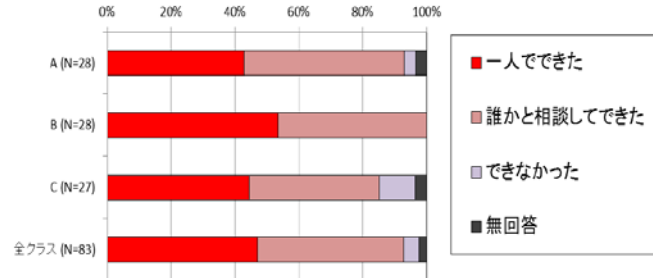
1.1 地層の広がりの確認



1.2 地層の傾きの確認



1.3 泥・砂・れきの区別



1.4 地層の境目を見つけること

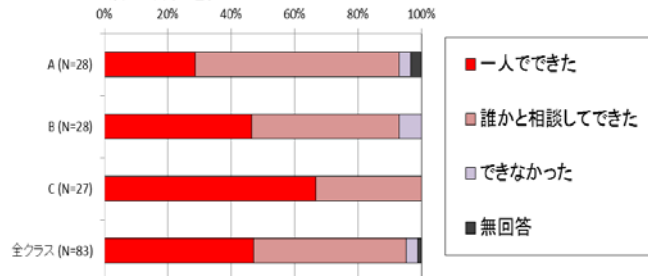


図5. チェックテストの設問1.1,1.2, 1.3, 1.4の回答の集計結果.

1.5 地層の凹みを足跡化石と確認

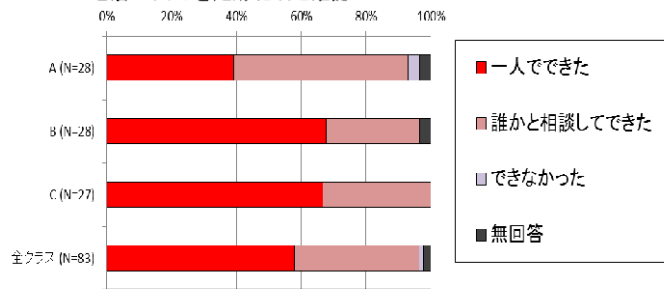


図6. チェックテストの設問1.5の回答の集計結果.

観察地点④は、植物化石（立木、倒木）と、生痕化石（アナジャコの巣穴）が分布する。植物化石は炭化しているが、年輪を確認できるため木の幹の断面であることを容易に認識できる。そして、点在する木の幹の断面と同じ高さの地層面に、直径2～3cm程度の生痕化石が分布する。現在の江戸川の河口に、この生痕化石と同じ特徴を備えた生痕（巣穴）が分布している様子を写真で提示した。そして、この巣穴で採集した生物（アナジャコ）の写真を提示し、生痕化石を作った生物がアナジャコである可能性が高いことを説明した。つまり、観察地点④は、木とアナジャコという異なる環境の生物の化石が同じ場所に分布していることになる。この矛盾を解消するためにはどのような解釈が必要か、現地でこれらの化石と地層を観察しながら考えさせた。地層中の立木の化石を断面のみではなく立体的に観察すると、立木がアナジャコの巣穴化石が含まれる地層面よりも下位層に続いていることに気づく。この観察結果から、木が生育していた地面を示す地層の上に、アナジャコの巣穴を含む地層が重なっていることを認識させた。そして、木が生育する環境から、アナジャコが生息する環境に変化したことを読み取ることができることを説明した。チェックテストの結果は、わかった、説明をきいてわかった、誰かと相談してわかったと回答した生徒が88%であった（図7）。

1.6 切り株の化石とアナジャコの巣穴化石ができた順序を決めること

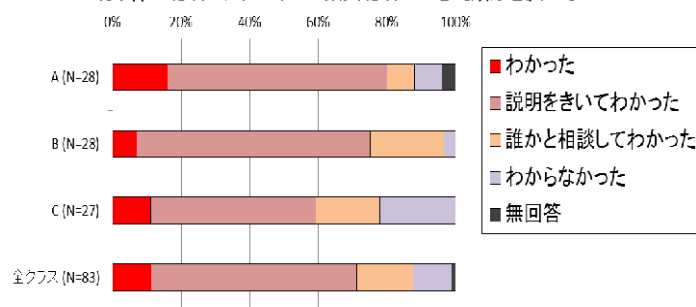


図7. チェックテスト設問1.6の回答の集計結果.

観察地点⑤は、貝類化石を含む地層が広く分布する。この観察地点は露頭が広く、A, B, C 全クラス同時に化石採集が可能である。本実践で最も下流に位置する観察地点⑤に移動する際は、地層が下流側に傾斜していることから、上位層に向かって移動していることを確認するように促した。化石採集の前にハンマーの使用方法、地層中から化石を取り出すコツを説明した。化石採

集中は、生徒が採集した化石の鑑定をすると同時に、化石が採集できているかどうか巡回しながら声をかけ化石採集法を指導した。その結果、84%の生徒が貝化石を採集することができた(図8)。また、各クラスの担任教諭も含め、随時生徒の安全確保に努めた。化石採集後、採集した貝類化石が海生種であることを説明した。そして、研究者と同様の手法で、持参させた新聞紙を用いて採集した化石を梱包し持ち帰らせた。

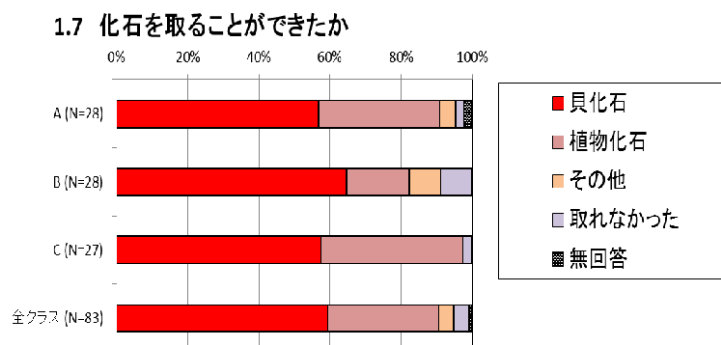


図8. チェックテスト設問1.7の回答の集計結果.

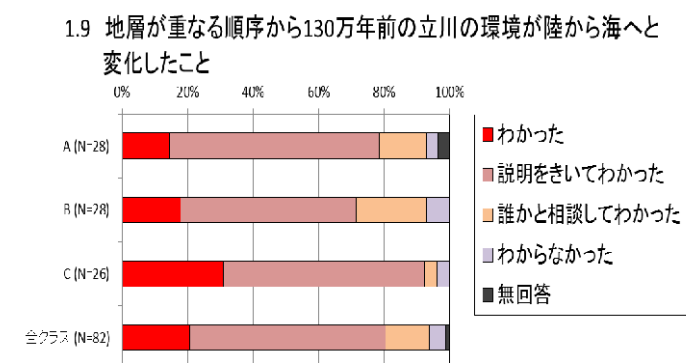
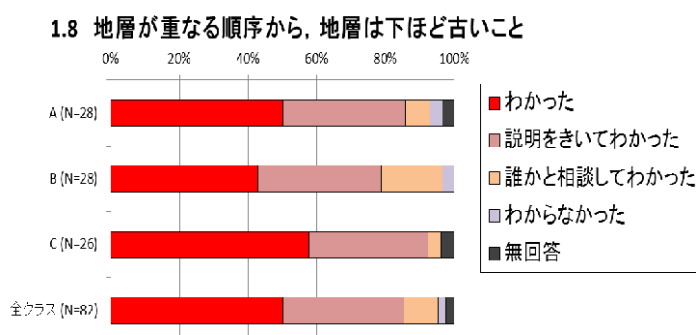


図9. チェックテストの設問1.8, 1.9の回答の集計結果.

観察地点⑤での化石採集終了後、ワークシートの記入事項を確認しながら観察事項をまとめた。まとめでは、観察地点①は長鼻類と偶蹄類が生息する環境(陸域)、観察地点④は木が生育した環境(陸域)からアナジャコが生息した環境(海水域)への変化、そして、観察地点⑤は海生の

貝類が生息する環境（海域）であったことを確認した。そして、観察地点①の地層が最下位で、観察地点⑤の地層が最上位であることから、この地質野外観察学習で観察した地域は陸域から海域に環境が変化したことを解釈できることを導いた。チェックテストの結果、地層の累重と、環境の変化の両方について、わかった、説明をきいてわかった、誰かと相談してわかったと回答した生徒は約95%であった（図9）。

3-2. 地質野外観察学習の感想の結果

生徒の地質野外観察学習の全体に対する印象を把握するために、時間、内容の難易度、全体を通しての満足度を問うた。その結果、時間は、48%の生徒が適切であると回答した。内容の難易度は、50%の生徒が適切と回答した。そして、82人中81人の生徒が、本地質野外観察学習に対して、楽しかった、やや楽しかったという感想を持ったと回答した（図10）。

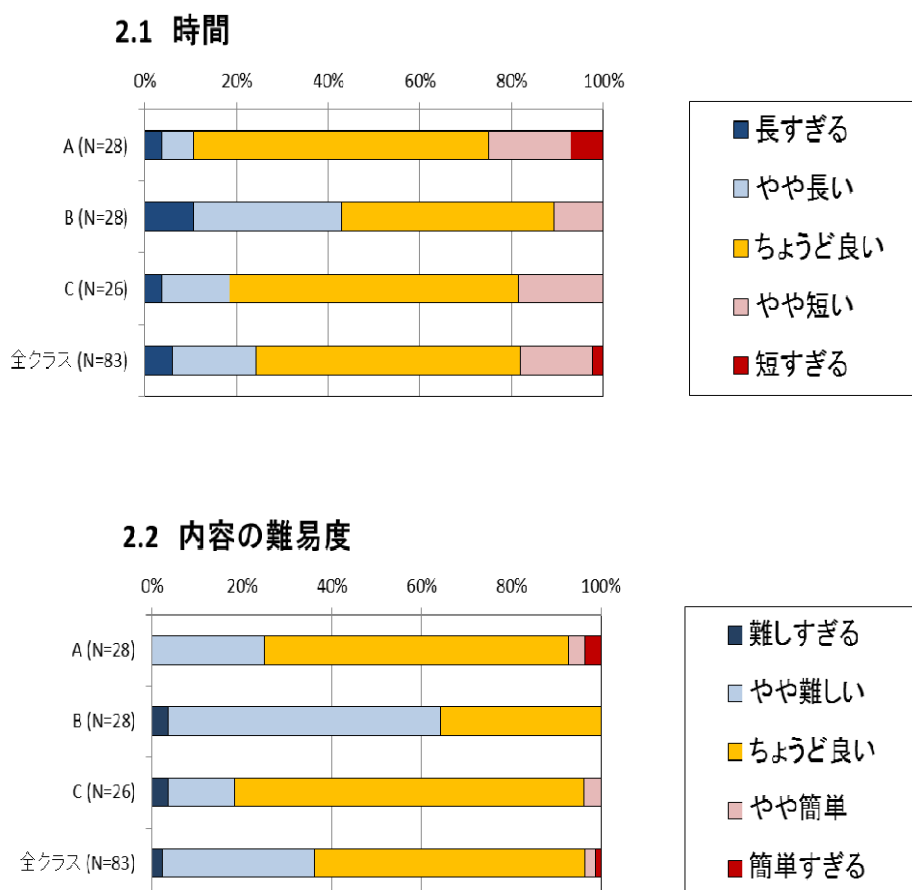


図10-1. チェックテストの設問2.1, 2.2の回答の集計結果.

4. 考察

本地質野外観察学習は、各クラスの指導を3名の専門家が担当したので、指導者の違いによる観察と学習内容の差が生じる事が危惧された。そこで、観察と学習内容の統一を図るため、馬場ほか（2002）の「教師用マニュアル」を参考に観察・学習内容を検討し「生徒用ワークシート」（松川・松川，2005）（資料1）を用いて実践した。この「生徒用ワークシート」は、観察地点

2.3 全体を通しての満足度

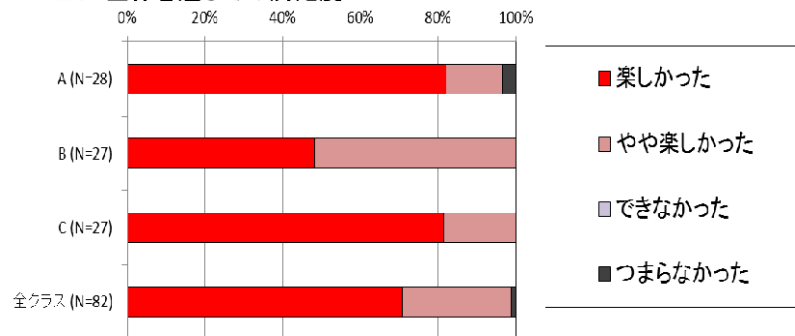


図 10-2. チェックテストの設問 2.3 の回答の集計結果.

が地図上に示され、各観察地点での観察結果を空欄に記入することで学習を進めることができるので、指導者が異なる場合に生徒の観察・学習内容に差が生じないことが期待される。実践後の中学1年生(中山中学校)を対象としたチェックテストの結果、学習内容に関する設問(1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.8, 1.9)の回答結果に、A, B, C各組で差が生じなかった。このことから、ワークシートの使用は、指導者が異なる場合の観察と学習内容の統一化に有効であったと判断できる。同様に、中学2年生(附属小金井中学校)も、生徒の学習内容に差が生じなかった。

また、観察地点⑤(化石採集)以外は、露頭が狭く全クラス同時に観察できなかったため、各クラスの観察順序を入れ替えた(図3, 4)。このことにより、堆積した順序で地層を観察できない事態が生じた。そこで、指導者は観察地点を移動する際に、地層の傾きを基に、移動先の地層が下位の地層なのか上位の地層なのかを生徒に確認させた。中学1年生(中山中学校)を対象としたチェックテストの結果、95%の生徒が地層の傾き(設問1.2)が確認でき、地層は下位ほど古いことを理解した(設問1.7)ことが示された。さらに、94%の生徒が、同地域の陸域から海域への環境変化を地層の重なり方の観察から導くことができた(設問1.9)と回答した。この結果から、地層の上下関係を認識していれば、地層を観察する順序を入れ替えても問題が無いことが示された。また、地質野外観察学習全体の満足度は、一人の生徒を除いて、楽しかった、やや楽しかったと回答したことから、極めて高いと解釈できる。以上より、教師用マニュアルと生徒用ワークシートは、観察順の入れ替えと複数クラスでの同時展開を可能としたため、大人数を対象とした地質野外観察学習の実現に大きな効果があると考えられる。

ただし、本実践で使用した「教師用マニュアル」(馬場ほか, 2002)と、「生徒用ワークシート」(松川・松川, 2005)は、中学生の学習内容に合わせて観察内容を精選し作成されている。ゆえに、各観察地点での観察事項が的確に示され、指導するポイントを生徒に明確に伝える事ができる。このような優れた教材を作成するためには、観察する地層の基礎研究が不可欠である。本実践が成功したのは、同地域の地質・古生物学的研究(馬場ほか, 1986; 松川ほか, 1991; 馬場ほか, 2000; 松川ほか, 2004)がなされていたために他ならない。

5. 結論

- (1) 中学1年生の総合的な学習の時間と、中学2年生の校外学習で地質野外観察学習を実践した。

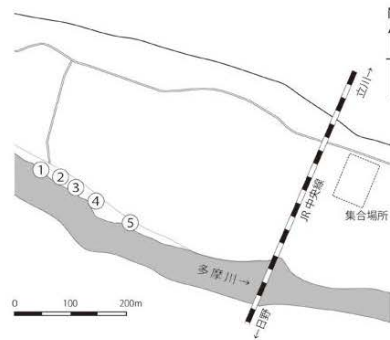
- (2) 本地質野外観察学習を实践した多摩川河床の露頭は、中学1年生と中学2年生が地層の観察を通して古環境の変遷を理解するための実習地として適している。
- (3) 「生徒用ワークシート」(松川・松川, 2005) は、地質野外観察学習の観察と学習内容の統一化と、複数クラスの同時展開に有効である。
- (4) 学習者は、各観察地点の地層の上下関係を意識することで、下位の地層から順に観察しなくても地層の重なり方を正しく理解することができる。

引用文献

- 馬場勝良・松川正樹・林 明・藤井英一・宮下 治・相場博明 (1986) : 地域を活かした地質教材の一試案—立川南方の多摩川河床を例として—. 地学教育 39, 193-201.
- 馬場勝良・松川正樹・小荒井千人・林 慶一・大久保敦・伊藤 慎 (2000) : 足跡化石を基に動物を動かそう—恐竜の方法をゾウに応用して. 地学教育 53, 269-281.
- 馬場勝良・松川正樹 (編集) (2002) : 地質野外実習地としての多摩川中流域および狭山丘陵に分布する上総層群の露頭の現状とそれに基づく教材開発. 多摩川環境調査助成集 (とうきゅう環境浄化財団) 24, 1-282.
- 馬場勝良・松川正樹・松川萬里子 (2002) : 多摩川中流域河床における地質野外実習教材の開発と実践研究. とうきゅう環境浄化財団, (一般) 助成研究 No.137, 111-182.
- 林 明・藤井英一・相場博明・宮下 治・坪内秀樹・馬場勝良・松川正樹 (1988) : 地質野外実習における生徒の行動と理解. 地学教育 41, 227-236.
- 松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下治・相場博明・坪内秀樹 (1991) : 多摩川中流域に分布する上総層群の古環境解析とそれに基づく地質野外学習教材の開発. 多摩川環境調査助成集 13, 1-270.
- 松川正樹・馬場勝良・相場博明・青野宏美・小荒井千人 (2004) : 多摩川中流域の上総層群の古環境. 日本地質学会第111年学術大会, 2004 千葉. 見学旅行案内書第G班 (多摩川), 79-92.
- 松川萬里子・松川正樹 (2005) : 地質野外学習を支援するシステム作りと授業実践—コロラド州と日本の比較を基に—. 東京学芸大学紀要 自然科学系 57, 195-232.

【資料1】地質野外実習で使用したワークシート。松川・松川（2005）を一部改編。

多摩川野外学習ワークシート（1）



ポイント①

確かめよう ・地層に見られる凹みはなんだろうか。

考えよう ・ここはどんな場所でしたか。

ポイント② ～ ④

確かめよう ・地層はどのように広がっているのだろうか。

確かめよう ・地層は水平なのか、それとも、少しかたむいているのだろうか。

確かめよう ・地層を作るものはなんだろう。

手ざわりなどの特徴	岩石の名前

まとめ ここで見られる地層が何枚あるのかを班で数えてみよう。

 枚

多摩川野外学習ワークシート（2）

ポイント③

確かめよう ・ここで見られる地層を作るものはなんだろう。

特徴	岩石の名前

ポイント④

確かめよう ・どんな化石が見られるか。

--

考えよう ・ここはどんな場所でしたか。

--

ポイント⑤

確かめよう ・個々で見られる地層を作るものはなんだろうか。

手ざわりなどの特徴	岩石の名前

確かめよう ・地層の中の化石には、どんなものがあつたのかをあげてみよう。

--

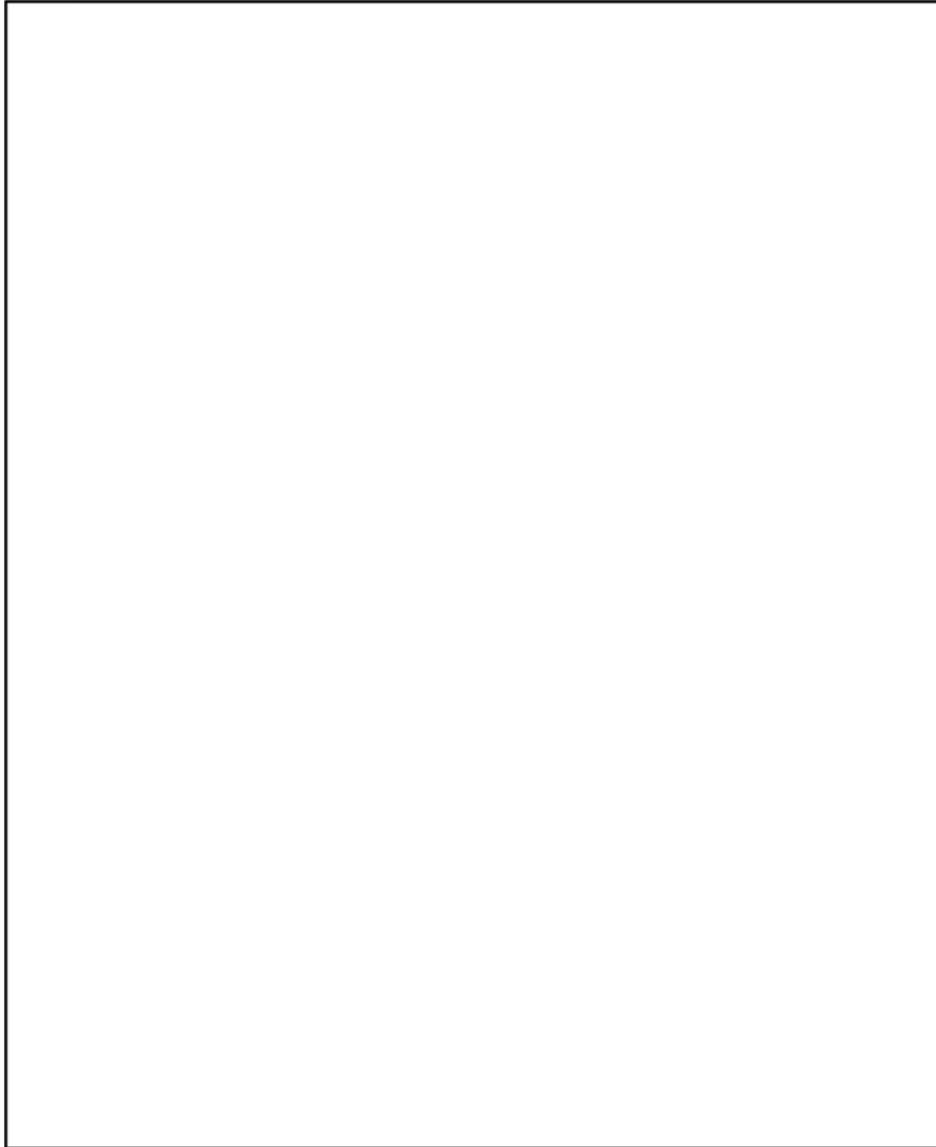
考えよう ・どんなところにすんでいたのだろうか。

--

多摩川野外学習ワークシート（3）

採集した化石がある人は、化石のスケッチをしよう。

絵の得意な人は、昔の多摩川のイメージを絵で表してみましょう。



1 実習内容の理解

- 1.1 地層の広がりの確認
(一人でできた 誰かと相談してできた できなかった)
- 1.2 地層の傾きの確認
(一人でできた 誰かと相談してできた できなかった)
- 1.3 泥・砂・れきの区別
(一人でできた 誰かと相談してできた できなかった)
- 1.4 地層の境目を見つけること
(一人でできた 誰かと相談してできた できなかった)
- 1.5 地層の凹みを足跡化石と確認
(一人でできた 誰かと相談してできた できなかった)
- 1.6 立木の化石とアナジャコ巣穴化石ができた順序を決めること
(わかった 説明を聞いてわかった 誰かと相談してわかった わからなかった)
- 1.7 化石を取ることができた
(貝化石 植物化石 その他 取れなかった)
- 1.8 地層が重なる順序から、地層は下ほど古いこと
(わかった 説明を聞いてわかった 誰かと相談してわかった わからなかった)
- 1.9 地層が重なる順序から、130 万年前の立川の環境が陸から海へと変化したこと
(わかった 説明を聞いてわかった 誰かと相談してわかった わからなかった)

2 地質野外学習の感想

- 2.1 時間
(長すぎる やや長い ちょうど良い やや短い 短すぎる)
- 2.2 内容の難易度
(難しすぎる やや難しい ちょうど良い やや簡単 簡単すぎる)
- 2.3 全体を通しての満足度
(楽しかった やや楽しかった ややつまらなかった つまらなかった)

【資料3】 中学1年生（中山中学校）に実施したチェックテストの集計結果

1 実習内容の理解

1.1 地層の広がり確認

	A組(28人)	B組(28人)	C組(27人)	合計	(%)	
一人でできた	6	6	10	22	27	96
誰かと相談してできた	19	22	16	57	70	
できなかった	2	0	0	2	2	
無回答	1	0	0	1	1	
N	28	28	26	82		

1.2 地層の傾きの確認

	A	B	C	合計	(%)	
一人でできた	13	9	12	34	41	95
誰かと相談してできた	12	18	14	44	54	
できなかった	1	1	1	3	4	
無回答	1	0	0	1	1	
N	27	28	27	82		

1.3 泥・砂・れきの区別

	A	B	C	合計	(%)	
一人でできた	12	15	12	39	47	93
誰かと相談してできた	14	13	11	38	46	
できなかった	1	0	3	4	5	
無回答	1	0	1	2	2	
N	28	28	27	83		

1.4 地層の境目を見つけること

	A	B	C	合計	(%)	
一人でできた	8	13	18	39	47	95
誰かと相談してできた	18	13	9	40	48	
できなかった	1	2	0	3	4	
無回答	1	0	0	1	1	
N	28	28	27	83		

1.5 地層の凹みを足跡化石と確認

	A	B	C	合計	(%)	
一人でできた	11	19	18	48	58	96
誰かと相談してできた	15	8	9	32	39	
できなかった	1	0	0	1	0	
無回答	1	1	0	2	2	
N	28	28	27	83		

1.6 切り株の化石とアナジャコの巣穴化石ができた順序を決めること

	A	B	C	合計	(%)	
わかった	4	2	3	9	11	88
説明をきいてわかった	16	19	13	48	60	
誰かと相談してわかった	2	6	5	13	16	
わからなかった	2	1	6	9	11	
無回答	1	0	0	1	1	
N	25	28	27	80		

1.7 化石を取ることができたか(複数選択回答可)

	A	B	C	合計	(%)
貝化石	25	22	23	70	84
植物化石	15	6	16	37	45
その他	2	3	0	5	6
とれなかった	1	3	1	5	6
無回答	1	0	0	1	

1.8 地層が重なる順序から、地層は下ほど古いこと

	A	B	C	合計	(%)	
わかった	14	12	15	41	50	95
説明をきいてわかった	10	10	9	29	35	
誰かと相談してわかった	2	5	1	8	10	
わからなかった	1	1	0	2	2	
無回答	1	0	1	2	2	
N	28	28	26	82		

1.9 地層が重なる順序から、130万年前の立川の環境が陸から海へと変化したこと

	A	B	C	合計	(%)	
わかった	4	5	8	17	21	94
説明をきいてわかった	18	15	16	49	60	
誰かと相談してわかった	4	6	1	11	13	
わからなかった	1	2	1	4	5	
無回答	1	0	0	1	1	
N	28	28	26	82		

2 地質野外学習の感想

2.1 時間

	A	B	C	合計	(%)	
長すぎる	1	3	1	5	6	
やや長い	2	9	4	15	18	
ちょうど良い	18	13	17	48	58	
やや短い	5	3	5	13	16	
短すぎる	2	0	0	2	2	
N	28	28	27	83		

2.2 内容の難易度

	A	B	C	合計	(%)	
難しすぎる	0	1	1	2	2	
やや難しい	7	17	4	28	34	
ちょうど良い	19	10	21	50	60	
やや簡単	1	0	1	2	2	
簡単すぎる	1	0	0	1	1	
N	28	28	27	83		

2.3 全体を通しての満足度

	A	B	C	合計	(%)	
楽しかった	23	13	22	58	71	99
やや楽しかった	4	14	5	23	28	
ややつまらなかった	0	0	0	0	0	
つまらなかった	1	0	0	1	1	
N	28	27	27	82		

教員研修：地質野外実習の研修における教員の行動と理解

松川正樹¹

1. 東京学芸大学・環境科学分野

1. はじめに

「立川-日野の多摩川河床」は地質の野外観察実習地として優れている。児童・生徒の野外実習の実施が期待される。実施のためには、指導する教員の指導力を養成する必要がある。東京学芸大学理科教員高度支援センターでは、毎年7月に、「立川-日野の多摩川河床」で教員研修を実施している。本論では、平成24年に実施した研修を基に、地質の野外実習の研修における教員の行動と理解について考察する。これまで、児童・生徒の行動と理解について考察した例はあるが、教員について考察した例は初めてである。なお、教員研修では、午前中は野外で観察と化石の採集、午後は室内でまとめの作業と130万年前の東京の環境を考察した。本論では、午前中に実施した野外での観察と化石の採集に関する行動と理解について考察する。

2. 研修の概要

東京学芸大学と東京都教職員センターとの共催による現職員研修で、「地質野外観察会-130万年前の東京の自然を復元しよう」という題目である。研修は、9:00~13:00まで野外での観察、14:00~17:00まで東京学芸大学でまとめを実施する。

2-1. 研修の内容

立川-日野の多摩川河床分布する130万年ほど前の上総層群小山田層の地層と化石を基に、当時の環境を復元した。その結果、地層の厚さ、僅か2mの範囲で陸から海、海から陸の環境に変化したことを化石により理解し、その要因を考察する。

2-2. 研修参加者

小学校教員が10名、中学校教員が9名、高校教員が1名、ろう学校1名、特別支援学校が1名の合計22名であった。教員経験年数は、5年未満が4名、5年~10年が10名、11年~15年が3名、16年~20年が1名で、20年以上が4名であった。

2-3. 研修の活動内容

研修者参加者は、立川市福祉会館バス停に集合した。その後、実習の内容を説明した後、実習に取りかかった。実習では、ワークシート1,2(図1,2)を用いて以下の活動をした。

① 地層を作る岩石の種類、粒度、色、厚さ、顔つき、横への広がり、傾きを観察し、柱状図を作成した。

② 「地層」の特徴を捉え、定義づけた。そして、地層の重なりは、下流側に向かうにつれて、上位になることを確認した。

③ ワークシートを用いて、地図上のポイント0からポイント14までの6地点で、地層の特徴を観察し、記録した。

④ 化石を採集した。

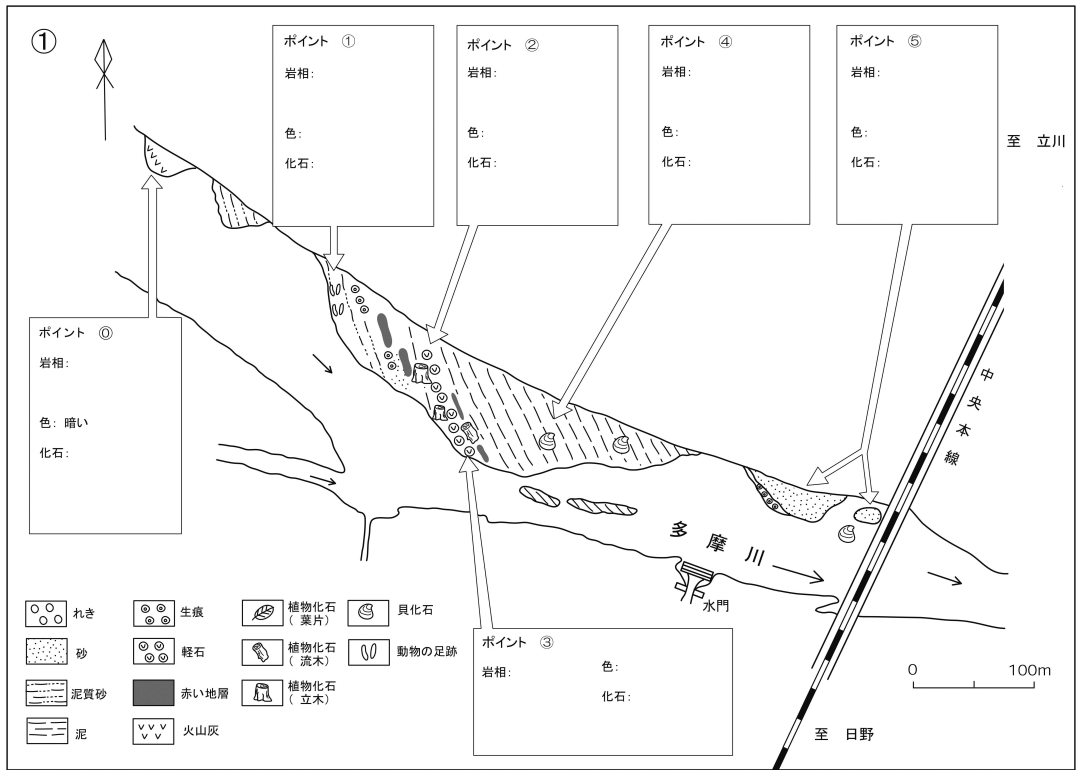


図1. ワークシート1:「立川-日野の多摩川河床」のB1地域

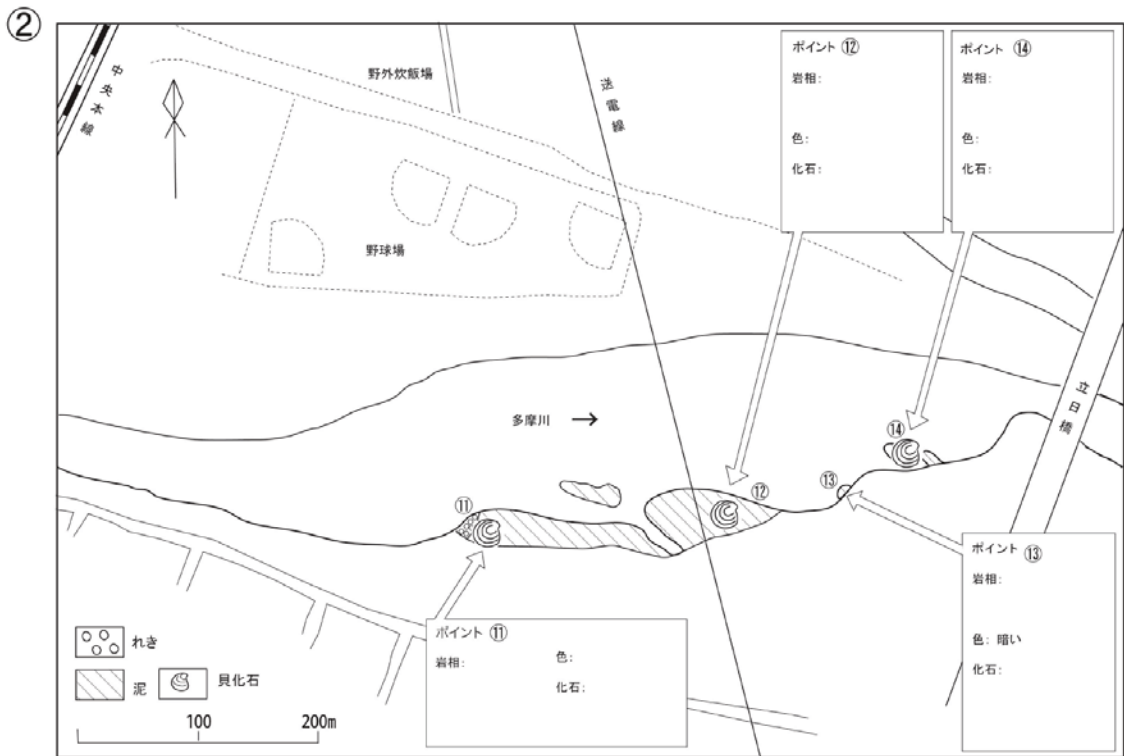


図2. ワークシート2:「立川-日野の多摩川河床」のB2地域

③

東京都日野の多摩川河床で見られる地層のまとめ

学校 年 組 番 氏名

厚さ (m)	観察地点	柱状図	粒 泥 砂 れき 度 れき 2 (mm)	陸 足跡	陸 植 物	産 出 化 石					有孔虫 生痕 (アナ ジャコ)	古 環 境	
						水 貝 ヌマコ ダキガイ (淡水性)	海 貝 カガミ ガイ	水 生 ヒメシ ラトリ	水 生 その他	陸水の影 響 れき、植物化石		海水の影 響 海水性貝化石 (カガミガイなど) 有孔虫化石	

岩相の示し方

泥	泥質砂
砂	れき
軽石	火山灰

産出化石の示し方

◎ 多い ○ ふう ▪ 少ない

産出するものが含まれていれば
で示す。
陸水・海水の両方の影響がある場合は
両方とも で示す。
次に、それぞれの中点に●をつけ
それぞれを線で結ぶ。

図3. ワークシート3: まとめ (総合柱状図の作成).

⑤ 室内で、観察して得たデータと採集した化石をもとに環境の変遷を総合柱状図にまとめた(図3).

3. 研修での各活動に関する行動目標

野外では、以下の内容を観察により、データを取り、判定できる能力が求められる。これらの活動は、学習指導要領で明記されている項目を含む。従って、以下の①～⑨の項目に関して、教員自身ができるようになれば、学習指導要領で明記されている項目の児童・生徒への指導が可能となる筈である。

- ① 単層と単層の境界を決めることができる
- ② 泥・砂・礫の区別ができる
- ③ 地層の厚さを測定できる
- ④ 地層の重なりを柱状図に表すことができる
- ⑤ 露頭の広がりを考慮して観察することができる
- ⑥ 切り株化石とアナジャコ化石の関係が理解できる
- ⑦ 地層の重なる順序から下の地層ほど古いこと
- ⑧ 陸と海の影響変化が地層の重なる順序からわかること
- ⑨ 観察記録をとることができる

4. 結果

研修後、調査用紙を配布し、研修参加者に自己診断してもらった。図4と5に調査結果を円グラフで表す。いずれの質問もN値は22である(図4, 5)。

1. 参加者の理科の得意・不得意を問うた。

70%程度は理科を得意としている。

2. 研修時間の長さを問うた。

70%程度は丁度良いと答えたが、残りは長いとした。時間の長さは適切と判断できる。

3. 研修の難易度を問うた。

50%が丁度良い、次いでやや難しい、さらにやや易しいであった。難易度は研修者にとって適切なものと判断できる。

4. 単層と単層の境界が区別できたか？

15%程度は一人でできたが、残りの85%は相談しながらできた。単層と単層の境界は、色の違い、削り面などで判断するが、一人で判断するには自信がないことを示している。経験を積むことにより判断することができるようになる。

5. 泥・砂・礫の区別ができるか？

40%程度は一人でできたが、残りの60%は相談しながらできた。人差し指と親指間に地層を作る堆積物を入れ、擦る。その感触が小麦粉のようにサラサラ、ツルツルならば、泥。ザラザラならば砂と説明したので、一人でできる人が多いと思われる。相談しながらできた人は、自身の判断の自信のなさの表れと思われる。

6. 地層の厚さを測定できること。

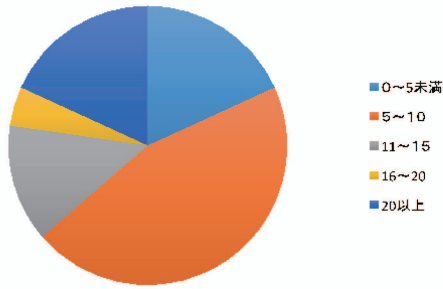
36%は一人でできたが、残りの64%は相談しながらできた。単層と単層の境界が区別できたことにより、単層の厚さを測ることが可能になる。単層と単層の区別が一人でできた人が、15%程度で、地層の厚さを一人で測定できたひとが36%いた。しかし、地層の厚さを一人で測定できた人の20%程度の人には単層と単層の境界を区別できずに地層の厚さを測定したことになる。

7. 地層の重なりを柱状図に表すことができる

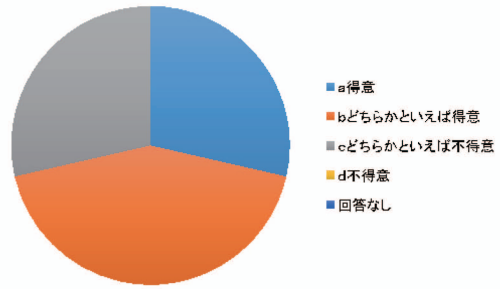
23%は一人でできたが、73%は相談しながらできた。そして、5%はできなかった。地質学の独特な作業である。地層の重なりを図に表現できないと、時間の変遷を理解するのは難しい。観察した内容を図に表現することは抽象化することになる。

8. 露頭の広がりやを考慮した観察ができること。

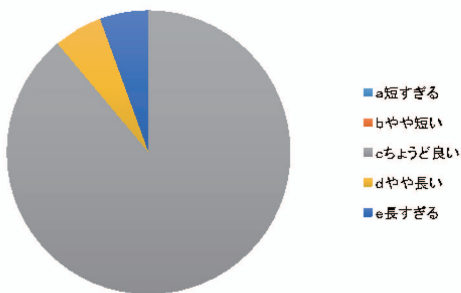
1. 参加者の教員経緯年数



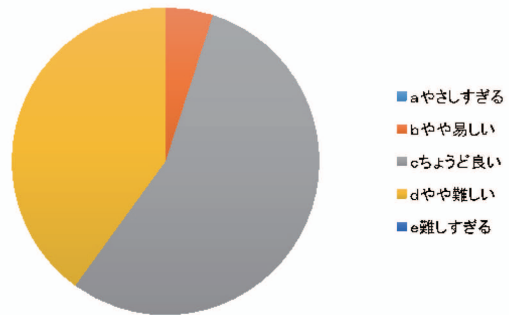
2. あなたにとって理科は得意な教科でしたか



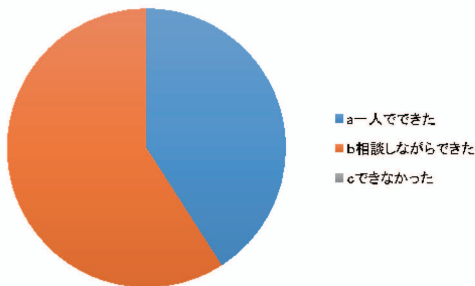
3. 実習時間は適切でしたか



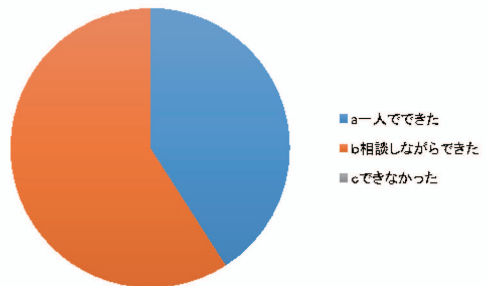
4. 実習の難易度は適切でしたか



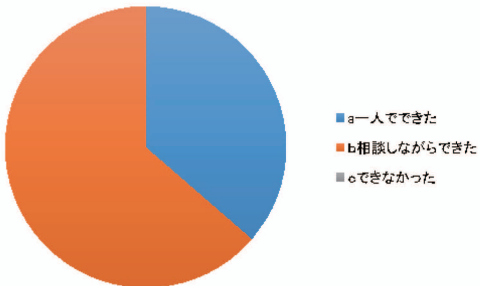
5. 単層と単層の境界の区別ができたか



6. 泥砂礫の区別ができたか



7. 地層の厚さを測定できたか



8. 地層の重なりを柱状図に表すことができる

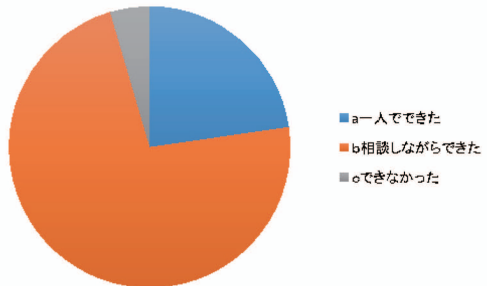
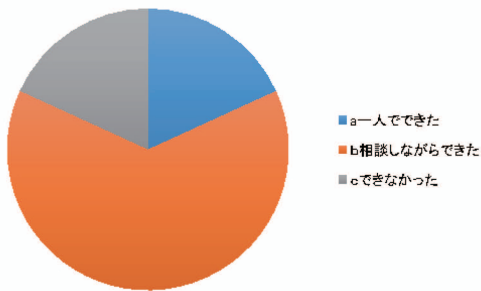
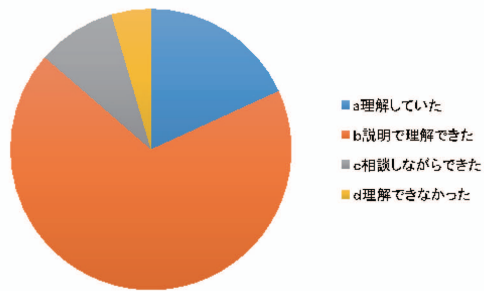


図4. 研修に参加した教員の経験年数, 理科の得意と不得意, 各活動に関する行動目標.

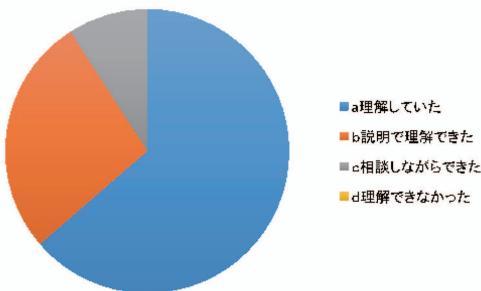
9. 露頭の広がりやを考慮した観察ができる



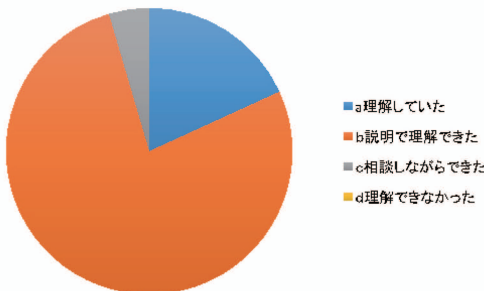
10. 切り株化石と穴じゃこ化石の関係が理解できる



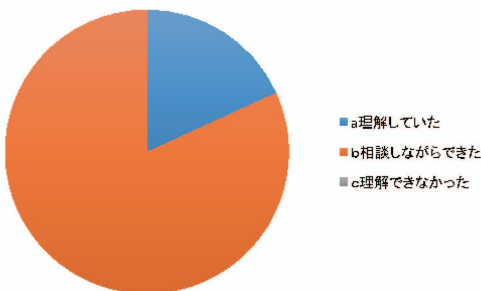
11. 地層の重なる順序から下の地層ほど古いこと



12. 陸と海の環境変化が地層の重なる順序からわかること



13. 観察記録をとることができる



14. 研修内容は学校でのどの活動に役に立ちますか。

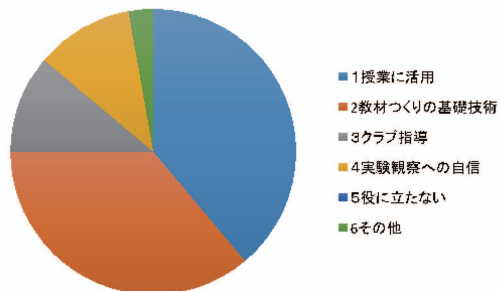


図5. 研修に参加した教員の各活動に関する行動目標。

18%は一人でできたが、64%は相談しながらできた。そして、18%はできなかった。地層の横への連続性を問うている。地層が水平方向へは連続しないことを確かめる。これは地層の特徴の1つである。地層の重なりを柱状図に表すことができた人に比べて、できた人が少ないのは、研修者の注意は層序方向に強く向けられていると判定される。

9. 切り株化石とアナジャコ化石の関係が理解できること。

18%は理解できたが、68%は説明をうけて理解できた。9%は相談しながら理解できた。そして、5%はできなかった。直立樹幹化石は樹木が陸上に生えていた証拠である。直立樹幹化石を取り囲む泥層にはアナジャコの巣の化石が沢山ある。アナジャコの巣の化石は泥層が浅海でできたことを示す。この異なる環境の形成について時間を追って説明することが求められた。直立樹幹化石の樹木の根のある地層が陸地を示す。これに気がつくか。否かである。この洞察が一人でできるか、誰かの助けを必要とするかである。一人でできなくてもこのような洞察の経験を積み、一

人でもできるようになるはずである。

10. 地層の重なる順序から下の地層ほど古いことと判断できること。

64%は理解できたが、27%は説明をうけて理解できた。9%は相談しながら理解できた。地質学を理解するための基本である。受講者の全員は、この基本を理解できた。

11. 陸と海の環境変化が地層の重なる順序からわかること。

18%は理解できたが、77%は説明をうけて理解できた。5%は相談しながら理解できた。地層の重なる順番を理解した上で、それに化石の情報を入れ込み、複合的に考察しなければならない。地層の重なる順序を理解した人に比べ、この操作で理解した人が減少したのは、複合的な考察が要求されたためと考えられる。また、化石を地層中から見つけ、その意味を理解しなければならないことも理解できた人が少なかったことの一因と思われる。

12. 観察記録をとること。

18%は理解できたが、82%は説明をうけて理解できた。観察の記録は、考察の基になる。考察のための記録を自身で判断してとれる人が少ないのは、地層の観察経験が少ないためと思われる。説明により、全員が記録を取れるようになったので、観察の機会を増やせばできるようになることを示す。

5. 考察

チェックテストの結果で示されるとおり、研修を受けた教員は行動目標の大多数を達成できたと判定される。これは、ワークシートを準備し、活動前に説明したため、教員の研修生は達成できたと思われる。この研修で、教員が認識や理解しにくい事象や事項に注目すべき点がある。

【教員の行動と認識】

教員は地層の広がりやを考慮した観察をすることが苦手である。これは、自分の周辺だけで観察を済ませてしまうことが原因である。この傾向は、高校生も同様である（林ほか、1988）。この実習では、環境の層序方向（時間変化）に注目しているので、地層の重なりやに注意を注がれたためと思われる。地層の側方への広がりやを考慮して観察させるには、その指示が必要である。

【教員の理解】

化石の示相性と堆積環境の推定では、直立樹幹化石を含む地層の堆積環境を浅い海と答えた教員が多数いた。それは、直立樹幹化石を取り囲む泥層にはアナジャコの巣の化石が沢山あることによる。しかし、説明で、「直立樹幹化石の樹木の根はどこにある」とのヒントに反応した教員がいた。自身でこの矛盾点に気がついた教員は少なかったと思う。しかし、例え、この矛盾に気がついて、それを解決するには至らなかった。地質学では、地層の重なる順番を辿り、時間の経過を認識するので、この考え方を身につければ自身でも矛盾点を解決できる筈である。経験を積むことが必要である。なお、この矛盾は、高校生も同様である（林ほか、1988）。

【教員と生徒の行動と理解】

林ほか（1988）は、「立川-日野の多摩川河床」で、今回の教員研修に用いたほぼ同様のワークシートを用いて、地質の野外観察実習を実施した。そして、今回の教員研修と同様に行動目標を定め、チェックテストで活動の到達度を測定した。その結果と今回の結果を比較すると、非常に類似する。これは、地層の観察、それに基づく考察をするときの初心者が示す行動や理解が同様であることを示す。従って、教員が野外で児童・生徒に指導する際は、自身の経験の無い、初学者

のころの観察力や理解について思いだし、自身が理解を深めた過程を思い出すのが良いと思われる。

引用文献

林 明・藤井英一・相場博明・宮下 治・坪内秀樹・馬場勝良・松川正樹（1988）：地質野外実習における生徒の行動と理解. 地学教育 41, 227 - 236.

多摩川中流域に分布する上総層群の残された問題の解決、総括的研究と
地質野外実習教材の改訂

(研究助成・学術研究VOL. 45—NO. 321)

著 者 松川 正樹

発行日 2016年11月

発行者 公益財団法人とうきゅう環境財団

〒150-0002

東京都渋谷区渋谷1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)

TEL (03) 3400-9142

FAX (03) 3400-9141

<http://www.tokyuenv.or.jp/>