

関東平野西縁, 加治丘陵に分布する下部更新統  
仏子層下部の層相と古環境\*

関東平野西縁丘陵団体研究グループ\*\*

Facies and paleoenvironment of the lower part of the Bushi Formation from Kaji Hill,  
on the western Kanto Plain\*

Collaborative Research Group for Geology of the Western Hills of the Kanto Plain\*\*

**Abstract** The Hanno Formation, Bushi Formation and Toyooka Formation are distributed on Kaji Hill, a hill on the western edge of the Kanto Plain, central Japan. The Lower Pleistocene Bushi Formation is composed of silt, sandstone, and conglomerate, as well as interbedded tephra. The authors carried out a study of the lower part of the Bushi Formation, dividing it into Units 1 to 5 in ascending order, based on erosional surface, facies, sedimentary structure, and fossils. And after examination of seven key tephra beds, the variations in facies of each unit were recognized. Unit 1 was deposited in tidal flat and swamp, Unit 2 were various sedimentary environments, Unit 3 was deposited in estuary and tidal flat, while Unit 4 was deposited by braided streams, the western area of Unit 5 has alluvial fan sediments, while on the east there are swamp or marsh sediments.

Unit 2 is further divided into four subunits; 2-a to 2-d in ascending order. Unit 2 begins with braided river and swamp facies of Subunit 2-a; progresses to the estuary and tidal flat facies of Subunit 2-b; though the ravinement surface; then the Subunit 2-c -Gravel with rounded cobble- a transgressive lag, and finishes with littoral facies of Subunit 2-d. Therefore, Unit 2 was deposited under the strong influence of a sea-level change. The transgression which brought this was probably the first large-scale transgression after the deposition of the Hanno Formation. Based on the results of fission track dating of the tephra, and comparison of the strata at each location, the age of this transgression is about 2.0Ma.

**Key Words :**Lower Pleistocene, western Kanto Plain, Bushi Formation, tephra, paleoenvironment, ravinement surface, transgressive lag

## はじめに

東京都から埼玉県にかけての関東平野西縁部に分布する多摩・加住・草花・狹山・加治・高麗・毛呂山などの丘陵は関東平野西縁丘陵と総称される(第1図)。これらの丘陵の主体をなしている地層は下部更新統とされ、多摩丘陵西部では礫層(河川性)→泥層(干潟・汽水内湾性)→砂層(海浜・浅海性)という堆積サイクルが6回認められる(高野1994)。一方、加住丘陵より北の丘陵では中古生界の基盤岩類を不整合におおう礫層を主体とする陸成層からなっている。礫層は各丘陵ごとに加住礫層、大荷田礫層、飯能礫層(福田・高野1951; 羽鳥・寿円1958)などとよばれている。竹

越ほか(1979)は、これらの礫層を飯能礫層と総称し、下部層と上部層に区分した。これらの地層は、関東堆積盆地縁辺部における堆積過程、古環境の解析、後背地の隆起過程を解明する上で重要である。

筆者らは1990年以来、関東平野西縁丘陵地域の鮮新-更新統の層序・構造・堆積年代・古環境の解明をめざして調査・研究をすすめてきた。このなかで加住丘陵地域において、加住礫層下部層とその基盤岩類の分布形態、加住礫層下部層堆積時の古環境などを明らかにし、FT年代や産出化石の検討から、加住礫層下部層の堆積年代が、従来の見解より古くなり、鮮新世末に限定されることを報告した(関東平野西縁丘陵研究グループ1995)。

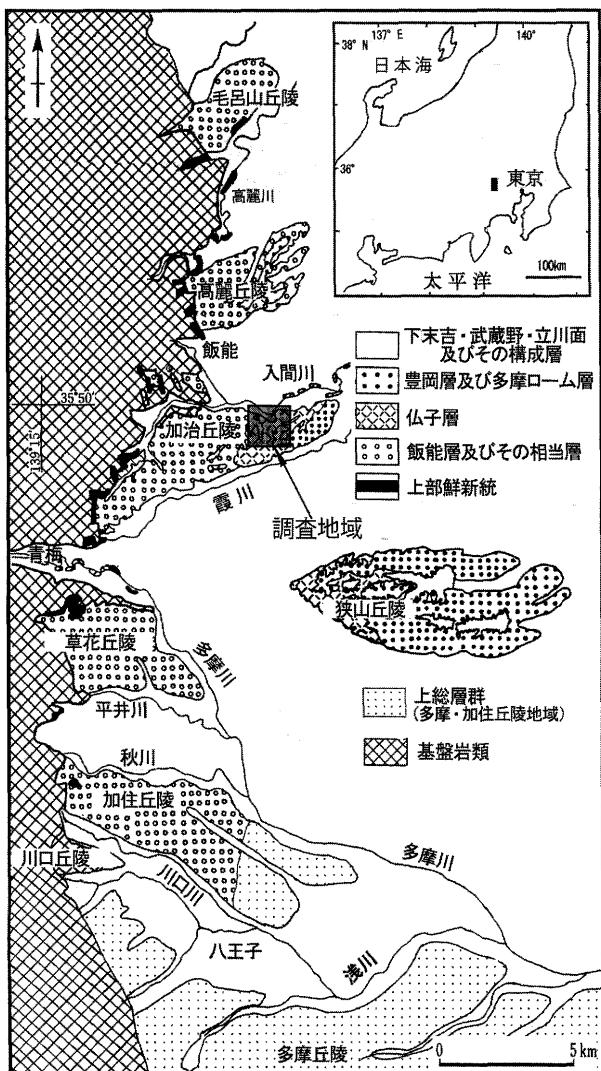
2010年1月21日受付、2010年6月17日受理。

\* 地学団体研究会第61回総会(大阪)(2007), 日本地質学会関東支部第2回研究発表会(2008)で一部を発表。

\*\* 久津間文隆\*(所沢中央高校) 久保田郁夫(妻沼高校) 倉川博<sup>○</sup>(所沢西高校) 小林健助<sup>○</sup>(元小鹿野中) 小林忠夫(地球科学研究センター) 駒井潔<sup>○</sup>(大井高校) 正田浩司<sup>○</sup>(所沢高校) 関根栄一<sup>○</sup>(秩父一中) 田浦泉(首都大学東京) 竹越智<sup>○</sup>(地球科学研究センター) 豊岡明子<sup>○</sup>(元大島中) 仲川信一<sup>△</sup>(元都立青山高校) 榎井尊(埼玉県立自然の博物館) 橋屋功<sup>○</sup>(元滑川総合高校) 平社定夫<sup>○</sup>(元岩槻高校) 武藤博士<sup>△</sup>(元芝学園) 無印:埼玉支部, □:新潟支部, △:東京支部。執筆者<sup>○</sup>執筆責任者

連絡先:〒359-1155 所沢市北野新町2-5-11 埼玉県立所沢西高等学校 倉川博

c/o KURAKAWA Hiroshi, Tokorozawa-nishi High School, Tokorozawa City, Saitama Pref., 359-1155, Japan



第1図 位置図（調査地域は□の範囲）

Fig. 1 Location map, box indicates study area

その後、筆者らは調査地域を加治丘陵・毛呂山丘陵に広げ、基盤岩類の中古生界と飯能礫層との不整合の分布や形態についての研究を進めてきた（関東平野西縁丘陵団研グループ 1999）。一方、これらと並行して筆者の一人である正田は、飯能礫層下部層に含まれるテフラの広域対比から飯能礫層下部層の堆積年代が2.9Maまでさかのばることを明らかにした（正田ほか 2005）。筆者らは飯能礫層基底の不整合の形成過程やその年代、それにひきつづく山地側の隆起過程、すなわち飯能礫層上部層の堆積過程を知る上では、飯能礫層の堆積年代の認定が重要と考えているが、飯能礫層上部層は年代を示す資料が乏しい。そのため、飯能礫層に整合に重なり化石やテフラの豊富な仏子層（福田・高野 1951；堀口ほか 1977；植木・酒井 2007）に着目し、2006年以降は加治丘陵に分布する仏子層の調査をすすめている。

本論では、新しく得られたデータをもとに、仏子層下部（堀口ほか（1977）のA部層からC部層）を、堆積過程を考慮した視点から検討した。その結果、仏子層下部は5つのユニ

ットに区分されることがわかった。また、仏子層下部中にラビンメント面およびその上位に重なる海進ラグ（フィールドネーム“ころころ石”）の存在を確認した（関東平野西縁丘陵団体研究グループ 2007；久津間・関東平野西縁丘陵団体研究グループ 2008）。これをもたらした海進は、飯能礫層堆積後最初の大規模海進の可能性があり、この海進の年代はテフラのFT年代測定と各地との対比の結果を総合すると、2.0Maごろになることが判明したので報告する。

また、後で詳しく述べるように仏子層下部中に鍵テフラとなるAZU090, AZU100, AZU150, AZU200, AZU250, AZU300, AZU400を認定したので併せて報告する。

## 研究史

堀口ほか（1977）は仏子粘土層（福田・高野 1951）とよばれていた地層を、入間川沿いでの精度の高い調査にもとづき、はさまれる4枚の礫層に着目して下部よりAからEの5つの部層に区分し仏子層として再定義した。入間川流域での仏子層の全層厚は113mで、走向はNS～NNW・SSEで、東へ2～3°傾斜しているとした。

仏子層からはこれまでに豊富な化石が産出しており、化石の記載や古環境解析などの研究がすすめられてきた。代表的なものは *Stegodon aurorae* の体化石（堀口ほか 1977；坂本ほか 1988）、化石林（笛井化石林グループ 1984）、貝化石（小幡 1997）、生痕化石（小幡ほか 1991）、足跡化石（入間川足跡化石発掘調査団 1993）、花粉化石（榆井 1992, 1995）、珪藻化石（入間市加治丘陵自然環境調査研究会 1991；入間川足跡化石発掘調査団 1993, 1995, 2003）、昆虫化石（林 1996；Hayashi 1997, 1999）などである。

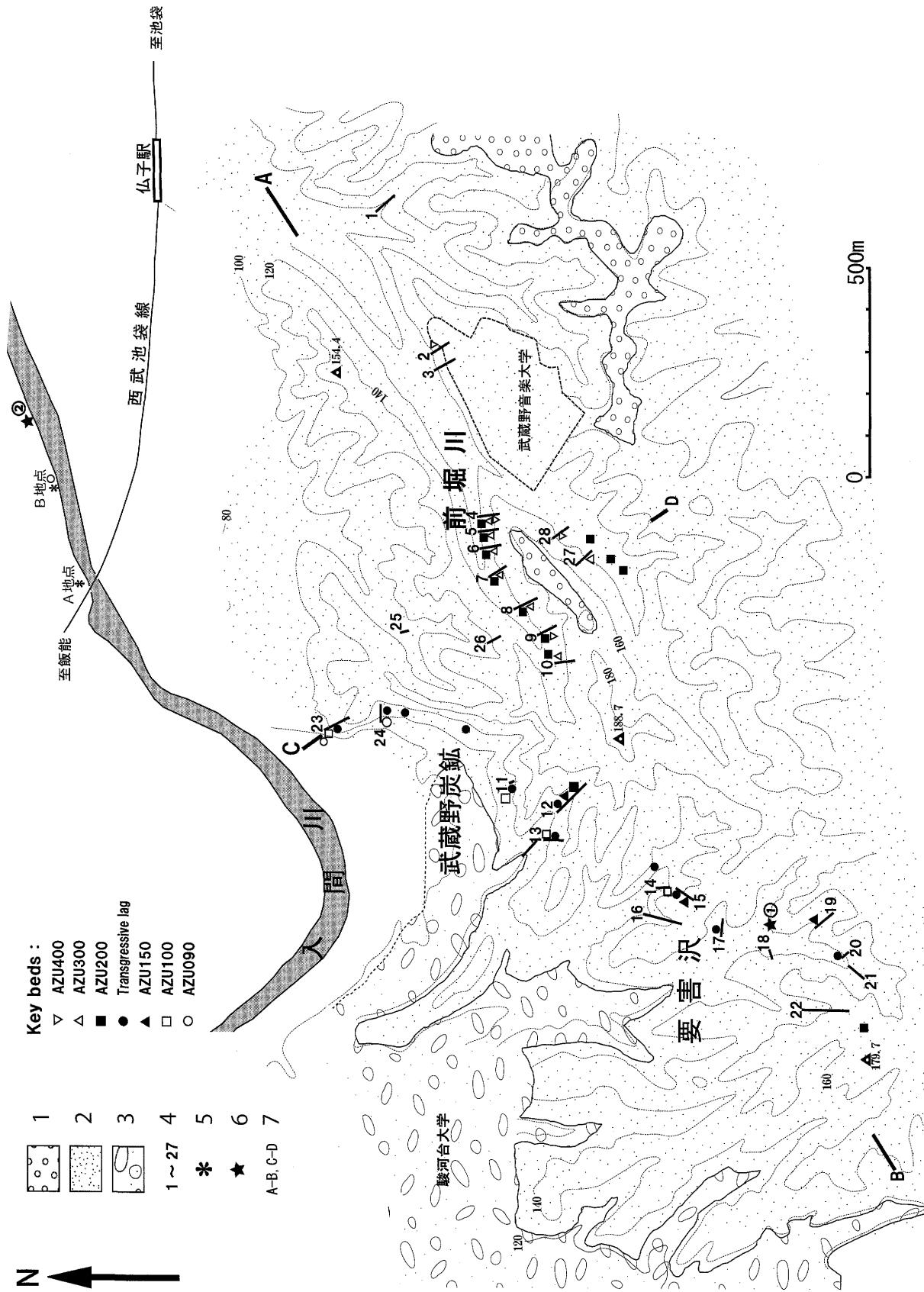
本地域において、植木・酒井（2007）は従来の研究を総括し、竹越ほか（1979）の飯能礫層下部層を新たに小曾木層として命名・定義し、飯能礫層上部層を飯能層と再定義した。一方、仏子層は従来の定義にしたがって仏子層とよんでいる。また、仏子層を不整合で覆う地層を豊岡層（従来の豊岡礫層）と呼んだ。本論では植木・酒井（2007）の定義にしたがい、飯能層、仏子層、豊岡層という名称を用いる。

なお、本論は、2009年6月にIUGS（国際地質科学連合）執行委員会が批准した新しい第四紀の定義にもとづき、鮮新世と更新世の境界を2.588Maとして記述している。

## 調査地域および地形・地質概説

加治丘陵は青梅市から入間市にかけて関東山地から東北東方向へ半島状に伸びる東西約10.5km、南北約3kmの細長い丘陵である。標高は西の青梅市で250m、東にいくにしたがって高度を下げ入間市で140mとなる。丘陵の北側には入間川、丘陵の南側には霞川が流れ、丘陵はそれぞれの支流である要害沢、小布施川、唐沢川、前堀川などによって開析されている。丘陵の分水嶺は全体的に南（霞川側）に偏っている。

調査地域は入間川流域および、加治丘陵内を南から北へ流



第2図 地質図  
 1: 豊岡層 2: 仏子層 3: 飯能層 4: 柱状圖位置 5: 足跡化石発掘地点 6: 貝化石産出地点 7: 第3図 a,bにおける断面線の位置  
 Fig. 2 Geological map 1: Toyooka Formation 2: Bushi Formation 3: Hanno Formation 4: Location in stratigraphic column  
 5: Excavation site of fossil footprint 6: Discovery point of molluscan fossils 7: Cross section line in Fig.3

れる入間川支流の要害沢流域から前堀川流域の東西約2.5km、南北約2.0kmの約5km<sup>2</sup>の範囲である（第2図）。丘陵の北側の地域で谷が深く露出状況が良いので、調査は、北側斜面を中心におこなった。

筆者らの調査対象である堀口ほか（1977）のA部層～C部層は、丘陵内では各部層の基底をなす礫層の連続性があまりよくなく、舌状に延びているような形態をもつと考えられる場合や、礫層が水平的には消滅する場合もあった。そのため、堀口ほか（1977）が区分したA部層～C部層は、仏子層下部として一括しても差し支えないと判断した。以下筆者らの見解によって記述する。

調査にあたっては、調査精度を高めるために、1万分の1国土基本図や2万5000分の1地形図に記されている三角点や水準点、独立標高点を基準点にして、オートレベル、ハンドレベルにより水準測量をおこない標高を求めた。

第2図は調査地域の地質図である。調査地域内には、下から飯能層、仏子層、豊岡層、低位段丘堆積物が分布している。飯能層はおもに淘汰不良な巨礫層からなる扇状地性の礫層である（石垣・竹越 1982）。砂岩、チャートなどの礫が多いが、風化した石英閃緑岩礫を特徴的に含む。仏子層は主にシルト層、砂層、礫層からなり、テフラ層を挟在している。豊岡層は淘汰不良の大礫からなる礫層である。含まれる礫は主にチャート、砂岩で、砂岩はほとんどがいわゆる“くさり礫”となっている。なお、第2図中に示した仏子層中のマーク○、□、▲、●、■、△、▽は調査地域内で確認された鍵層で、下位よりそれぞれAZU090、AZU100、AZU150、海進ラグ、AZU200、AZU300、AZU400である。詳しくは後述する。また、第2図中の数字1～28は柱状図（第3図）の作成地点を示している。なお、調査地域内には、現在国内で操業している数カ所の炭鉱のうちの1ヶ所であり、仏子層に挟在する亜炭層を採炭している日豊鉱業株式会社・武藏野炭鉱がある。また、国内5例目、関東地方では最初の発見となった仏子層から産出した*Stegodon aurorae* の足跡化石の発掘地（入間川足跡化石発掘調査団 1995）を第2図中に\*印（A地点およびB地点の2ヶ所）で示した。第3図は連続地質柱状図である。第2図に示した地点においてでそれぞれ縮尺20分の1の柱状図を作成したものを簡略化し、西から東および北から南（第3図）に配列した。仏子層を中心に示してあるため、仏子層下位の飯能層、上位の豊岡層は簡略化してある。なお、仏子層中で確認された鍵層（AZU090、AZU100、AZU150、海進ラグ、AZU200、AZU300、AZU400）の連続を実線で示した。

なお、通称“阿須の切り通し”（または仏子の切り通し、地点23）でおこなわれた県道拡幅工事において大規模な露頭が出現した（関東平野西縁丘陵団体研究グループ 2010）。その際に露頭面（N54°E方向）におけるAZU090、AZU100の高度変化をオートレベルを用いて測定した結果、見かけの傾斜はAZU090が2.5°E、AZU100が2.2°Eであった。また、

地点4,7,24の3点におけるAZU200の出現高度から求めた走向傾斜はN15°W2.2°Eとなった。この走向に基づいて大露頭のAZU090、AZU100の真の傾斜を計算するとそれぞれ2.6°E、2.4°Eとなった。このことは下位ほど地層の傾斜が急で上位ほど傾斜がゆるくなっていることを示している。

### 仏子層下部のテフラ

仏子層全体からは合計35枚のテフラ層が報告されている（堀口ほか 1977）が、今回の調査地域では、層序を検討するのに有効な7枚のテフラ層を認め、下位よりAZU090、AZU100、AZU150、AZU200、AZU250、AZU300、AZU400とした。AZU150、AZU200、AZU300については調査地域内での対比を確実にするため角閃石の屈折率を測定した。その結果を第4図、第1表に示す。屈折率の測定には首都大学東京の温度変化型屈折率測定装置（RIMS 2000：京都フィッショントラック製）を用いた。以下、簡単にそれぞれのテフラ層を記載する。各テフラの露頭位置は第2図、層準は、第3図、第5図に示した。

#### AZU090

阿須の切り通し（地点23）、阿須運動公園脇（地点24）で認められた。仏子層下部のユニット1（ユニット区分については後述。以下、同様。）の上部に挟在する層厚約20cmのゴマ塩状結晶質テフラ層で、斑晶鉱物として、長石、斜方輝石を多く含む。入間川本流では入間川足跡化石発掘調査団（1993）のB地点（下流側）の足跡化石を埋積するテフラ層である。

#### AZU100（フィールドネーム：シャリタフ）

武藏野炭鉱奥の沢（地点13）、武藏野炭鉱の露天掘り跡地奥の沢（地点14）、あけぼの子どもの森公園（地点11）、阿須の切り通し（地点23）で、ユニット2-a中に挟在する。本テフラは、ガラス質テフラ層で、地点14では層厚75cmである。やや厚手の火山ガラスを主体とし、斑晶鉱物としてわずかに斜方輝石を含む。村松（2008）により1.98±0.2Maのフィッショントラック年代が報告されている。

#### AZU150

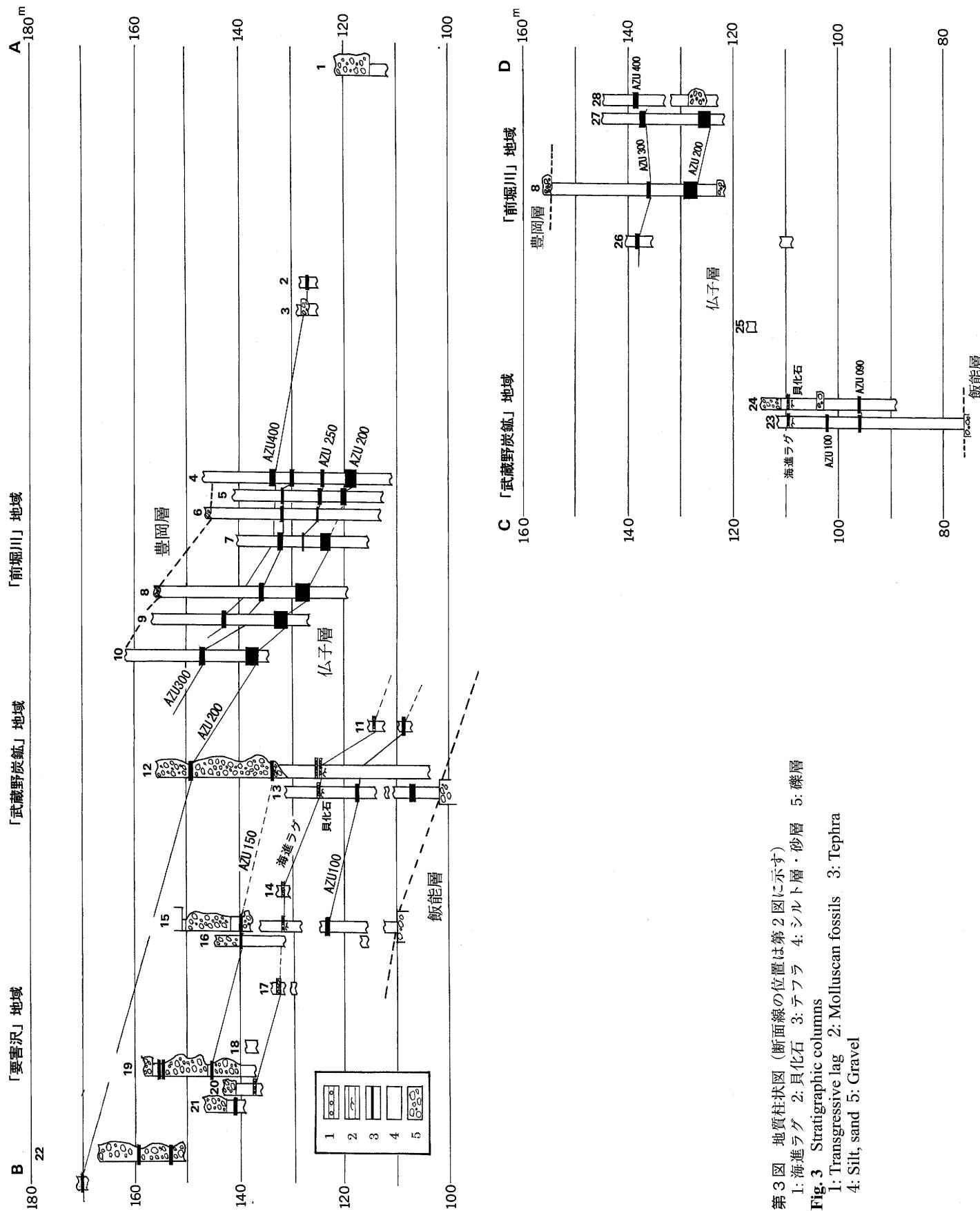
武藏野炭鉱奥の沢（地点12）、露天掘り跡地奥の枝沢（地点15）、要害沢地域（地点19）で認められるやや粗粒の結晶質テフラ層である。ユニット4中に挟在する。斑晶鉱物として角閃石、斜長石を多く含み、高温型石英がよく認められるのが特徴である。角閃石の屈折率（n<sub>2</sub>）は、1.667～1.681の範囲内にあり、AZU200、AZU300に比べやや低く、誤差範囲内でよく一致する。

#### AZU200（フィールドネーム：TUP）

武藏野音楽大学の脇を流れる前堀川の川沿いに連続して露出する。ピンク色がかかった火山灰質シルト層を主体とし、最も厚い地点27では約2mの層厚があり、最上部に約20cmのゴマ塩状の結晶質テフラ層をのせている。このテフラ層のピンク色がかかった部分には斜方輝石が多く含まれるが、上部

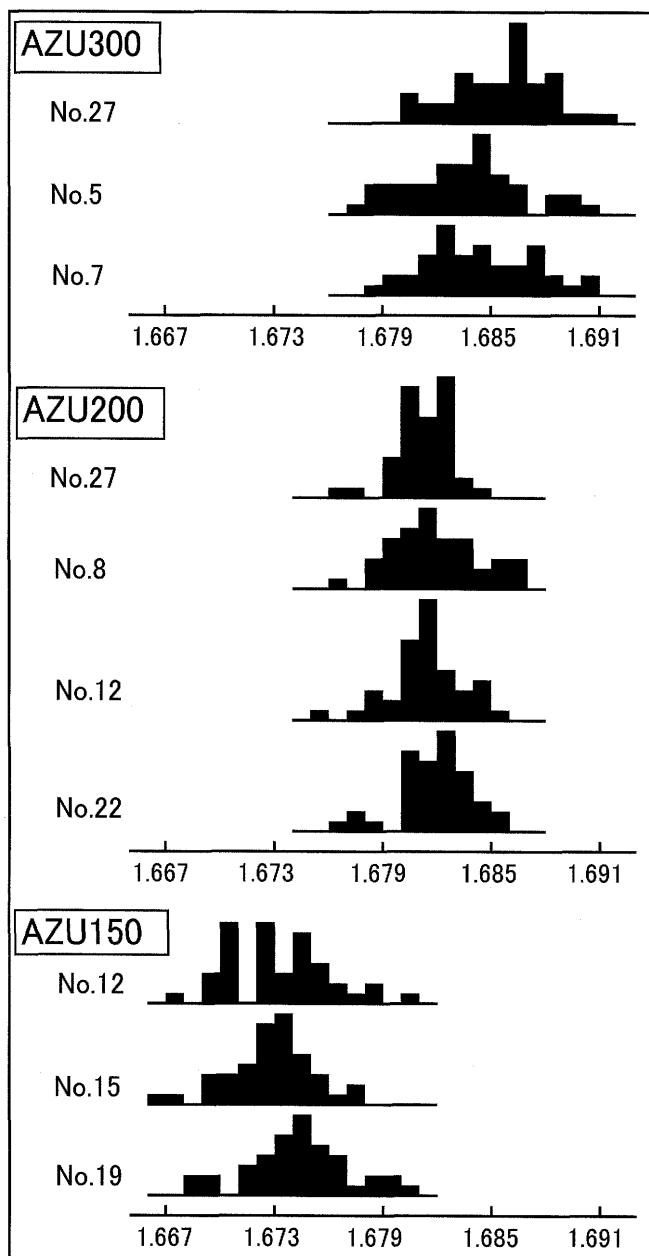
## 関東平野西縁、加治丘陵に分布する仏子層下部の層相・古環境

163



第3図 地質柱状図(断面線の位置は第2図に示す)

- Fig. 3 Stratigraphic columns  
 1: Transgressive lag 2: Molluscan fossils 3: Tephra  
 4: Silt, sand 5: Gravel



第4図 各テフラ中の角閃石の屈折率 ( $n_2$ )  
Fig.4 Histogram of refractive indices of amphibole ( $n_2$ )

ゴマ塩状の部分には黒光りする角閃石が多く含まれるのが特徴である。角閃石の屈折率 ( $n_2$ ) は、1.676 – 1.687 の範囲内にあり、誤差範囲内でよく一致する。この上下のセットはユニット5中に挟在し、本調査地域内のよい鍵層となっている。前堀川北の沢の支流（地点4~10）にも連続する。武藏野炭鉱奥の沢（地点12）では上述の海進ラグの約20m上位のレキ層中に認められる。さらに要害沢地域の地点22（金子神社付近の尾根上）へと連続する。

#### AZU250

前堀川北の沢の支流（地点4, 5, 6, 7）で分布が認められた。層厚は地点4では70cm、地点6では40cmである。斑晶鉱物として角閃石や斜方輝石を多く含む軽石質のテフラで、露頭では3つのユニットが認められる。下部は斑晶鉱物

Tephra	spot	range	mean	n
AZU300	27	1.681–1.692	1.686	42
	5	1.678–1.691	1.684	43
	7	1.680–1.690	1.684	41
AZU200	27	1.677–1.685	1.682	40
	8	1.677–1.687	1.682	41
	12	1.676–1.686	1.682	40
	22	1.677–1.686	1.682	40
AZU150	12	1.668–1.681	1.674	40
	15	1.667–1.678	1.673	40
	19	1.669–1.681	1.675	40

第1表 主要テフラ中の角閃石の屈折率 ( $n_2$ )  
Table 1 Refractive indices of amphibole ( $n_2$ )

として角閃石、斜方輝石を多く含む粒径2mm程度の軽石である。中部も角閃石、斜方輝石を多く含む粒径2mm程度の軽石を主体とするが、灰色の岩片も多く含まれる。上部は2~4mmの白色の軽石粒が多く、斑晶鉱物として長柱状の角閃石を含む。なお、層準は、第3図に表記した。

#### AZU300

前堀川の支流（地点27）と北側の前堀川北の沢に流れ込む支流（地点4~8, 10）、さらに北側の地点26などに分布する。層厚約40cmで下部はピンク色の岩片を多く含む鶯色のテフラ質粗粒砂で、中部に紫灰色のテフラ質シルトの薄層を挟み、上部には円磨されていない白色の軽石粒を含む。軽石粒の中には斑晶鉱物として角閃石と長石を多く含む。この中に含まれる角閃石の屈折率 ( $n_2$ ) は、1.678 – 1.692でAZU150, AZU200に比してやや高い。

#### AZU400（フィールドネーム：MMC）

前堀川の支流（地点28）、前堀川北の沢の支流（地点4, 9）に分布する。層厚約65cmの白色細粒ガラス質テフラ層である。薄手のバブルウォール型火山ガラスを主体とし、下部に火山豆石が密集する部分がある。斑晶鉱物としてわずかに斜方輝石、角閃石、高温型石英を含む。植木ほか（2006）はこれを上総層群黄和田層中の鍵テフラKd44に対比した。村松（2008）では、 $1.81 \pm 0.1$  Maの年代が得られている。

今回は以上の7枚のテフラ層を鍵層として用いたが、AZU090より下位にも何枚かのテフラ層が含まれている。入間川足跡化石発掘調査団（1995）のアケボノゾウの足跡化石発掘A地点（上流側）を埋積する軽石質テフラ層はAZU090の下位にある中部亜炭層中に挟まれる。

#### 貝化石

調査地域の仏子層下部には貝化石層準が認められ、これはサブユニット2-b（後述）に相当する。代表的な産出地点は、要害沢河床（第2図の★①）および入間川本流の河床（第2図の★②）である。

貝化石は保存状態が悪く、すべてキャストであるが、巻貝3種、二枚貝13種が得られた（第2表）。二枚貝の産状から

産地	種名	生息深度	底質	生息域
貝	1 <i>Batillaria zonalis</i> (Bruguiere) イボウミニナ	内湾・干潟、潮間帯中～下部	泥底	北海道南部～西太平洋
	2 <i>Cerithidea(Cerithideopsis) djadjariensis</i> (Martin) カワアイガイ	内湾・干潟、潮間帯	泥底	房総～東南アジア
	3 <i>Crepidula</i> sp. エゾフネガイ属			
二枚貝	4 <i>Scapharca kagoshimensis</i> (Tokunaga) サルボウガイ	内湾、潮下帶上部～20m	砂泥底	北海道南部～台湾
	5 <i>Septifer keenae</i> Nomura ヒメイガイ	岩礁、潮間帯下～30m	岩礁	北海道南部～九州
	6 <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg) マガキ	気水性内湾、潮間帯～潮下帶	泥底礫底	日本～東南アジア
	7 <i>Trapezium liratum</i> (Reeve) ウネナシトマヤガイ	汽水、潮間帯	礫に付着	本州～インド熱帯太平洋
	8 <i>Lucinoma annulatum</i> (Reeve) ツキガイモドキ	25～670m	砂泥底	東シナ海～カリフォルニア
	9 <i>Fulvia mutica</i> (Reeve) トリガイ	内湾10～30m	砂泥底	陸奥湾～中国沿岸
	10 <i>Macoma incongrua</i> v. Martens ヒメシラトリガイ	内湾、潮間帯～50m	泥底	アラスカ～九州
貝	11 <i>Macoma</i> sp. シラトリガイ属			
	12 <i>Mactra veneriformis</i> Deshayes in Reeve シオフキガイ	潮間帯下部～20m	砂泥底	宮城沖～中国沿岸
	13 <i>Cyclina sinensis</i> (Gmelin) オキシジミ	内湾・潮間帯下部～20m	泥底	房総以南～中国南岸
	14 <i>Phacosoma japonicum</i> (Reeve) カガミガイ	内湾・潮間帯下部～60m	細砂底	北海道西南部～中国南岸
	15 <i>Sinonovacula constricta</i> (Lamarck) アグマキガイ	内湾、潮間帯下部	泥底	瀬戸内～中国沿岸
	16 <i>Cyathodononta granulosa</i> (Adamus & Reeve) スナゴスエモノガイ	10～100m	細砂底	房総以南～九州

产地： \* ; 産出地点① ☆ ; 産出地点② (第2図に図示)

和名・学名・生息環境はおもに奥谷(2000)によった

第2表 貝化石リスト  
Table 2 List of molluscan fossils

他生群集と見られるが、*Batillaria zonalis* イボウミニナ、*Cerithideopsis djadjariensis* カワアイガイ、*Scapharca kagoshimensis* サルボウガイ、*Cyclina sinensis* オキシジミは表面彫刻がよく残されており、堆積時には貝殻の摩耗は少なく、生息場所はそれほど離れていたとみられる。また、*Batillaria zonalis*、*Cyclina sinensis* の個体数が最も多く、この群集を代表している。したがって、この群集は干潟の砂泥底の種を主体とし、潮下帶～湾央部の細砂底に棲息する種をまじえたものであると考えられる。

### 層相および堆積環境

調査地域の地質は東西方向において層相や層厚の変化があることから、西から東へ「要害沢」地域、「武藏野炭鉱」地域、および、「前堀川」地域の3本の地質柱状図(第5図)で表現した。なお、「武藏野炭鉱」地域は“阿須の切り通し”(地点23)およびその南(地点24)を中心に作成したものである。また、「前堀川」地域の柱状図の最上部に示した砂礫層は堀口ほか(1977)のD部層基底にあたる。この砂礫層は前堀川周辺には分布しないことから、「前堀川」地域のさらに東の水晶沢(地点1)で作成した柱状図を元に図学的に「前堀川」地域に移して書き込んだものである。

本論では、仏子層下部を侵食面、層相、テフラ層同定による堆積年代等に基づき、ユニット1～ユニット5に分けた。ここで区分した各ユニットは、堆積過程の1単元と対応する。さらに、ユニット2については、層相を主にサブユニット2-a～サブユニット2-dに細分した。これらの区分は、1堆積単元(ユニット)中の堆積過程の変化を反映している。以

下に、ユニットごとの層相、堆積環境について述べる。

### ユニット1

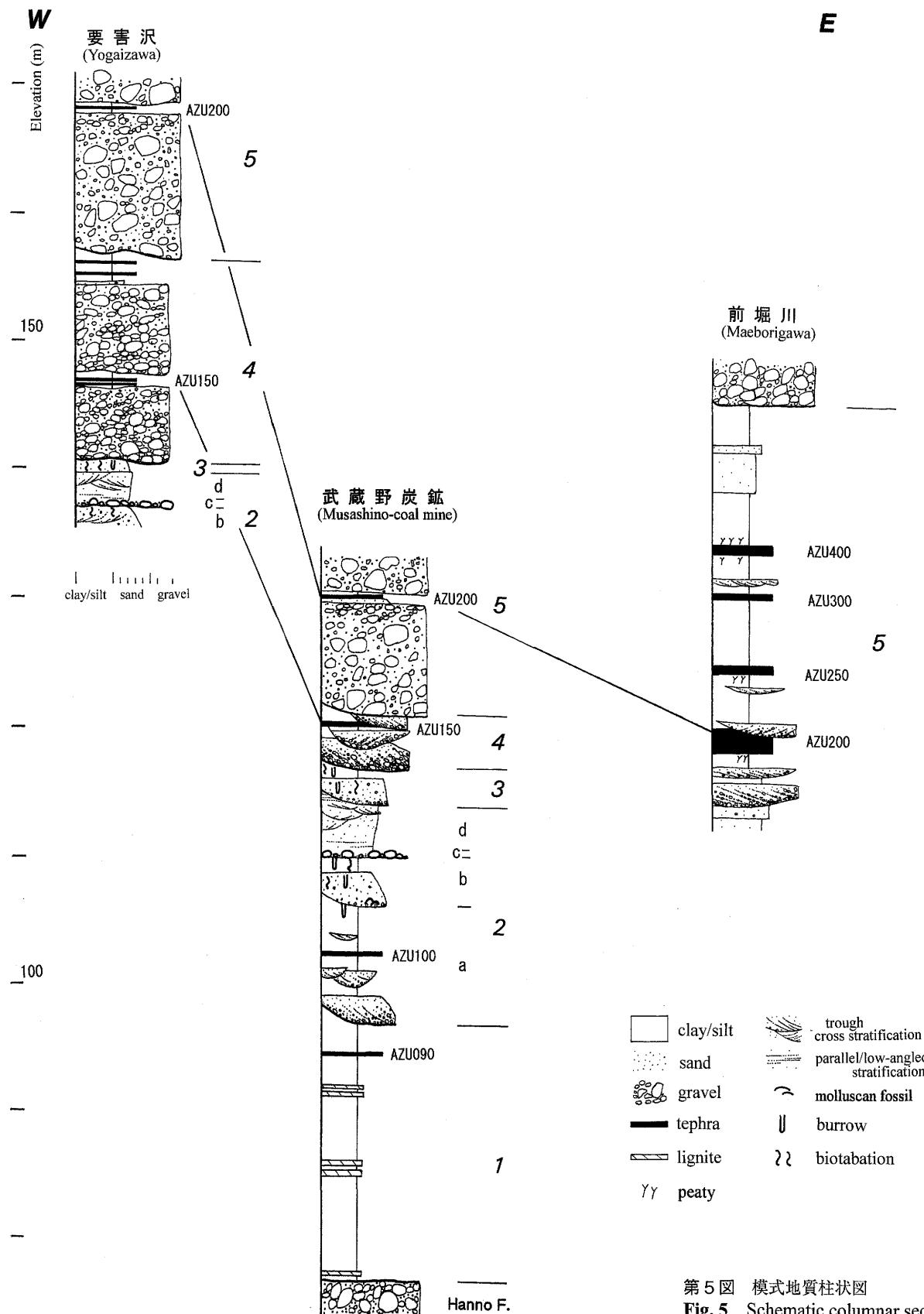
#### 層相

本ユニットは「武藏野炭鉱」地域において観察される。下位の飯能層から漸移し、地点23(阿須の切り通し)では22.0mの厚さをもつ、青灰色～黒灰色のシルト層および砂質シルト層を主体とし、全体に亜炭質で炭化した黒色の植物片が含まれる。中部および上部には数層の亜炭層(lignite)が、下部には薄い亜炭層が挟まれる。これらを下位から「下部亜炭層」「中部亜炭層」「上部亜炭層」とよぶ。また、数多くのテフラが認められ、上部亜炭層の上位にはAZU090が挟在する。

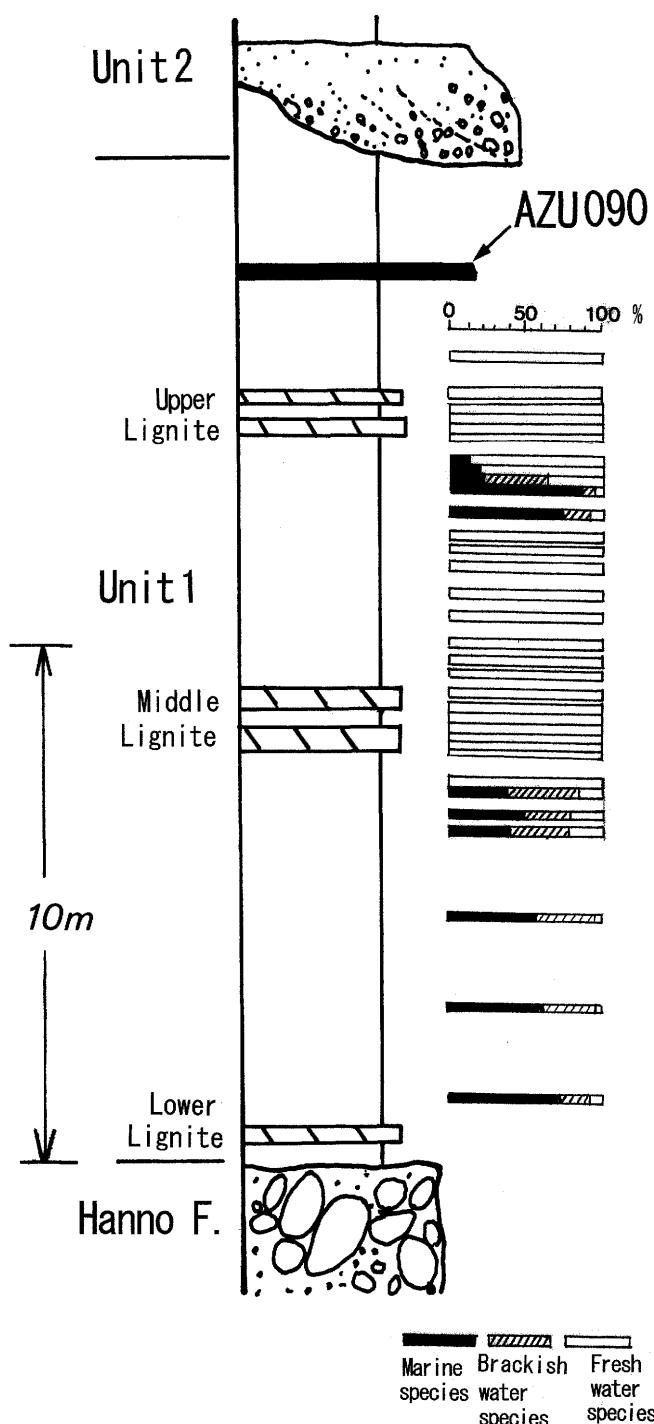
入間市加治丘陵自然環境調査研究会(1991)および入間川足跡化石発掘調査団(1993)では、下部亜炭層直上から上位の珪藻化石の分析が行われている(第6図)。それらによると、下部亜炭層と中部亜炭層との間および上部亜炭層下位の約1.0mは大部分が海水泥質干潟指標種群と汽水泥質干潟指標種群で占められ、それら以外の層準(亜炭層を含む)では大部分が沼澤指標種群(淡水、水深が1m内外で一面に植物が繁殖している)で占められている。また、泥質干潟指標種群の産出層準では上位に向かって海棲種が減少していく傾向が認められる。

#### 堆積環境

珪藻化石分析によれば、下部亜炭層と中部亜炭層の間および上部亜炭層下位約1.0mは泥質干潟の堆積環境が導かれる。また、それら以外の層準では、河成の流路やポイントバー堆



第5図 模式地質柱状図  
**Fig. 5** Schematic columnar sections



第6図 仏子層下部ユニット1の珪藻化石の分析結果  
入間市加治丘陵自然環境調査研究会（1991）および入間川足跡化石発掘調査団（1993）から作成した。

**Fig. 6** Diagram of fossil diatom from Unit 1  
Modified from Iruma City Kaji Hill Natural Environment Research Group (1991) and Iruma River Trace Fossil Research Group (1993).

積物のような粗粒堆積物が認められないこともあわせて検討すると、堆積環境は流水の影響のない沼澤地と考えられる。このように、ユニット1は海と陸の境界地域において、泥質干潟および沼澤地がくり返す中で形成されたと考えられる。

## ユニット2

### 層相

本ユニットは「武藏野炭鉱」地域（地点12, 13, 23, 24）において観察される。地点23（阿須の切り通し）では厚さ15.6mで、3~4mの凹凸をもったチャネル状の侵食面をもってユニット1に重なる。下位よりサブユニット2-a：砂礫層-シルト層、サブユニット2-b：生物擾乱泥質砂層-シルト層、サブユニット2-c：含円礫砂礫層、サブユニット2-d：上方粗粒化斜交層理砂層に分けられる。

サブユニット2-a 厚さ7~12mで、下部はチャネルの発達が顕著である。チャネルの深さは0.5~2mで、トラフ状斜交層理の発達した中礫、細礫および中粒砂に充填される。チャネル内の堆積物は上方に向かい細粒化し、チャネルは上位の砂質シルト層に覆われる。また、これらのチャネルは上方に向かい小型化し、充填する堆積物の粒径も細粒化する。一方、上部ではチャネルは認められず、灰褐色のシルト層を主体とし、一部で亜炭質となる。このシルト層中にはAZU100テフラが挟在する。

サブユニット2-b 厚さ2~5mで、明瞭な侵食面をもってサブユニット2-aに重なる。泥質で細礫を含んだ淘汰不良の中粒砂層を主体とし、最上部には青灰色シルト層を伴う。最下部に中礫~細礫サイズの角礫が混入することがあり、このようなところでは下位をチャネル状に削り込み、トラフ型斜交層理が発達する。全体に生物擾乱が著しく、生物擾乱構造を切って円筒状生痕化石（第7図）が認められる。生痕化石の断面は直径約1cmの円形で、厚さ1~3mmの泥の裏打ちを持ち、芯は細礫や中粒砂によって充填されている。これらは層理面にほぼ垂直下方に伸び、いくつかに分岐し側方にひろがる。このような特徴からこの生痕化石は *Thalassinoides* isp.に同定される。また、本サブユニットから前述のように、*Batillaria zonalis* および *Cyclina sinensis* を優占種とする15種の貝化石が産出する（第2表）。

サブユニット2-c 厚さ0.1~1.7m、超円礫~円礫を含んだ中礫~大礫を主体とした砂礫層で、下位のサブユニット2-bに約0.5mの凹凸のある侵食面をもって重なる。

サブユニット2-cは次の2つのタイプに分けられる。

①タイプ：厚さ0.1~0.5mで、礫径は10~15cmで最大20cm程度、基質は中粒~細粒砂である。基質支持を示し、淘汰が悪い。礫はやや扁平で円磨の程度は超円礫~円礫、表面は良くみがかれており、礫種はほとんどが弱い熱変成作用を受けた砂岩である。基質成分は少なく、露頭においてはこれらの礫が一列に配列していることが多く（第8図-1）、このような産状から筆者らは“ころころ石”と呼んだ（関東平野西縁丘陵団体研究グループ2007）。多くの調査地点で以上の産状を示すが、阿須の切り通しの南（地点24）では、厚さは約0.3mで、良く円磨された大礫のほかに中礫や細礫を含む。基質はシルト質中粒砂で、淘汰が悪く基質支持を示す（第8図-2）。なお、武藏野炭鉱奥（地点12, 13）ではこの

第7図 円筒状生痕化石 *Thalassinoides* isp.

地点 23：阿須の切り通し。

**Fig. 7** *Thalassinoides* isp.

Loc.23: Large Outcrop of Bushi Formation

砂礫層の上位にも厚さ約10cmの①タイプの砂礫層が認められ、これら2層の砂礫層の間には低角層理および生物擾乱の発達した厚さ0.68mの細粒砂層が分布する。この細粒砂層と上位の砂礫層とは5~10cmの凹凸のある侵食面で接する。

②タイプ：24のさらに南の沢では厚さ1.7mで中礫を主体とし、基質は中粒~粗粒砂で①タイプ同様の礫が含まれる。淘汰は普通、礫支持で成層構造や礫のインプリケーションが認められる（第8図-3）。

サブユニット2-d 厚さ2~4mでサブユニット2-cの上位に漸移的に重なる。粒径は上部に向かい粗粒化する傾向をもつ。下部は細粒~中粒砂層、低角層理や平行層理が発達する。上部は中粒砂層でセットの厚さ15~60cmのトラフ型斜交層理が発達する。さらに、この上位には平行層理の発達する中粒砂層も認められることがある。上部の斜交層理や平行層理の基底には細礫やシルト偽礫が含まれる。

#### 堆積環境

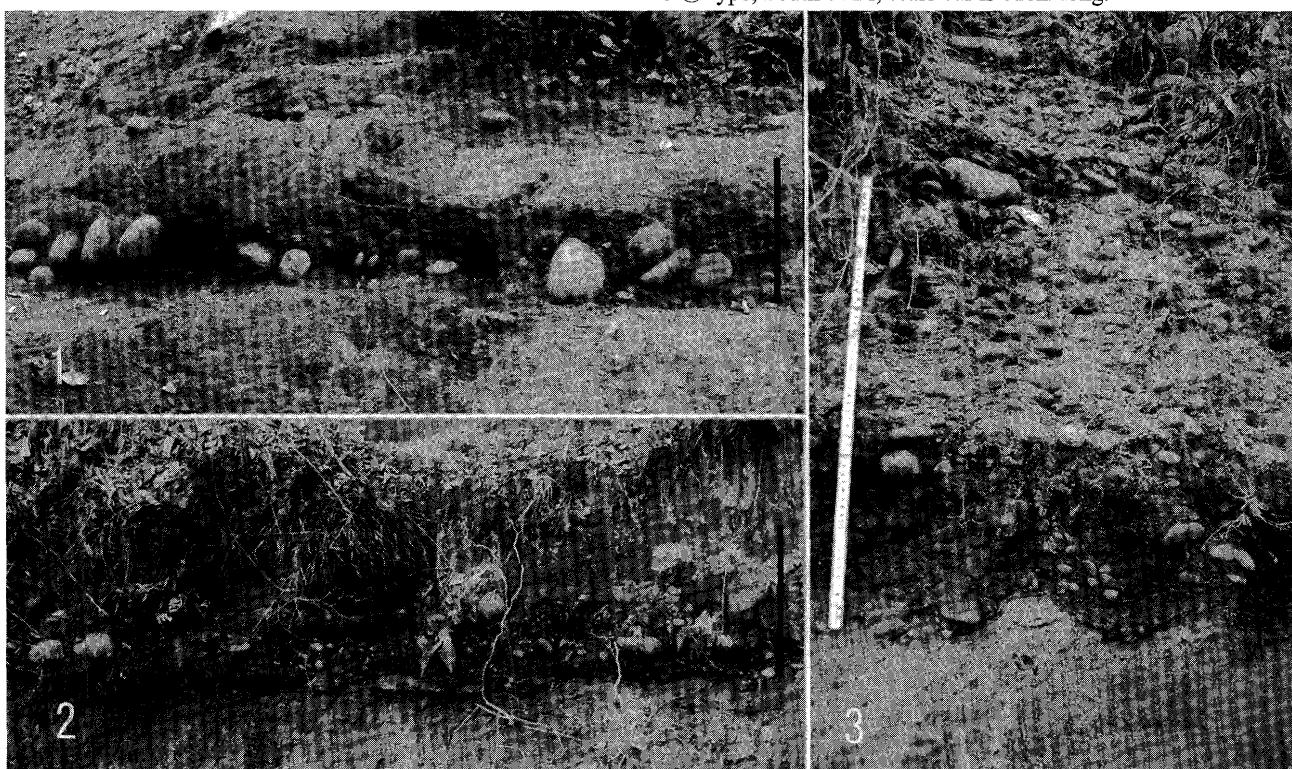
サブユニット2-a 本ユニット下部に分布するチャネルの充填物はMiall（1978）の岩相コードGtに、上部のシルト層は

第8図 サブユニット2-c（含円礫砂礫層）の層相

- 1 ①タイプ（海進ラグ） 地点 12：武藏野炭鉱、スケールは40cm。
- 2 ①タイプ、地点 24：地点 23 の南、スケールは40cm。
- 3 ②タイプ、地点 24 のさらに南、スケールは62cm。

**Fig. 8** Facies of Subunit 2-c: Gravel with rounded cobbles

- 1 ① type (transgressive lag)  
Loc.12: Musashino-coal mine, scale bar is 40cm long.
- 2 ① type, Loc.24: South of Loc.23, scale bar is 40cm long.
- 3 ② type, South of 24, scale bar is 62cm long.



Fm か Fsc にあたる。Miall は Gt を網状河川の小チャネル充填物、Fm, Fsc を氾濫原や後背湿地堆積物と解釈している。このことから 2-a の下部は網状河川のチャネル、そして、上部にもかく湿地へと堆積環境が変化したことが示され、2-a はこのような堆積環境の変化を反映した堆積物といえる。サブユニット 2-b チャネル状の侵食面および淘汰不良の中粒砂層は、河口における削り込みとその後の河口充填堆積物と解釈される。また、産出する貝化石は内湾奥の干潟や潮下帯から湾央部にかけての堆積環境を示す。このことから 2-b の淘汰不良の中粒砂層は河口、その上位のシルト層は泥質干潟の堆積環境と解釈される。

サブユニット 2-c ①タイプは侵食面上に重なる不淘汰な砂礫層であることから、侵食面はラビンメント面、砂礫層は海進ラグと考えられる。なお、海進ラグについて、関東平野西縁丘陵団体研究グループ（2007）は海進時において前浜で円磨された砂礫が重力流によって沖合に移動し、ラビンメント面上に堆積したと考えた。②タイプは成層構造やインプリケーションを持つことから、掃流（traction current）の影響を受けた堆積物で、①タイプが海底の流れで移動・再堆積したものと考えられる。

サブユニット 2-d 上方粗粒化する砂層で、下部の平行層理や低角層理をもった細粒～中粒砂層は下部外浜、また、上部のトラフ型斜交層理の発達した中粒砂層は上部外浜、この上位に認められる平行層理をもった中粒砂層は前浜の堆積環境を考えられる。このように 2-d は、上方浅海化累重を示す海浜平野システム（斎藤 1989 など）を構成する堆積物と考えられる。

以上のように、ユニット 2 は下位より 2-a（網状河川相、湿地相）、2-b（河口・干潟相）、ラビンメント面、2-c（海進ラグ）、そして、2-d（下部外浜、上部外浜および前浜相）と移り変わる。このような一連の累重は後述するように 1 回の海水準変動を反映して堆積したものと考えられる。

### ユニット 3

#### 層相

本ユニットは「武藏野炭鉱」地域（地点 23, 24）および「要害沢」地域（地点 19, 20）において観察される。下位のサブユニット 2-d に明瞭な侵食面をもって重なる。本ユニットは厚さ 2m 以上、細粒から中粒砂層とその上位の砂質シルト層からなり、いずれも生物擾乱が著しい。砂層は泥質で細礫を混入し、最下部には下位をチャネル状に削り、厚さ 0.1m ～ 0.3m の細礫層が認められることがある。また、サブユニット 2-b と同じ円筒状生痕化石 (*Thalassinoides isp.*) が認められる。

小幡ほか（1991）は入間市仏子の入間川右岸から円筒状生痕化石 *Spongeliomorpha* および *Thalassinoides* の産出を報告しているが、筆者らの調査ではこれらの産出層準は本ユニットにあたる。小幡ほか（1991）は産出する珪藻化石等から、

これらの円筒状生痕化石が火山灰質シルト・砂を底質とする干潟に形成されたと考えた。

#### 堆積環境

ユニット 3 は層相がサブユニット 2-b と類似することから、堆積環境も同様と考えられる。筆者らはサブユニット 2-b を河口および干潟と考えたが、これは小幡ほか（1991）による堆積環境の推定とも調和的である。

### ユニット 4

#### 層相

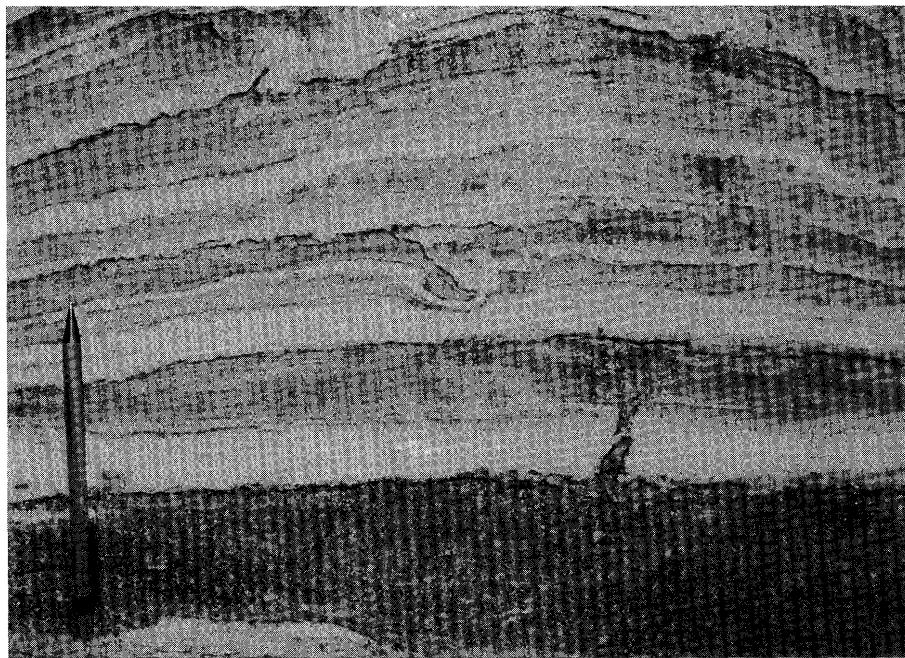
本ユニットは「要害沢」地域（地点 15, 19, 20, 21）、および、「武藏野炭鉱」地域（地点 12, 24）において観察される。両地域では層相や厚さが異なるが、両地域において AZU150 が挟在することから同ユニットとした。

地点 19 では全体の厚さが 16.0m、中礫を主体とした砂礫層（厚さ約 7 ～ 8m）とその上位の塊状のシルト層（1 ～ 2.5m）のセットが 2 枚観察される。セット基底の砂礫層は下位とは明瞭な侵食面をもって接し、基質は中粒～粗粒砂で礫支持、トラフ型斜交層理が認められることがある。1 セット中の砂礫層とシルト層は漸移し、境界面（シルト層の基底面）には約 1m の凹凸が認められる。シルト層中には数枚のテフラ層が挟まれ、それらの中から AZU150 が確認された。

一方、地点 24 では厚さが 4.0m で、チャネルがよく発達する。基底の侵食面は明瞭でサブユニット 2-d にまでおよび、侵食面上には深さ 2 ～ 3m のチャネルが認められる。チャネル内はトラフ型斜交層理の発達した中礫および細礫を主体とし、基質は中粒～粗粒砂で礫支持である。チャネル内の堆積物は上方に細粒化し、チャネルは弱い平行層理をもったシルト層に覆われる。チャネルは上方ほど小型化し、充填する堆積物は細粒化する傾向を、またチャネル内の砂礫層からその上位のシルト層へ移行する層準では、逆級化構造が認められる（第 9 図）。

#### 堆積環境

Miall（1977）は本ユニットのように下位と明瞭な侵食面で接し、シルト層を挟む砂礫層は網状河川堆積物の特徴であることを示した。また、「要害沢」地域の砂礫層は Miall（1978）の岩相コード Gm に、「武藏野炭鉱」地域は Gt に相当し、両地域のシルト層は Fm や Fsc に類似する。Miall（1978）は Gm を網状河川のチャネルやバー、Gt を網状河川の小チャネル充填物、Fm および Fsc を氾濫原や後背湿地の堆積物と解釈している。さらに、逆級化構造は河川の氾濫堆積物の示相構造とされる（鈴木 1995, 2000）。このことから、本ユニットは網状河川のチャネル、バーおよび湿地（氾濫原）の堆積物と考えられる。なお、「要害沢」地域において砂礫層とその上位のシルト層の境界面が凹凸を持つのは、形成当時の網状河川の地形（チャネルやバーおよび湿地等）を反映しているものと考えられる。



第9図 ユニット4中の逆級化構造  
地点24：地点23の南、  
ペンの長さは14cm。

Fig. 9 Reverse grading in unit 4  
Loc.24: South of Loc.23, pencil is 14cm long.

## ユニット5

### 層相

本ユニットは「要害沢」地域（地点15, 16, 19, 22）、「武藏野炭鉱」地域（地点12, 24）および、「前堀川」地域（地点4～10）において観察される。これら3地域において層相や厚さが異なるがAZU200が挟在することから同ユニットとした。

「要害沢」地域では厚さ13m以上である。下位とは明瞭な侵食面をもって接し、大礫～中礫を主体とした砂礫層で一部では巨礫やテフラの偽礫を含む。基質は中粒砂で、厚さ1m以下の塊状シルト層を挟む。淘汰は普通で礫支持である場合と、淘汰が悪く基質支持である場合がある。また、「武藏野炭鉱」地域も「要害沢」地域と類似の層相を持ち、厚さ12.8m以上でシルト層を挟む大礫～中礫を主体とした砂礫層である。

一方、「前堀川」地域では基底は観察されないが、厚さ35mにわたってユニット5が露出している。砂質の青灰色のシルト層主体と炭化した黒色植物片を含む。シルト層は厚さ20～30cmの泥炭質シルト層に変化することがある。また、下部の約7mにはチャネル状に砂礫層が挟まる。チャネルの深さは0.1～1mで、チャネル内は中礫・細礫から細粒砂までが上方に細粒化し、トラフ型斜交層理が発達する。これらのチャネル内の砂礫層はチャネル上位のシルト層に漸移的に覆われる。また、チャネルは上部に向かい規模が小型化し、チャネル内の堆積物は細粒化する。シルト層中には下位よりAZU200, AZU250, AZU300およびAZU400テフラが挟在する。

### 堆積環境

「要害沢」地域および「武藏野炭鉱」地域では、本ユニットの砂礫層は不淘汰で基質支持であるケースと淘汰は普通で

礫支持であるケースとがある。前者の特徴はMiall (1978)の岩相コードGmsと一致し、MiallはGmsを土石流堆積物と解釈している。また、後者の砂礫層はGm、砂礫層に挟まれるシルト層はFmかFscにあたる。したがって、網状河川のチャネル、バーおよび湿地（氾濫原）に堆積したことが考えられる。このようなことから、本地域のユニット5は土石流および網状河川両者の堆積作用が働く場に堆積したことが考えられる。Miall (1982)は、GmsとGmが混在する堆積環境として扇状地の例を示し、八木下（2001）は土石流堆積物が普遍的に存在する堆積環境としては扇状地やファンデルタの上流部をあげた。以上のことやユニット5からは海の要素（海棲生物の化石等）が認められないことから、「要害沢」地域および「武藏野炭鉱」地域の本ユニットの堆積環境は扇状地と解釈される。

一方、「前堀川」地域では、シルト層を主体としていることから基本的に湿地や沼沢地の堆積環境が考えられる。また、下部ではチャネル状の砂礫層が分布することから、湿地や沼沢地にしばしば洪水流の流入があったが、上部ではそれもなくなり安定した湿地や沼沢地の環境が続いたと考えられる。

## 考 察

### ユニット区分と堆積過程

仏子層下部のユニット区分に関して、それぞれの堆積過程を検討する。

#### ユニット1

下部亜炭層層準の珪藻化石分析結果がないが、下位の飯能層（陸成層）から漸移し、中部および上部亜炭層層準が沼沢地相であることから、下部亜炭層層準も沼沢地相と判断される。したがって、ユニット1は下位より沼沢地相、泥質干潟

相、沼沢地相、泥質干潟相そして沼沢地相と累重していることになる。また、入間市加治丘陵自然環境調査研究会（1991）は、泥質干潟相層準では上位に向かって海棲種が減少していくことから上位ほど汽水ないし淡水の影響が増加したと考えた。これは、泥質干潟相層上位に沼沢地相が重なることを考慮すると、上位ほど海退が進んだと考えて良い。したがって、泥質干潟相および沼沢地相（亜炭層を含む）は、海進から始まり海退で終わる1堆積単元（1堆積シーケンス）とみることができる。

以上のことから、ユニット1は、飯能層（陸成層）から継続する堆積単元である下部亜炭層層準の上位に泥質干潟相～沼沢地相という堆積単元（堆積シーケンス）が2つ累重していると考えることができる。

## ユニット2

ユニット2は前述のような堆積環境の変化を持つが、これらは次のような1回の海水準変動に伴う堆積環境と考えられる。すなわち、ユニット2基底の侵食面はシーケンス境界、2-aの砂礫層は低海水準期における河床堆積物、やがて海水準の上昇が進み湿地（シルト層）を経て、2-bでは河口や干潟の環境となり、さらに海水準上昇が進み、波浪侵食によって2-c下位の侵食面（ラビンメント面）ができる、その上位に2-c（海進ラグ）が形成された。その後、海水準の高さがピークに達するとプログラデーションが始まり2-dが堆積した。

このように、ユニット2は1回の海水準変動に伴って形成された堆積単元（1堆積シーケンス）である。

## ユニット3および4

ユニット3およびユニット4基底の侵食面は顕著で、それぞれ層相が異なることから、別のユニットとした。このように、各ユニットの基底面をシーケンス境界とし、それぞれを別の堆積単元と解釈するのが一般的かもしれない。しかし、次のようにみることもできる。すなわち、海進期においてユニット3（河口・干潟相）が形成され、高海水準期にユニット4（網状河川相）が下位を削りながらプログラデーションしたという1堆積単元とする解釈である。

## ユニット5

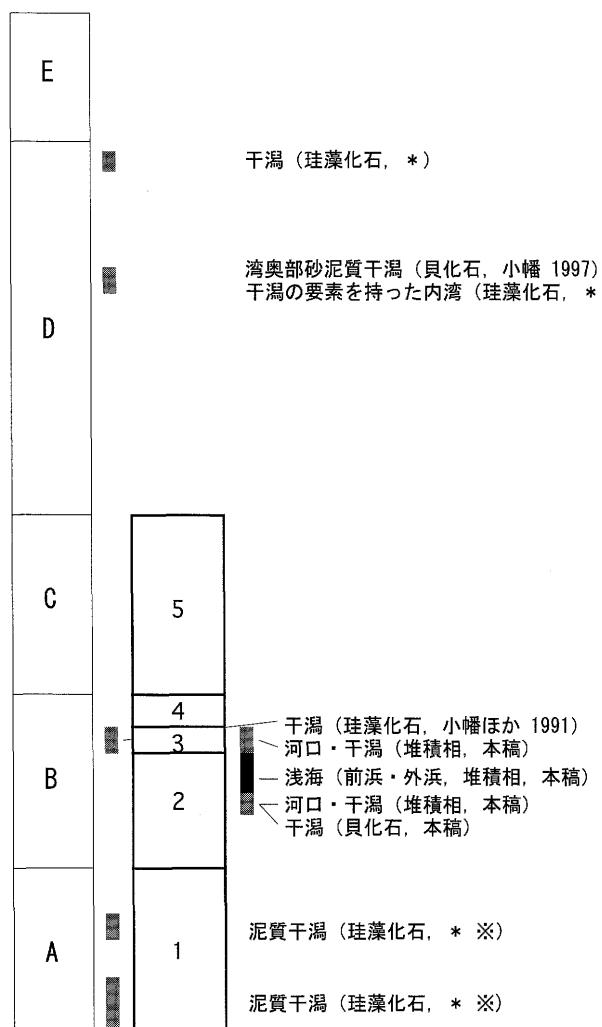
関東山地に近い調査地西部では扇状地性砂礫層、関東山地から離れた調査地東部は沼沢・湿地性のシルト層が主体で、AZU200が挟在することから両者は同時異相の関係にある。これは、堆積環境における山地側と平野側の地形を反映したものと考えられる。

## ユニット2は、仏子層堆積時の最大海進

従来の研究と今回の調査結果を踏まえ、仏子層中の海成層層準およびそれら堆積環境を第10図に整理した。堀口ほか（1977）のA部層～E部層区分に海成層層準を示し、その右にはA部層～C部層に対応するユニット区分と本稿で認められた海成層層準を示した。

第10図のように仏子層中にはいくつかの海成層層準が認められるが、堆積環境は基本的に海と陸の境界部（干潟・河口）か、せいぜい内湾である。ところが、本稿のユニット2は堆積環境の変化に富み、水深は下部外浜にまでおよぶ。したがって、ユニット2形成に関与した海水準変動は他の海成層層準とは大きく異なることが考えられる。このように、ユニット2は仏子層堆積時の最大海進であり、それは世界的な大規模海水準上昇を反映している可能性がある。この海進の年代は、サブユニット2-a上部に挟まれるAZU100テフラのフィッシュントラック年代が $1.98 \pm 0.2$ Maであることから、約2.0Maが導かれる。

また、海水準変動の視点からみると、仏子層全体の形成は房総半島や多摩丘陵の上総層群と同じように、第3オーダーの海水準変動を反映し、第10図で示した海成層の挟みは第4オーダーの海水準変動（氷河性海水準変動）を反映していると考えられる。



第10図 仏子層の海成層層準およびそれらの堆積環境  
Fig.10 Bushi Formation marine sediment horizons and their sedimentary environments

### “2.0Ma 大海進”の可能性

#### —他地域の下部更新統から—

ここまで述べてきたように、加治丘陵の仏子層において2.0Ma 海進を復元することができた。これは加治丘陵が当時の陸と海の境界部に位置していた、という有利な地理的位置にあったことに由来するものである。

日本における下部更新統は、多くが沖合相または水深の深い堆積相のため、陸域に進入したり退いたりする特徴的な海進期や海退期の堆積体が認められない場合が多い。たとえば、房総半島上総層群大原層は深海性堆積物であり、また、三浦半島地域も同様である。

一方、加治丘陵地域では前述したように、陸成の堆積物（扇状地性礫層）や現地性化石（ゾウの足跡化石、メタセコイアの立木化石）、湖沼性の堆積物（亜炭層）が分布するとともに、貝化石を含む海成（内湾性）の堆積物や、海進ラグが存在しており、海進－海退の状況を復元することが可能になった。

加治丘陵に近接した多摩丘陵地域（第1図）においては、高野（1994）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に区分できることを明らかにし、それぞれ、河川性→干潟・汽水内湾性→外浜・一部干潟へと堆積環境が変化することを示した。そして、その原因を氷河性海面変動によるものであるとした。仏子層で大規模海進が認められる2.0Maの時期は、多摩丘陵地域では平山層に相当することがわかっている（植木・酒井2007）。高野（1994）は、層相や貝化石から平山層の堆積環境を上浅海帶としており、平山層の下位にあたる大矢部層堆積時の海進よりも規模が大きかったことが読み取れる。平山層中のどの層準に仏子層中にみられる大規模海進の層準が相当するかは、今のところ判明していないが、今後テフラ鍵層による対比などの研究がすすめば、特定が可能となろう。

ところで、柴ほか（2007a, 2007b）は静岡県掛川地域の掛川層群上部層（上内田層、大日層、土方層）のシーケンス層序を検討し、上内田層は低海水準期堆積体に、大日層は海進期堆積体に、土方層は高海水準期堆積体に相当し、大日層の上面に最大海成氾濫面があると考えた。そして、このような掛川層群上部層の形成を第3オーダーの海水準変動に対応するとした。また、大日層を5つのパラシーケンスに、土方層を6つのパラシーケンスに区分しているが、ここで細分されたそれぞれのパラシーケンスは第4オーダーの海水準変動（氷河性海水準変動）を反映したものと考えられる。

柴ほか（2007a, 2007b）は大日層の堆積年代を2.15～1.95Maとしており、本稿の仏子層の最大海進を示すユニット2に挟まれるAZU100のFT年代（ $1.98 \pm 0.2$ Ma）と類似する。掛川層群上部層の最大海成氾濫面は第3オーダーの海進ピークを示すことになるが、この最大海成氾濫面の直下および直上に位置するパラシーケンス（大日層最上部あるいは土方層最下部）は、本稿のユニット2に対応する可能性がある。

大日層以外に、太平洋側沿岸地域でのこの時期の大規模海進の例はまだ知られていないが、柴ほか（2007a, 2007b）は、同時期に堆積した浅海性的地層群と考えられる沖縄の島尻層群新里累層～知念累層で同様な大規模海進の証拠が見つかる可能性を指摘している。

### まとめ

関東平野西縁丘陵のひとつである加治丘陵には飯能層、仏子層、豊岡層が分布する。仏子層はシルト層、砂層、礫層およびそれらに挟在するテフラ層からなる。筆者らは仏子層下部を対象に調査を行い、侵食面、層相、堆積構造、含有化石にもとづきユニット1からユニット5に区分した。

ユニット1はシルト層から砂質シルト層を主体とし、全体に亜炭質である。珪藻化石の分析から沼沢湿地から干潟であった。

ユニット2はさらにサブユニット2-a～2-dに細分される。サブユニット2-aは砂礫層～シルト層で、チャネルが発達する。この中にはAZU100が挟在する。2-bは生物擾乱泥質砂層シルト層である。貝化石、生痕化石を含む。サブユニット2-cは含円礫砂礫層、海進ラグ層準である。2-dは上方粗粒化斜交葉理砂層である。侵食面、層相、含有化石、堆積構造から、2-aの網状河川相・湿地相からはじまり、河口・干潟相、ラビンメント面の2-b、そして海進ラグの2-c、さらに浅海相2-dへと変化する。これらの堆積物は1回の海水準の上昇を反映したものである。その年代はおよそ2.0Maころである。

ユニット3は細粒から中流砂層と砂質シルト層からなる。層相と生痕化石から2-bと同様、河口・干潟である。

ユニット4は下位とは明瞭な浸食面で接する。砂礫層と塊状のシルト層からなる。「武藏野炭鉱」地域と「要害沢」地域で層相が異なる。網状河川堆積物と考えられる。

ユニット5は地域によって層相が大きく異なる。「要害沢」「武藏野炭鉱」地域では大礫～中礫を含む砂礫層であるのに對し、「前堀川」地域では青灰色砂質シルト層を主体とし、炭化した黒色植物片を含む。シルト層中にはテフラ層AZU200, AZU250, AZU300, AZU400が挟在する。「要害沢」「武藏野炭鉱」地域では扇状地性の堆積物であるが、「前堀川」地域では湿地や沼沢地の環境であった。

### 謝 辞

本研究にあたり、赤松陽、保柳康一、久保田喜裕、小幡喜一、柴正博、田辺智隆の各会員には、文献や各地の情報などについてご教示をいただき、井内美郎、石野拓也、北村真也、小林雅弘、斎藤尚人の各会員には、調査および現地討論に参加していただいた。Matthew Willemsen氏には、英文に関してご教示をいただいた。また、調査や分析等に際し、入間市博物館、武藏野音楽大学、日豊鉱業株式会社、奥むさし旅館、首都大学東京にご協力いただいた。以上の方々、機関に厚くお礼申しあげる。

本論文の完成間近な2009年11月28日に急逝した執筆者の一人である仲川信一会员に本論文を捧げ、哀悼の意を表します。

## 文献

- 福田 理・高野 貞 (1951) 東京都青梅市阿須山丘陵の地質、地質雑誌, 57: 459-472.
- 羽鳥謙三・寿円晋吾 (1958) 関東盆地西縁の第四紀地史(II) - 狹山、加治丘陵の地形と地質 -、地質雑誌, 64: 232-249.
- 林 成多 (1996) 関東平野西縁丘陵の下部更新統仏子層の昆虫化石群集と古環境、地球科学, 50: 223-237.
- Hayashi M (1997) An extinct fossil species of the genus Plateumaris from the Lower Pleistocene in Saitama Prefecture, Japan (Coleoptera: Chrysomelidae Donaciinae). Earth Science (Chikyu Kagaku), 51: 361-370.
- Hayashi M (1999) A revisional study on fossil Donaciinae from Plio-Pleistocene Kazusa Group in Saitama Prefecture, Japan, with special reference to phylogeny of the extinct Plateumaris dorsata Hayashi (Coleoptera: Chrysomelidae). Earth Science (Chikyu Kagaku), 51: 361-370.
- 堀口萬吉・角田史雄・清水康守・駒井 潔・板東尋子・栗原陽子 (1977) 関東平野西部入間川沿いに発達する仏子粘土層の再検討、埼玉大学教養部紀要(自然科学編), 13: 93-98.
- 入間市加治丘陵自然環境調査研究会 (1991) 加治丘陵自然環境調査報告書、入間市, 420p.
- 入間川足跡化石発掘調査団 (1993) 入間川足跡化石調査報告書、入間市, 151p.
- 入間川足跡化石発掘調査団 (1995) 入間昔むかしアケボノゾウの足跡、入間市博物館, 102p.
- 入間川足跡化石発掘調査団 (2003) 改訂版入間昔むかしアケボノゾウの足跡、入間市博物館, 118p.
- 石垣 忍・竹越 智 (1982) 関東山地東縁の飯能礫層の上部円礫層について、地団研専報, 24: 209-214.
- 関東平野西縁丘陵研究グループ (1995) 関東平野西縁丘陵の地質(1) - 加治丘陵周辺の層序・構造と年代 - 地球科学, 49: 391-405.
- 関東平野西縁丘陵団体研究グループ (1999) 飯能礫層とその基盤との関係 - 関東平野西縁丘陵にみられる不整合の意義 -、地学団体研究会第53回総会(長野)シンポジウム・ポスター要旨集, 147-148.
- 関東平野西縁丘陵団体研究グループ (2007) 仏子層から見つかった、通称「ころころ石」について - 関東平野西縁・加治丘陵に分布する円れき層の意義 -、地団研第61回総会(大阪)講演要旨集, 145.
- 関東平野西縁丘陵団体研究グループ (2010) 関東平野西縁、下部更新統仏子層の切り通し大露頭、地球科学, 64: 147-148.
- 久津間文隆・関東平野西縁丘陵団体研究グループ (2008) 関東平野西縁、加治丘陵に分布する仏子層下部の層相と堆積環境、日本地質学会関東支部第2回研究発表会「関東地方の地質」講演資料集, 41-43.
- Miall AD (1977) A review of the braided-river depositional environment. Earth-Science Reviews, 13: 1-62.
- Miall AD (1978) Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: A summary. In Miall AD ed. Fluvial sedimentology. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 5: 597-604.
- Miall AD (1982) Analysis of fluvial depositional systems. Education course note series #20, American Association of Petroleum Geologists, 75p.
- 村松敏雄 (2008) 埼玉県加治～毛呂山丘陵に分布する火山灰層のFission Track年代、フィッショントラックニュースレター, 21: 23-26.
- 榎井 尊 (1992) 入間市仏子付近の下部更新統、仏子層の花粉化石について、埼玉県立自然史博物館研究報告, 10: 47-54.
- 榎井 尊 (1995) 入間市元加治付近の仏子層下部の花粉化石、埼玉県立自然史博物館研究報告, 13: 21-28.
- 小幡喜一 (1997) 入間市牛沢町の仏子層(下部更新統)産の貝化石群集および生痕化石と古環境、埼玉県立自然史博物館研究報告, 15: 33-41.
- 小幡喜一・石田吉明・大森昌衛・関東平野西縁丘陵研究グループ (1991) 埼玉県加治丘陵の仏子層(上総層群)の化石生管、地球科学, 45: 47-50.
- 奥谷喬司 (2000) 日本近海産貝類図鑑、東海大学出版会, 東京, 1221p.
- 斎藤文紀 (1989) 陸棚堆積物の区分と暴風型陸棚における堆積相、地学雑誌, 98: 350-365.
- 坂本 治・町田瑞男・本間岳史・猪山 健・本名信一・島田賢舟 (1988) 埼玉県狭山市笛井産アケボノゾウの骨格化石の産出について、埼玉県自然史博物館研究報告, 6: 33-40.
- 笛井化石林グループ (1984) 埼玉県西部・入間川河床に分布する笛井化石林と周辺の地質、埼玉県自然史博物館研究報告, 12: 67-80.
- 柴 正博・中本裕介・横山謙二・高橋孝行 (2007a) 掛川層群と小笠層群のシーケンス層序と鮮新世から更新世の隆起と海進、地学団体研究会第61回総会(大阪)講演要旨集, 25-28.
- 柴 正博・横山謙二・赤尾竜介・加瀬哲也・真田留美・柴田早苗・中本武史・宮本綾子 (2007b) 掛川層群上部層におけるシーケンス層序と生層序層序、亀井節夫先生卒業記念論文集, 219-230.
- 正田浩司・菊地隆男・鈴木毅彦・竹越 智・関東平野西縁丘陵団体研究グループ (2005) 関東平野西縁に分布する飯能礫層下部層のテフラ層序と広域対比、地球科学, 59: 339-356.
- 鈴木一久 (1995) 滋賀県野洲川、現世河川堆積物の堆積史と洪水氾濫堆積物の堆積機構、地質雑誌, 101: 717-728.
- 鈴木一久 (2000) 洪水氾濫の堆積学、礫質河川野洲川における交互砂州堆積物の形成史と堆積機構、地団研専報48号、地学団体研究会, 東京, 69p.
- 高野繁昭 (1994) 多摩丘陵の下部更新統上総層群の層序、地質雑誌, 100: 675-691.
- 竹越 智・石垣 忍・足立久男・藤田至則 (1979) 関東山地東縁の鮮新 - 更新世の堆積盆地の発生に関する研究、地質雑誌, 85: 557-569.
- 植木岳雪・酒井 彰 (2007) 青梅地域の地質、地域地質研究報告(5万分の1地質図副), 産総研地質調査総合センター, 189p.
- 植木岳雪・鈴木毅彦・水野清秀 (2006) 古地磁気、広域テフラによる関東平野西縁、加治(阿須山)丘陵の鮮新 - 下部更新統の層序と編年、日本第四紀学会講演要旨集, 36: 100-101.
- 八木下晃司 (2001) 岩相解析および堆積構造、古今書院、東京, 222p.

関東平野西縁丘陵団体研究グループ. 2010. 関東平野西縁, 加治丘陵に分布する下部更新統仏子層下部の層相と古環境. 地球科学, 64, 159-174.

Collaborative Reserch Group for Geology of the Western Hills of the Kanto Plain. 2010. Facies and paleoenvironment of the lower part of the Bushi Formation from Kaji Hill, on the western Kanto Plain, Japan. Earth Science (Chikyu Kagaku), 64, 159-174.

### 要 旨

関東平野西縁丘陵の一つである加治丘陵には飯能層, 仏子層, 豊岡層が分布する。下部更新統仏子層はシルト層, 砂層, 磯層およびそれらに挟在するテフラ層からなる。筆者らは仏子層下部を対象に調査を行い, 7枚の鍵層テフラを認定した。また, 侵食面, 層相, 堆積構造および含有化石に基づき, 下位よりユニット1～ユニット5に区分した。各ユニットの堆積環境は, ユニット1は干潟および沼沢地, ユニット3は河口および干潟, ユニット4は網状河川, ユニット5は調査地西部では扇状地, 調査地東部では湿地や沼沢地と考えられる。

また, ユニット2は下位よりサブユニット2-a～サブユニット2-dに細分され, 堆積環境は次のように移り変わる。すなわち, サブユニット2-aは網状河川および湿地, サブユニット2-bは河口および干潟, ラビンメント面を経て, サブユニット2-cは海進ラグ, そして, サブユニット2-dは浅海である。このように, ユニット2は1回の海水準変動を反映して堆積したもので, これをもたらした海進は飯能層堆積後最初の大規模海進の可能性がある。その年代は, テフラのフィッショントラック年代や他地域との地層対比を検討すると, 約2.0Maと考えられる。