

いわゆる「東京軽石層」について

Tokyo Pumice from Hakone Volcano, Central Japan

笠間友博¹⁾・山下浩之¹⁾

Tomohiro KASAMA¹⁾ & Hiroyuki YAMASHITA¹⁾

Abstract. Tokyo Pumice is reviewed in relation to new data of pumice flow deposits distributed throughout Kanagawa Prefecture. Tokyo Pumice is one of the most well-known tephra in the Kanto district, central Japan. It is a first discriminated fall unit, named HK-TP resulted from Plinian eruption of Hakone volcano. The unit HK-TP is covered with ignimbrite deposits named HK-T(pfl). Their age of eruption is considered to be 60,000 to 65,000 years ago. These volcanic ejecta are widely distributed eastward from the Hakone area to 55 kilometers away. They are lithologically characterized by massive facies near the eruption source, and in far distance by fine-grained and stratified facies. Between their distribution area are recognized a combined unit consisting of both facies. Tephra corresponding to them which is found at Jogashima, southernmost point of Miura peninsula, indicates that the pumice flow may have reached over the bay to the peninsula.

Key words: Hakone volcano, Tokyo pumice, TP, T(pfl), Kanagawa Prefecture

1. はじめに

東京軽石層は、南関東に広く分布するプリニー式噴火の降下軽石層で、箱根火山起源のテフラの代表的存在である。軽石流堆積物を伴い、久野（1950; 1952）は、この軽石流を新期カルデラ形成期の噴出物として位置づけた。箱根火山の新たな形成史を示した日本地質学会国立公園地質リーフレット編集委員会（2007）は、このテフラを前期中央火口丘の活動に含め、大規模なカルデラの存在を否定し、この噴火により直径 2km 程度の小規模なカルデラが形成された可能性を指摘している。

本論では、東京軽石層およびその軽石流堆積物に関するこれまでの研究についてのレビューを行うとともに、神奈川県内に分布する軽石流堆積物については、著者らの最新の調査結果を含めて、その見解をまとめる。テフラ表記は最近の町田・新井（1992; 2003）に従い東京軽石層を箱根東京テフラ、その記号を Hk-TP、軽石流堆積物の記号を Hk-T(pfl) とする。

2. 箱根東京テフラ（Hk-TP）の研究史

箱根東京テフラの研究は、町田・森山（1968）によって大磯丘陵や箱根火山山麓での層位関係が明らかにされてから急速に進展した。本論では町田・森山（1968）以前の研究、町田・森山（1968）の成果、および町田・森山（1968）以降の研究に分けてレビューする。

(1) 町田・森山（1968）以前の研究

箱根東京テフラ（Hk-TP: 以下、略して TP とする）の認識は、箱根起源のテフラの中ではおそらく最も古いものであろう。TP は文字通り、東京の武蔵野台地をおおう関東ローム層下部に認められる特徴的な指標層として知られ、原田（1943）によって東京浮石土と名付けられた。この東京浮石土が、南関東地域での地形面区分に役立つことは早くから着目され、貝塚・戸谷（1953）は東京浮石層とよび、TP をもとに武蔵野台地と相模野台地（相模原台地）とが同じ武蔵野面と命名した地形面に対比されることを示した。関東ローム研究グループ（1956）は、武蔵野面にのる関東ローム層のうち立川面上にのる部分を除いたものを武蔵野ローム層と命名した（図 1）。同時に関東ローム研究グループ（1956）は、関東ローム層を地形面によって立川ローム層、下末吉ローム層、多摩ローム層と区分、命名した。この区分

1) 神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
笠間友博; kasama@nh.kanagawa-museum.jp

方法は、より詳細な記載をした町田（1971）や町田ほか（1974）に引き継がれていく。一方、上杉（1976）、関東第四紀研究会（1987）は、関東ローム層中の不整合（斜交関係）が海退期に形成すると考え、斜交関係をもとに関東ローム層を区分していく。

TP の給源火山が箱根火山である可能性については、すでに原田（1943）が推定しているが、久野（1950; 1952）も中央火口丘軽石（CC1）（町田・新井（1992; 2003）の Hk-CC1 は次に述べる中央火口丘第 1 テフラ（青ヒゲ）のみをさすので注意）が東京付近に分布することを述べている。つまり久野は、TP を箱根火山中央火口丘起源の噴出物ととらえ、東京方面まで分布していると考えた。しかし、TP が相模野台地から箱根火山まで繋がるには時間がかかった。

この間には、いくつかの混乱も生じた。関東ローム研究グループ（1956）は、TP が大宮台地や千葉、三浦半島にも分布することを記載したが、三浦半島で TP とされたテフラは、後に箱根三色旗テフラ（Hk-S）ないし箱根中央火口丘第 1 テフラ（Hk-CC1）であることがわかった（町田，1971）。原因は、これらのテフラの層相や鉱物組成が似ているためである。相模野台地の武蔵野ローム層中に含まれる 2 枚の顕著な軽石質テフラとよく似た 2 枚のテフラが、三浦半島でも見出された。相模野台地において、上位にある相対的に厚いテフラは TP だが、関東ローム研究グループ（1965）は下位の相対的に薄いテフラが三浦半島では逆に厚くなると考え三浦軽石（箱根三浦テフラ：Hk-MP）と命名した。しかし、後に三浦半島における三浦軽石は TP であることがわかった（町田，1971）。

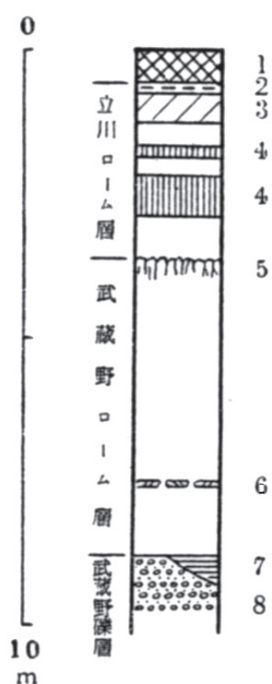


図 1. 武蔵野台地のローム模式柱状図（関東ローム研究グループ，1956）。

1: 表土，2: 土壌漸移帯，3: 赤橙色部，4: 黒色帯，5: 亀裂帯，6: 浮石（東京浮石），7: 灰白粘土（板橋粘土），8: 礫

一方、箱根火山東麓部の小田原市周辺を調査した関東ローム研究グループ（1958）は、久野（1950; 1952）の CC1 なわち箱根中央火口丘起源の軽石質テフラ群について、下位より三色旗、青ヒゲ、チョビヒゲ、マユゲと 4 枚識別して命名し、分布が小田原周辺に限られるため、TP には対比できないことを明らかにした。しかし、この噴出物を下末吉ローム層に対比し、TP は大磯、小田原、伊勢原など箱根火山に近い地域では分布しないとした。

一方で、分布しないとしたこれらの地域においても、後に TP であることが判明する厚い降下軽石層は、別の名称で記載されている。関東ローム研究グループ（1958）は小田原市周辺において、久野（1950; 1952）が新期カルデラ形成期の噴出物とした石英安山岩質浮石流堆積物（P）とともに分布する厚い降下軽石層を、層相からハムパミスと呼んだ。また成瀬（1963）は、火砕流の流出には先行する降下軽石の活動があることに注目し、大磯丘陵において新期カルデラ形成期の軽石流堆積物の直下に分布する軽石層をガサパミと呼んだ。当時、これらは下末吉ローム層から多摩ローム層の層準に対比されていた。

その後、関東ローム研究グループ（1965）は、CC1 軽石（久野，1950; 1952）を含むローム層を風化の程度や層厚、層位関係から武蔵野ローム層に対比し直した。そして、TP を青ヒゲ（Hk-CC1）とチョビヒゲ（Hk-CC3）ないしマユゲ（Hk-CC4）の集合と考えたが、やはり小田原から大磯丘陵、相模原にいたる地域には分布しないとした。

（2）町田・森山（1968）の成果

町田・森山（1968）は、大磯丘陵の土砂採取などで形成された大規模な人工露頭での観察から、相模野台地で TP の下位に認められる数枚の軽石質テフラが大磯丘陵に分布することを明らかにし、この層位関係から TP

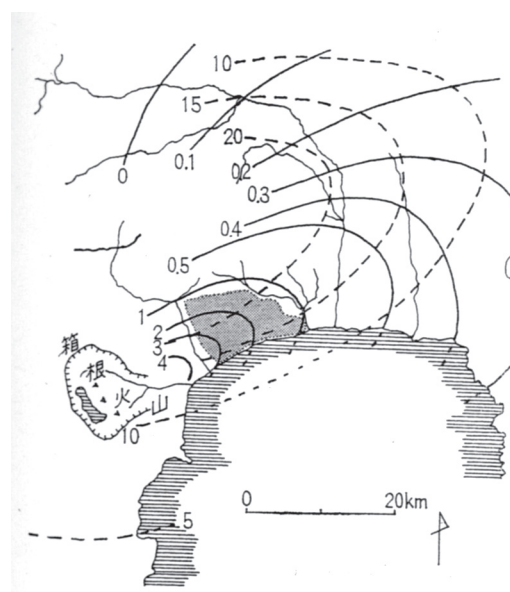


図 2. 東京軽石層（実線）の等厚線図（町田・森山，1968）。4m ～ 1m の等厚線が関東ローム研究グループ（1965）の付図に加えられた。点線は新期ローム層の等厚線。アミの部分は大磯丘陵。

を割り出した。これにより、はじめて大磯丘陵での TP の分布が確認された。この大磯丘陵における層位関係から、TP は新期カルデラ形成時に噴出した軽石流堆積物の直下にある厚い軽石層にあたることも判明した。これにより TP は箱根火山東麓地域ともつながった。図 2 のように TP の等厚線も相模川以东のものと無理なくつながり、箱根火山起源であることは明らかとなった。

さらに、小田原付近の CC1 軽石 (久野, 1950; 1952) に相当する軽石質テフラは、TP の上位に存在し、TP は複数のテフラの集合ではなく、内部にグレーディングは認められるものの、堆積間隙のない 1 枚の単層であることが明らかになった。そして TP の噴出した時代も、下末吉層とは不整合関係となるため、はるかに新しい堆積物と考えた。この間の詳細については、町田 (1977) に「東京軽石の怪」として紹介されている。

(3) 町田・森山 (1968) 以降の研究

町田 (1971) は、軽石流堆積物の分布記載 (図 3) とともに、上記三浦軽石の認定に関する問題を指摘した。また、TP の体積を等厚図から 8.4km^3 、噴出年代をフィッシュトラック法 (黒曜石) から $49,000 \pm 5,000$ year B.P. とした。

TP にはいくつかのフォールユニット (町田・森山 (1968) のグレーディング) が認められるのが特徴で、その後はこのフォールユニットに関する研究が行われるようになる。

袴田 (1972) は、平塚市土屋の遠藤原において TP を 7 つのフォールユニットに分けて未風化資料を採取し、全岩化学組成を調べ、 $\text{SiO}_2\text{wt}\%$ が最上部で急に減少することを示した (図 4 左上)。新井 (1972) は TP をやはり 7 つのフォールユニットに分け、斜方輝石の最大屈折率 (γ) を調べた。 γ は $1.703 \sim 1.713$ の広い範囲にあり、下位から上位のフォールユニットに向かって減少するものの途中で上昇する部分があり、逆 S 字

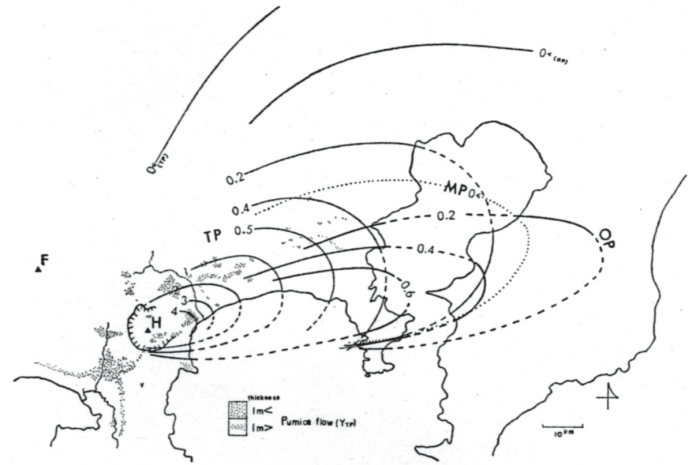


図 3. 吉沢ローム上部層と武蔵野ローム下部層中の主要テフラ等厚線と TP に伴う軽石流堆積物の分布 (町田, 1971). OP: 小原台軽石、MP 三浦軽石、TP: 東京軽石。

型の変化をたどる傾向が有意に認められることを示した (図 4)。

原田 (1976) は、給源に近づく 8~9 層のフォールユニットが認められるとしながらも、TP を遠方まで追跡できる 5 層のフォールユニット (下位から上位に向かって TP-A から TP-E) に分けた。TP-A から TP-D へと分布面積が増大すること、TP-D と TP-E の間には火山灰層があり時間間隙が認められること、TP-A から TP-E にかけて分布軸が西南西—東北東方向から南西—北東方向に変化することなどを示した。

平田 (1990) は、TP から軽石流堆積物までの各フォールユニット・フローユニットごとの単斜輝石、斜方輝石、斜長石斑晶の化学組成変化を調べ、降下軽石層、軽石流堆積物ともに上位に向かってマグマが未分化になる傾向があると報告した。

Aoyagi (1985) は、平塚市上吉沢で 10 のフォール

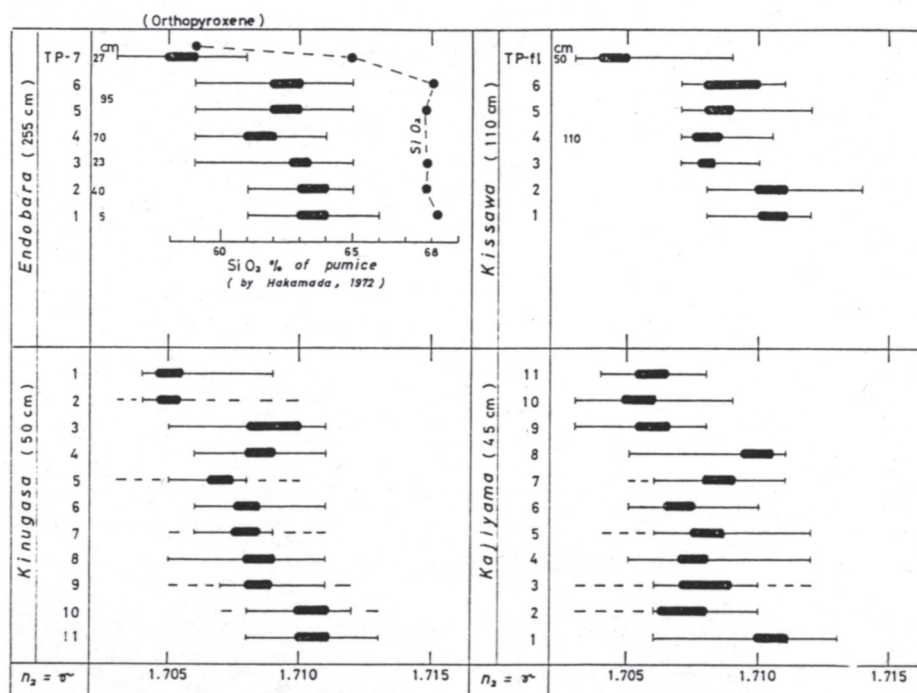


図 4. 東京軽石層の降下ユニットによる斜方輝石 γ の変化様式 (新井, 1972). 平塚市遠藤原, 平塚市吉沢, 横須賀市衣笠, 川崎市梶山の試料, SiO_2 は袴田 (1972)。

ユニットに分けて（特に下部のフォールユニットを細分している点に特徴がある）、チタン磁鉄鉱中の TiO_2 含有量が下位では高く、中位で低くなってのち上位で高くなるという特徴的な変化をすることを見出し、他地域のフォールユニットの対比に適用した。その結果、噴火初期の箱根火山東麓部にしか分布しないフォールユニットや最上部には北東方向のみに分布するフォールユニットが存在することなどを明らかにした。

袴田・海野（1997）は、TP を 4 つのフォールユニットに分け、これに軽石流堆積物を加えた 5 点の試料中の単斜輝石、斜方輝石斑晶の組成・モードの経時変化を調べ、マグマ混合の可能性があると報告した。

ただし、これらのフォールユニット分けの研究では、各フォールユニットの対応関係が必ずしも明らかではないという問題点がある。笠間・山下（2005）は、伊勢原市と横浜市に分布する軽石流堆積物を含めた TP の対比において 8 つのフォールユニットに分けた。これは原田（1976）の TP-D 下部を 1 つのフォールユニットとして独立させ、軽石流堆積物との対応で重要な TP-E を風化色の違いから 2 つのフォールユニットに分け、TP-D と TP-E の間にある降下火山灰層を 1 つのフォールユニットに入れたものにほぼ等しい。同様の降下火山灰層は TP 最下部や軽石流堆積物中にも見出され、軽石流堆積物中の火山灰層直下には降下軽石層もはさまれる（笠間・山下, 2005: 後述）。この降下軽石層は、軽石流堆積物の分布しないところでは TP の最上部に存在する。

その後 TP の噴出年代については、富樫・松本（1988）が、秦野市曾屋（国道 246 号線葛葉川橋下）の軽石流堆積物中の炭化木片について、液体シンチレーション法による ^{14}C 年代 $50,100 \pm 2,700 / -2,000$ year B. P. を報告している。また、中村ほか（1992）は秦野市曾屋および平塚市中井町遠藤原において加速器質量分析計による ^{14}C 年代測定平均値 $52,310 \pm 360$ year B. P. を得ている。これらの放射年代は約 50ka とほぼ一致しているといえる。

ところが、この放射年代は気候層序とは一致しない。花粉組成を調べた Tsuji *et al.*, (1984) は、TP が後期更新世に入ってから最初の顕著な寒冷期に噴出したものであることを明らかにした。町田・新井（2003）は、この寒冷期が海洋酸素同位体ステージ 4 (MIS4) にあたると考え、MIS4 の地球軌道要素年代が 74ka ~ 58ka であることを考慮し、TP の噴出年代を 60ka ~ 65ka と推定している。最近、佐藤ほか（2008）は、平塚市遠藤原、平塚市下吉沢などの火山灰土層に含まれる植物珪酸体群集変動から、海洋酸素同位体編年によく対応する気候変動を明らかにしている。これによると TP は、箱根安針テフラから箱根三色旗テフラにいたる海洋酸素同位体ステージ 4 の寒冷な時期の噴火で、特に TP の上位にその寒冷化のピークが存在する。

3. TP に伴う軽石流堆積物 (Hk-T (pfl)) に関する研究史

久野（1950; 1952）が、箱根火山新期カルデラ形成に関係する噴出物とした軽石流堆積物 (P) は、町田・森

山（1968）により TP の活動に伴うものであることが確認された。町田・森山（1968）は TP の下位にも軽石流堆積物が存在することから、この TP に伴う軽石流 (Hk-T (pfl) : 以下、略して T (pfl) とする) を箱根新期軽石流と呼んだ。その後、町田（1971）は箱根小原台テフラと箱根三浦テフラにもそれぞれ直上に軽石流堆積物が存在することを明らかにし、これら 3 つの軽石流を箱根新期軽石流に含め、これらの活動期を新期軽石流期と呼んだ。また、T (pfl) が、東方へは横浜西部（戸塚区上柏尾町）にまで達していること、箱根火山南西麓から伊豆半島の大仁、愛鷹火山南麓にも分布することを示した（図 3）。さらに相模野台地東部には、砂丘状の高まりをなして分布する成層した堆積物（笠間・山下（2005）の成層軽石流堆積物に相当する）があることにも言及し、これについては軽石流によって裸地となった地表にできた砂丘性の堆積物であるとした。

著者ら（笠間・山下, 2005）は、T (pfl) を塊状軽石流堆積物（シルトサイズ以下の細粒火山灰粒子に富み淘汰の悪い塊状の層相を示す）と、成層軽石流堆積物（シルトサイズ以下の火山灰粒子に枯渇し比較的淘汰がよく、ラミナが著しく発達した層相を示す）に分けた。本論では T (pfl) を著者らの解釈に基づいて、塊状軽石流堆積物と成層軽石流堆積物に分けてレビューする。

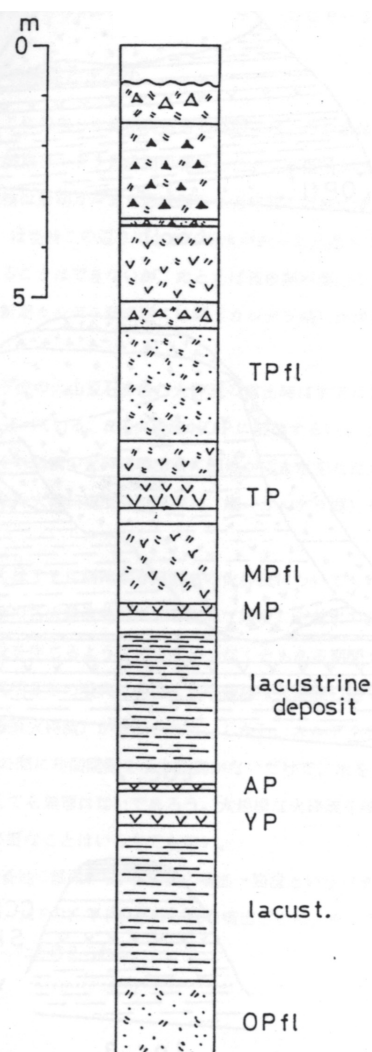


図 5. 箱根町箱根における箱根新期軽石流堆積物（袴田, 1986）。

(1) 塊状軽石流堆積物に関する研究

この堆積物については、フローユニットに分けてその層序を論じた研究が多くなされている。

久野（1962）は、箱根町箱根（図 6 地点 a）において 11 のフローユニットに分けた。しかし、ほぼ同じ場所を記載した袴田（1986）と比較すると、久野（1962）のフローユニット区分には箱根三浦テフラや箱根小原台テフラの軽石流堆積物も含まれるとみられる。Kuno（1953）は、これらの堆積物の体積を合わせて 14km^3 とした。袴田（1986）は同所の T(pfl) を 8 フローユニットに分け、火山灰流、軽石流、スコリア流、石質火砕流 (block and ash flow) など多様な層相をもち（図 5）、カルデラ形成によるとみられる 4 回の沈降運動がこれらの間に存在することを示した。カルデラ形成に関しては議論の余地があるが、T (pfl) の活動にいくつかの時間間隙が存在することを示した点が重要である。上部にスコリア流と石質火砕流がある点も注目される。同様の層序は、平田（1991）が箱根町芦ノ湯（図 6 地点 1）で記載しており、この石質火砕流堆積物の本質物質は、中央火口丘溶岩と岩石記載学的にも化学組成的にも酷似していることを報告している（この芦ノ湯の露頭については小林（1999）も記載を行っている）。

鈴木（1963）は、箱根火山北東麓にある扇状の丘陵地を関本丘陵と命名し、この丘陵が 2 つある軽石流堆

積物のうち上位の活動によって形成されたことを明らかにした。鈴木（1963）は、この 2 つの堆積物を久野（1962）のフローユニットと同等のものと考えていたようであるが、記載露頭（図 6 地点 e）下位のものは後に町田（2006）によって小原台テフラに伴う軽石流堆積物であることが判明した。

小林・小山（1996）は、箱根火山南西麓に分布する T(pfl) を調べ、上位から下位に向かって火山灰質から石質に層相が変化すること、尾根部と谷部および平野部では層相に違いがあり、谷部および平野部では火山灰質であることを明らかにした。

箱根火山東方地域では、平田（1992）が松田町松田惣領（図 6 地点 f）において T (pfl) を最上位のスコリア流を含め A～E の 5 つのフローユニットに分けた。スコリア流は松田町寄（図 6 地 3）にも標高 310～320m の平坦面を形成して分布する（今永，1993）。

笠間・相原（1990）は、横浜市西部の泉区、戸塚区に分布する堆積物を Willson（1985）のモデルにあてはめて 2 つのフローユニットに分けた（図 6 地点 11～14 など）。そして、上位のフローユニット下部に存在する成層した堆積物を Willson（1985）の layer1 に相当するグラウンドサージ (ground surge) 堆積物とし、分布、流向から成因として局所的な地形の影響を考えた。このグラウンドサージ堆積物は、薄い堆積物として

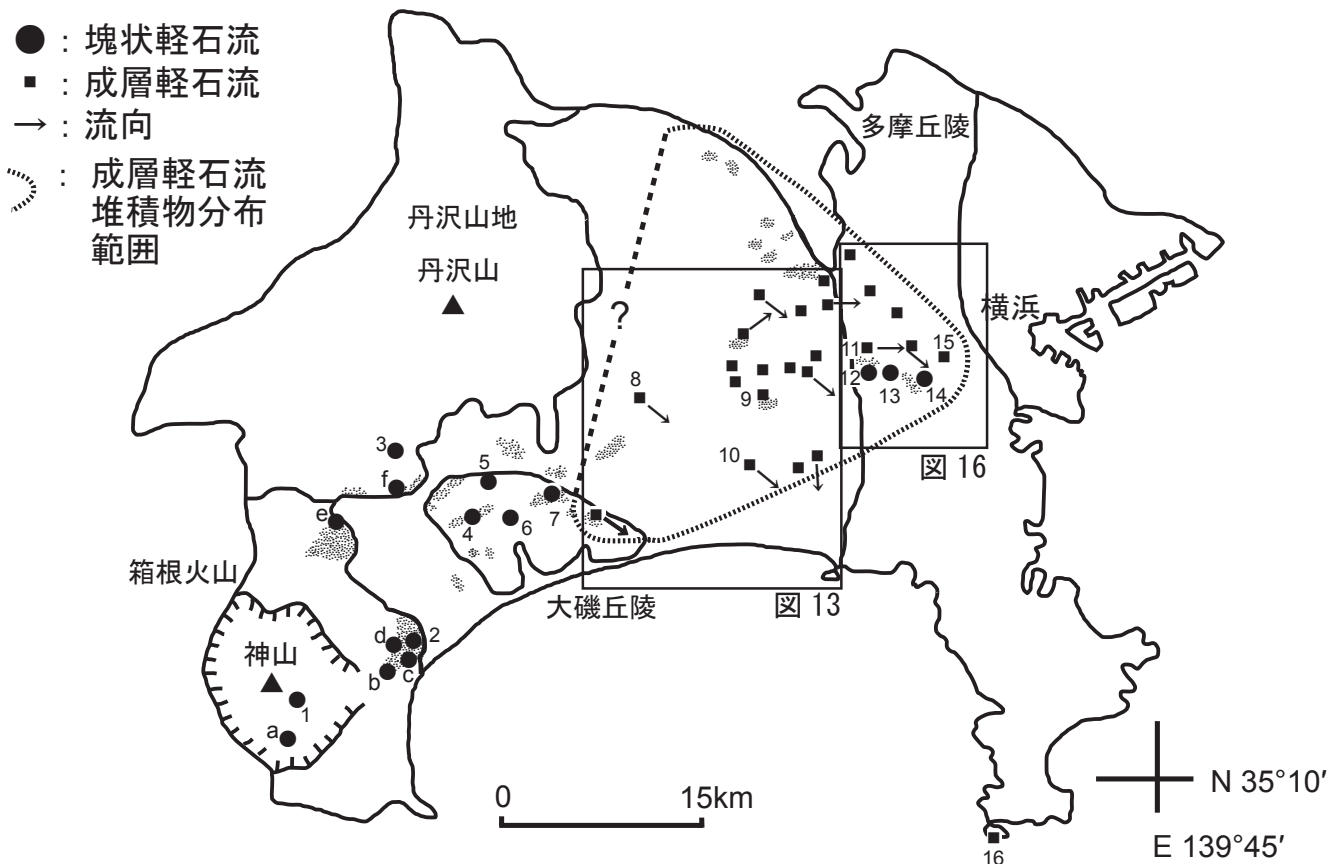


図 6. 神奈川県内における TP に伴う軽石流堆積物の主要露頭。

a: 箱根町箱根, b: 小田原市入生田, c: 小田原市板橋, d: 小田原市久野(こどもの森), e: 南足柄市内山, f: 松田町松田惣領, 1: 箱根町芦ノ湯, 2: 小田原市久野星山, 3: 松田町寄, 4: 大井町赤田(東名高速際), 5: 秦野市今泉市木沢, 6: 中井町比奈窪(中井中央公園), 7: 平塚市土屋遠藤原, 8: 伊勢原市高森(八丈の山), 9: 綾瀬市吉岡(綾瀬浄水場), 10: 茅ヶ崎市行谷, 11: 横浜市泉区新橋町, 12: 横浜市泉区新橋町, 13: 横浜市戸塚区名瀬町中村, 14: 横浜市戸塚区上柏尾町, 15: 横浜市保土ヶ谷区今井町, 16: 三浦市三崎町城ヶ島

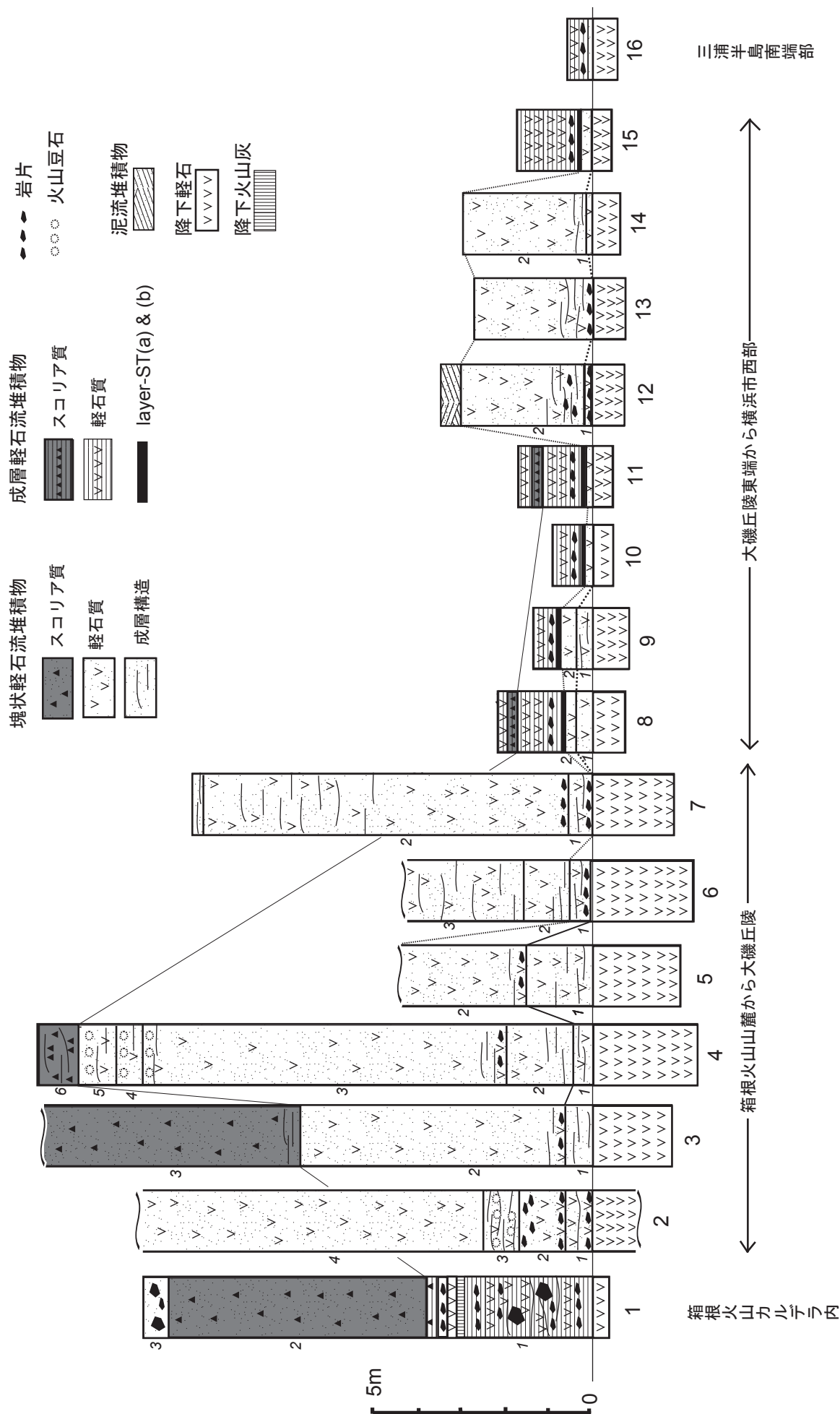


図 7. 神奈川県内における TP および T(pfl) の代表的な層相および対比。

1: 箱根町芦ノ湯, 2: 小田原市久野星山, 3: 松田町寄, 4: 大井町赤田 (東名高速際), 5: 秦野市今泉市木沢, 6: 中井町比奈窪 (中井中央公園), 7: 平塚市土屋遠藤原, 8: 伊勢原市高森 (八丈の山), 9: 綾瀬市吉岡 (綾瀬浄水場), 10: 茅ヶ崎市行谷, 11: 横浜市区新橋町, 12: 横浜市区新橋町, 13: 横浜市区新橋町, 14: 横浜市区新橋町, 15: 横浜市区新橋町, 16: 三浦市三崎町城ヶ島。イタリック数字は各地点でのフローユニットを下位より便宜的に 1, 2, ... としたものである。これらの中で互いに対比される可能性のあるものは線で結んだ。各露頭最下部の降下軽石が TP。

丘陵上部まで追跡できる。なお、横浜サブ団研グループ(1995)は、笠間・相原(1990)のTPを多摩ローム層のTm-2(上杉, 1976)(町田ほか(1974)のTCu-1)に対比し、泥流堆積物とした堆積物中に阿多鳥浜テフラ(Ata-Th: 町田・新井(1992; 2003))が2枚存在すると主張した。これに対して笠間(1997)は、TPおよびT(pfl)の下位にはT-Aテフラ群や下末吉層が存在し、TCu-1とした場合、層位関係が矛盾すること、阿多鳥浜テフラは泥岩レキを含む泥流堆積物中のクロスラミナの一部であると反論した。また、火山ガラス屈折率から神奈川県内のフローユニットの再検討を行い、横浜市西部の議論の堆積物も含め各地点で上位のフローユニットほど高屈折率になることを示し(図10)、より詳細な区分を行った。笠間(2006)は、横浜市西部のT(pfl)について標高とともに層相が変化する様子をまとめた(図17)。

(3) 成層軽石流堆積物に関する研究

成層軽石流堆積物は、大和市東林間など相模野台地に見られる砂丘状の高まり(谷戸, 1961)をつくる厚い堆積物としてまず注目された。町田(1971)は、厚い堆積物については風成二次堆積物の可能性を考えたが、これに似た薄い堆積物が相模原市～横浜市西部の軽石流分布地域周辺に存在する点を指摘した。

二次堆積物として扱われがちなこの成層堆積物に対して、初めて具体的な見解を示したのは、相模原市地形・地質調査会(1986)である。箱根火山山麓から横浜市西部に至るT(pfl)の層相上の特徴について述べ、給源から40～50km離れた相模野台地では、箱根火山山麓や大磯丘陵に分布する塊状の軽石流堆積物とは大きく異なるラミナが発達した淘汰のよい堆積物が分布することを報告した。そして、町田(1971)の厚い堆積物を含め二次堆積物の可能性を否定した上で、これらが軽石流に由来する爆風(火砕サージ)堆積物である可能性を示した。水成二次堆積物であることを否定する理由として、頂面が砂丘状にうねっていることをあげている。また、風成二次堆積物であることを否定する理由として、箱根火山山麓や大磯丘陵の火砕流台地上には存在せず、むしろ軽石流堆積物のほとんどない地域に分布する点をあげている。

笠間・相原(1993)も層位関係から、この堆積物が軽石流の灰雲サージ(ash-cloud surge)堆積物である可能性を指摘した。しかし、その後Kasama and Aihara(1996)は、軽石流堆積物とこの堆積物との間には、軽石層が存在すること、横浜市泉区新橋町(図6地点11)において付近の軽石流には存在しないスコリアが含まれるユニットがあることを明らかにし、火砕サージのように希薄であるが、別のフローユニットの堆積物であるという見解を新たに示した。

その後、横浜市泉区新橋町で発見されたスコリアを含む軽石流堆積物と、まったく同じ層序をもつ堆積物が伊勢原市高森(図6地点8)の造成工事によって出現したことにより、広域にわたって共通した層序をもつ軽石流堆積物であることが明らかとなった(笠間, 2004; 笠間・山下, 2005)。

4. 神奈川県内に分布するT(pfl)について

図6に筆者らの調査による主要露頭を、図7に代表的露頭の柱状図を示す。これまでの調査をもとにすると、軽石流堆積物は層相、フローユニット構成から次の4つの分布区に分けて考えることが妥当である。

- (1) 箱根火山カルデラ内(図6地点1)
- (2) 箱根火山山麓から大磯丘陵(図6地点2～7)
- (3) 大磯丘陵東端から横浜市西部(図6地点8～15)
- (4) 三浦半島南端部(図6地点16)

以下に、これらの検討結果をまとめて述べる。

(1) 箱根火山カルデラ(久野(1950; 1952)の古期カルデラ)内

軽石流の発生過程を考える上では重要な地域であるが、現在露頭がほとんどなく研究が進展しにくい状況にある。ただし、ボーリングコアの解析からは、箱根町強羅付近に小型カルデラがあることが判明し、TP噴出時の火口ではないかと推定されている(日本地質学会国立公園地質リーフレット編集委員会, 2007)。これについては本報「箱根カルデラ(万年一剛)」を参照されたい。

a. 箱根町芦ノ湯の露頭(図6地点1)

唯一の露頭である芦ノ湯では、小林(1999)が下位より火砕サージ堆積物、淡茶色の火山灰基質からなる火砕流堆積物、block and ash flow 堆積物を記載している。上部2つの堆積物は、平田(1991)のスコリア流、軽石層、石質火砕流に相当する。高橋ほか(2006)は、この露頭の軽石流堆積物の全岩化学組成分析を行っている。SiO₂含有量については下部の2ユニットが69wt.%と66wt.%、その上の9ユニットが61wt.%程度であった。小林(1999)の区分との対応関係は不明であるが、SiO₂含有量の高い部分は、おそらく小林(1999)の火砕サージ堆積物の一部に相当するとみられる。平田(1991)によると最上部の石質火砕流堆積物の本質物質のSiO₂含有量は57wt.%程度であった。

全岩化学組成の分析結果を表1に示す。全岩化学分析は、神奈川県立生命の星・地球博物館設置の蛍光X線分析装置(島津製作所XRF-1500)を使用した。分析は、小出ほか(2000)に従った。芦ノ湯のものは平田(1991)のスコリア流中位の試料である。SiO₂含有量は、高橋ほか(2006)と似たような値である(図8b)。露頭では非常に黒く見えるがSiO₂含有量は低くはない。比較試料、小田原市板橋(図6地点c)は、最上部に位置する層厚10mを超える厚いフローユニット中の試料であるが、SiO₂含有量は51～66wt.%まで幅がある。しかし、SiO₂含有量が51.94wt.%のNL0001138は、軽石流および火砕流堆積物のいずれの領域とも大きくはずれ、外輪山噴出物の値と類似する。このことから、NL0001138は外来物質である可能性が高い。松田町松田惣領(図6地点f)は、平田(1992)の記載場所とは異なるが、CないしDユニットに相当する堆積物と推定される。いずれの試料もほぼカルクアルカリ岩系に属し、平田(1991)が指摘したように、中央火口丘溶岩(後期中央火口丘噴出物)および新期外輪山溶岩(前期中央火口丘噴出物)とは異なるトレンドを示す(図8a)。今回の著者らのデータと高橋ほか(2006)の結果

表 1. 東京軽石にともなう軽石流堆積物 (T(pfl)) 中の軽石およびスコリアの全岩化学組成.

採集地	芦之湯			小田原市板橋					松田惣領	
資料番号	NL0001131	NL0001132	NL0001134	NL0001135	NL0001136	NL0001137	NL0001138	NL0001139	NL0001146	NL0001147
主要元素 (wt.%)										
SiO ₂	61.96	64.92	56.43	56.77	66.36	60.89	51.94	61.17	63.07	68.48
TiO ₂	0.75	0.72	0.82	0.86	0.69	0.87	0.97	0.84	0.77	0.63
Al ₂ O ₃	16.22	15.69	16.99	16.87	15.47	15.85	16.85	16.13	16.16	15.43
Fe ₂ O ₃	6.63	5.82	9.07	9.16	5.39	7.93	11.78	7.76	6.82	4.58
MnO	0.15	0.14	0.18	0.18	0.13	0.17	0.19	0.16	0.16	0.13
MgO	2.39	1.81	3.58	3.38	1.46	2.52	4.53	2.44	2.35	1.33
CaO	6.63	5.62	8.75	8.53	5.08	6.75	9.85	6.78	6.37	4.29
Na ₂ O	3.64	3.91	2.85	2.95	4.05	3.55	2.26	3.58	3.67	3.85
K ₂ O	0.64	0.76	0.44	0.46	0.81	0.66	0.31	0.63	0.66	0.92
P ₂ O ₅	0.14	0.13	0.11	0.11	0.13	0.14	0.08	0.13	0.14	0.11
total	99.16	99.54	99.21	99.26	99.57	99.32	98.77	99.64	100.18	99.76
L.O.I.	0.96	1.02	0.69	0.16	1.49	0.04	-0.10	0.10	0.24	2.59
微量元素 (ppm)										
Ba	275	304	184	194	325	274	158	265	250	354
Cr	3.5	2.6	5.5	3.4	3.9	2.7	2.6	3.0	3.6	4.7
Cu	12	17	19	15	4.7	36	34	46	5.9	23
Nb	1.6	2.1	1.3	1.3	2.2	1.8	1.1	1.8	1.7	2.4
Ni	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.2	n.d.	n.d.	n.d.	2.7
Pb	6.4	5.9	4.7	5.0	5.6	5.6	4.4	5.9	5.5	7.0
Rb	8.5	11	5.3	6.5	11	8.9	4.1	9.2	8.8	13
Sr	249	245	241	244	246	240	218	245	224	207
V	129	116	222	224	100	184	337	179	136	77
Y	23	26	17	17	28	21	13	21	24	31
Zn	75	74	75	78	73	81	78	80	78	69
Zr	73	83	53	55	87	68	41	68	67	92

をあわせて、軽石の SiO₂ 含有量は、降下軽石で 70wt.% を上回り、軽石流で 60 ~ 70 wt.% 程度といえる。

平田 (1991) が記載しているように、芦ノ湯では軽石流堆積物中に軽石層が存在する。著者らの観察によると、この露頭では火砕サージ堆積物と淡茶色の火山灰基質からなる火砕流堆積物の境界にも層厚 30cm の風化した黄白色軽石層 (軽石最大粒径 15cm) が存在する (図 7)。このような軽石流堆積物に密接する軽石層には、軽石流中で軽石が集積した細粒物枯渇堆積物 (fines-depleted ignimbrite (Druitt & Sparks, 1982)) もあり、全てが降下堆積物であるとは限らない。しかし、この下位の軽石層については、火砕サージ堆積物や軽石流堆積物には直接接してはおらず、上下にも淘汰のよい降下堆積物と考えられる火山灰層やスコリア層が存在することから降下堆積物と考える。このような降下軽石層は、上記 (3) の地域 (大磯丘陵東端から横浜市西部地域) の軽石流堆積物にもはさまれているが、同一のものであるかは今後の検討課題である。

b. 小田原市風祭、入生田の溶結凝灰岩

早川左岸の小田原市風祭、入生田周辺 (図 6 地点 b) には古くから石材として利用されている溶結凝灰岩が存在する。高橋ほか (2006) は、全岩化学組成から判断してこの堆積物を T (pfl) に対比している。今回、著者

らが示したデータと比較しても妥当な結果と思われる (図 8b)。入生田の吾性沢周辺では標高 50 ~ 60m 付近に溶結凝灰岩の露頭がある。非溶結の軽石流堆積物は吾性沢の谷の標高 160m 付近まで分布することから、この付近はかなりの厚さの軽石流堆積物に埋められたことが推定される。

(2) 箱根火山麓から大磯丘陵

a. フローユニット構成の特徴

この地域には谷埋め型の塊状軽石流堆積物が分布する (図 7)。堆積物が厚く、側方への広がりもあるため、規模の大きな造成工事であっても露頭から堆積物の立体的な広がりを確認することは難しい。層相も各所で異なる。共通する特徴としては、いずれも複数のフローユニットからなること (大井町赤田 (図 6 地点 4) では、最大の 6 ユニットが確認された)、多くの露頭では上位のフローユニットほど層厚が厚くなる傾向があること、しかも下位のフローユニットには、軽石や岩片、鉱物の配列による成層構造が目立つものが多いことをあげることができる。この成層構造が目立つ薄い堆積物は、笠間・相原 (1990) が横浜市西部地域でグラウンドサージとした堆積物とよく似ている。この層相の堆積物は成層構造に乏しい塊状の部分 (Wilson (1985) の layer2 に相当すると考えられる) に比べると、地形的高所まで分布するこ

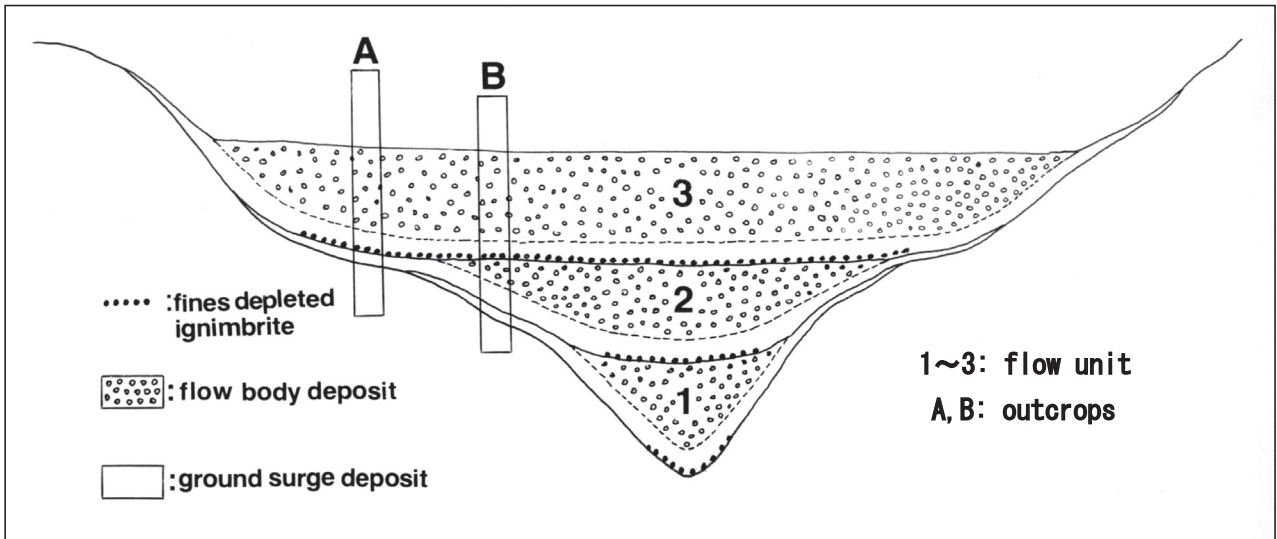


図 9. 大磯丘陵における T(pfl) 塊状軽石流堆積物の模式的堆積構造 (Kasama & Aihara, 1996).

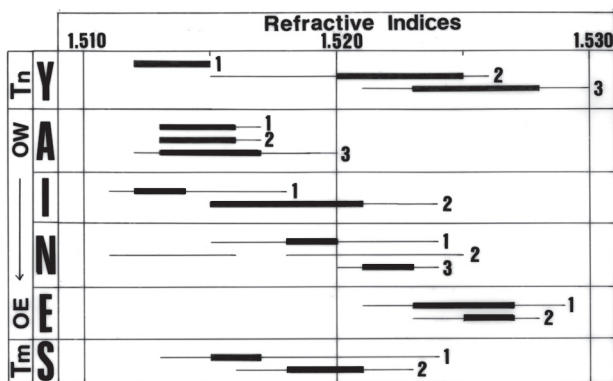


図 10. T(pfl) の火山ガラス屈折率 (笠間, 1997) .

Y: 松田町寄 (図 6 地点 3), A: 大井町赤田 (図 6 地点 4), I: 秦野市今泉市木沢 (図 6 地点 5), N: 中井町比奈窪 (図 6 地点 6) E: 平塚市土屋遠藤原 (図 6 地点 7) S: 横浜市泉区新橋町 (図 6 地点 12), Tn: 丹沢山地, OW: 大磯丘陵西部, OE: 大磯丘陵東部, Tm: 多摩丘陵 .

トと中井町比奈窪の第 3 ユニットが対比されることがわかった。平田 (1992) のスコリア流 E ユニットは、箱根町芦ノ湯のスコリア流 (図 7 第 2 ユニット) および大井町赤田の第 6 ユニットに対比される可能性がある。大井町赤田の第 6 ユニットはスコリア質の火砕サージの層相を示す成層堆積物である。このユニットはさらに伊勢原市高森 (図 6 地点 8) や横浜市泉区新橋町 (図 6 地点 12) のスコリア質の成層軽石流堆積物 (後述の layer-ST(e)) に対比される可能性がある。

c. 火山豆石

フローユニットの中には火山豆石を含むものがある。これまでに確認された場所は大井町赤田、小田原市久野星山 (図 6 地点 2)、小田原市久野こどもの森 (図 6 地点 d) である。

大井町赤田では第 3 ユニット上部の灰雲サージ堆積物と考えられる部分とコイグニンプライトアッシュ (co-ignimbrite ash (Sparks and Walker, 1977)) 堆積



図 11. T (pfl) 中の火山豆石. 大井町赤田 (図 6 地点 4) の第 3 ユニット ash-cloud surge 堆積物上部に含まれる火山豆石. 丸い円の直径 2cm.



図 12. 大井町赤田 (図 6 地点 4) の第 3 ユニット基底部の細粒物枯渇堆積物 (FD) に含まれる炭化木。スケール 1m。

物と考えられる部分の 2 箇所に平均粒径 4mm 程度、最大粒径 15mm のものが含まれていた (図 11、相原・笠間, 1993)。この場所はその後の工事の進展により第 4、第 5 ユニットでも火山豆石が確認された。

d. 細粒物枯渇堆積物 (fines-depleted ignimbrite)

フローユニットの最下部には、厚さ数 cm ~ 30cm 程度の軽石や岩片、鉱物からなる層が存在する場合がある。シルトサイズ以下の火山灰粒子に枯渇しているという共通点があるが、塊状でほとんど岩片、鉱物からなるものやほとんど軽石からなるもの、クロスラミナがあり岩片、鉱物と軽石が成層しているもの、炭化木を含むもの、級化構造があるものなど層相には変化がある。笠間・相原 (1993) ではこの層をもとにフローユニットの対比を試みたが、これらの層位は火山ガラス屈折からは同一のものではないことがわかった。すなわちさまざまなフローユニットにこの層相の堆積物が存在することが明らかになった。しかし、これらのバリエーションの中には、降下堆積物が含まれる可能性は否定できず、今後対比可能な軽石層が出現する可能性はある。

塊状の軽石層でも明らかに軽石流中の細粒物枯渇堆積物 (fines-depleted ignimbrite (Druitt & Sparks, 1982)) と考えられるものも存在する。大井町赤田の第 3 ユニットでは最大直径 40cm (軽石層の層厚にほぼ等しい) に達する炭化樹幹群がほぼ南北方向に横倒しになって含まれていた (図 12)。この表面には厚さ 3mm 程度の細粒火山灰層が付着していたが、この炭化木から上位の軽石流堆積物へは顕著なパイプ状の偏析構造 (gas segregation pipes (Walker, 1972)) は見られなかった。これらは軽石流先端部で取り込まれた樹幹が軽石流中で加熱され、その初期に放出された水分によって細粒火山灰を付着させ、さらに加熱され炭化した後で、軽石とともに軽石流先端部から堆積したものと解釈される。また、この軽石層の火山ガラスの形状を TP と比較すると明らかに粒子の摩滅が見られた。

(3) 大磯丘陵東端から横浜市西部 (詳細な露頭位置、柱状図は図 13、図 14 および図 16、図 17)

a. T(pfl) 全体の特徴

大磯丘陵東端の平塚市万田 (笠間・山下, 2008a) および伊勢原市高森より東側の地域では、TP の直上に塊

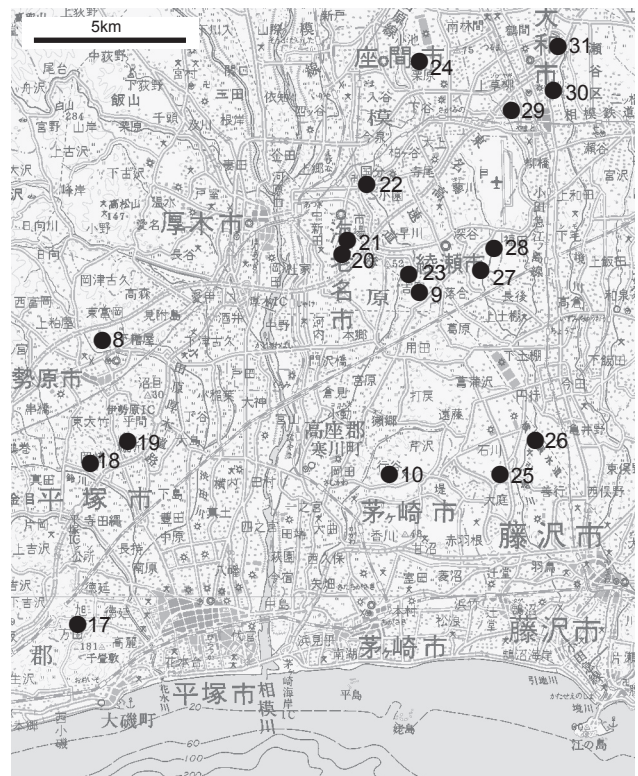


図 13. 神奈川県中央部における T(pfl) の露頭位置。柱状図は図 14 に示す。

17: 平塚市万田, 18: 平塚市岡崎, 19: 平塚市城所, 8: 伊勢原市高森, 10: 茅ヶ崎市行谷, 20: 海老名市大谷, 21: 海老名市大谷, 22: 海老名市国分南, 23: 綾瀬市吉岡, 9: 綾瀬市吉岡 (綾瀬浄水場), 24: 座間市栗原 (芹沢公園), 25: 藤沢市石川, 26: 藤沢市円行, 27: 綾瀬市深谷, 28: 綾瀬市本蓼川, 29: 大和市上草柳, 30: 大和市深見, 31: 大和市深見 (境川右岸) 国土地理院 1/200000 数値地図より。

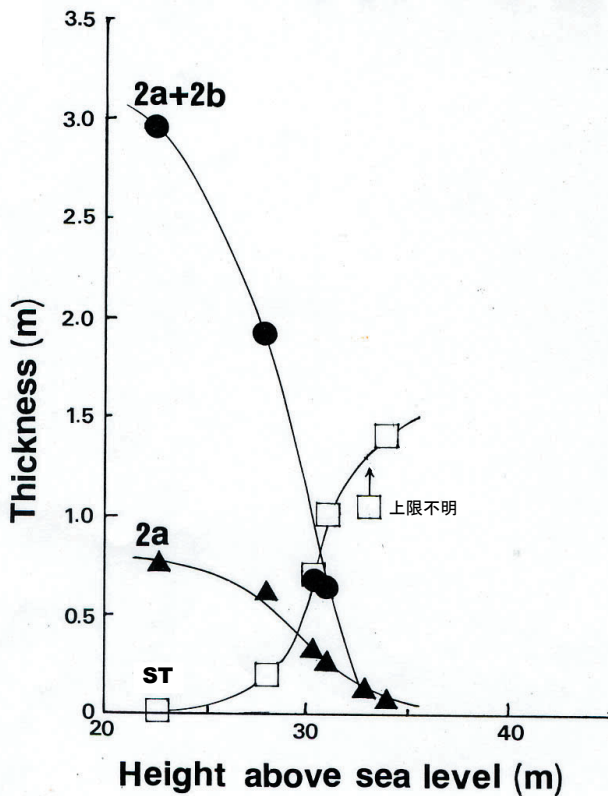


図 15. T(pfl) の標高に対する各部分の層厚変化。
横浜市戸塚区上矢部町マンション造成地内の連続露頭で調べたもの(図 16 の地点 48 ~ 51) ST は成層軽石流堆積物 (kasama & Aihara (1996) に加筆)。2a, 2b はそれぞれ Wilson(1985) の layer1, layer2 に相当するとい考えられる。

状軽石流堆積物が存在し、その上位には後述の layer-ST(a), layer-ST(b) と命名された降下堆積物をはさみ成層軽石流堆積物が堆積する。この成層軽石流堆積物は、大磯丘陵内から箱根火山麓までの地域では、分布が確認されていない。塊状軽石流堆積物との間にある降下堆積物は良い鍵層となる。鍵層の存在はこの地域の T (pfl) の層序を考える上で便利で、露頭での堆積物の対比は比較的容易である。しかし、堆積物が薄いため侵食のダメージを受けやすく、上部が欠落している露頭が多い。

b. T (pfl) 分布の東端

T (pfl) の分布東端は、塊状軽石流堆積物も成層軽石流堆積物も同じで、横浜市保土ヶ谷区今井町(図 6、図 17 地点 15)であった。箱根火山中央火口丘神山からの距離は約 55km である。薄い塊状軽石流堆積物が、厚い成層軽石流堆積物に覆われたために保存されていると考えられるが、このような場所は多い。横浜地域の T(pfl) は、多摩丘陵の分水嶺を越えて分布する点が重要で、帷子川や鶴見川の谷、更には川崎、東京方面にも達している可能性がある。

c. 塊状軽石流堆積物のフローユニット数

箱根火山麓地域から大磯丘陵内では、数枚のフローユニットが確認された塊状軽石流堆積物は、この地域に入ると図 7 の地点 8 から 15 のように最大でも 2 つのフローユニットから構成されるようになる。

横浜市西部の柏尾川上流地域の一部を除いて風化が進行しており、各地点のフローユニットを火山ガラス屈折

率で対比することは不可能であるが、鍵層との層位関係や層相の特徴からこの 2 つのフローユニットは互に対比されると考えている。これらは柏尾川上流地域の堆積物の火山ガラス屈折率より、大磯丘陵で観察される塊状軽石流堆積物のフローユニット群の中位に位置する 2 つのフローユニットの延長と考えられ、地形的な制約の少なくなった地域に入り、大磯丘陵において数多くあったフローユニット群が融合して 2 つになった結果ではない。したがって、箱根火山麓地域から大磯丘陵内に分布する塊状軽石流堆積物のフローユニット群には、到達距離の短いものが数多くある。また、今永(1993)のように、上部の特にスコリア質のユニットは大磯丘陵とは異なる北東方向(丹沢山地方)に厚く分布する。フローユニットによって流れの方向に違いがある可能性もある。

d. 大磯丘陵東端から相模野台地までの塊状軽石流堆積物の特徴(図 13、図 14)

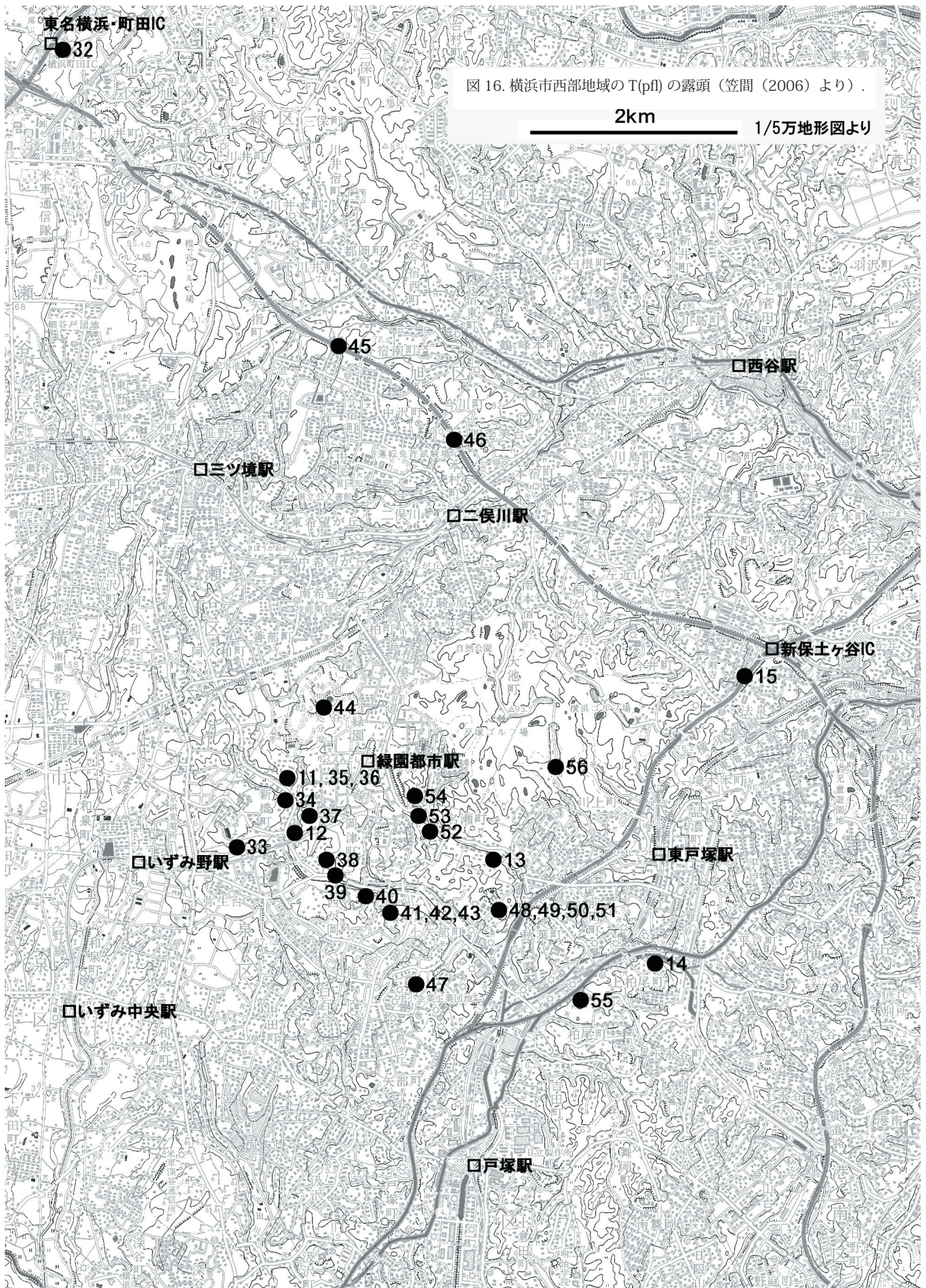
大磯丘陵内とは異なり、大磯丘陵東端から座間丘陵までの間では、フローユニット構成、層相がまったく同じ堆積物をいくつかの地点で確認できることが注目される。

大磯丘陵東端の平塚市万田とその北方の伊勢原市高森、および座間丘陵の海老名市国分南(図 13 地点 22)、この 3 地点の第 1 ユニットは相対的に薄く、層厚は地形の影響をあまり受けず、変化が少ない。軽石と炭化木片に富み、基質は風化して灰色を呈する細粒火山灰である。軽石は最下部と上部に多く、風化して灰色を呈するものを中心に黄色のものも含む。第 2 ユニットは相対的に厚く、層厚は地形の影響を受けて大きく変化する。基質は風化して淡褐色を呈する細粒火山灰で、基質下部は砂サイズの鉱物、岩片に富む。軽石は風化して黄色を呈するものが多く灰色のものも含むが、含有量は第 1 ユニットに比較して少なく、むしろ岩片に富む。鍵層となる降下堆積物に覆われる。平塚市城所(図 13 地点 19)では、露出が断片的であったが同様の層相がみられ、第 1 ユニットだけでも 1.2m の層厚があり堆積物は厚い。

相模川と境川にはさまれた相模野台地を中心とする地域では、軽石流は平らな地形を水平に薄くおおうように堆積しており、層厚は 1m 以下である。フローユニットも綾瀬市吉岡(図 6、13 地点 9)を除いて 2 枚識別できない。1 枚のフローユニットからなる場所の堆積物は、軽石や炭化木に富む特徴はなく、基質は風化して淡褐色を呈する細粒火山灰、基質下部に砂サイズの鉱物・岩片に富む部分があり、鍵層となる降下堆積物に直接覆われるという、上記第 2 ユニットの特徴が認められる場所が多い。

e. 横浜市西部(多摩丘陵内)の塊状軽石流堆積物(図 16、図 17)

横浜市西部の柏尾川上流地域では、再び谷埋め型の厚い塊状軽石流堆積物がみられるようになり、層厚は最大 3m に達する。柏尾川上流地域では TP 噴出当時と現在で河川系にあまり変化がなく、谷埋め型の塊状軽石流堆積物は、阿久和川、名瀬川、柏尾川の谷に沿って分布する。これらの堆積物にはフローユニット構成、層相に共通した特徴がある。堆積物は岩片、鉱物の集積層(記号:



1a) と逆級化した軽石を含む細粒火山灰層 (記号: 1b) のセットからなる層厚数 cm の薄く層厚変化の少ない第 1 ユニットと、下部のグラウンドサージ堆積物と考えられる成層した部分 (記号: 2a) と上部の塊状の部分 (記号: 2b) からなる厚い第 2 ユニットから構成される。第 1 ユニットだけは阿久和川から柏尾川にかけての谷底部分にのみ分布する (笠間・相原, 1990)。第 2 ユニットは造成工事で生じた連続露頭では、堆積当時の谷地形上部に向かって全体の層厚を減じるが、2b の層厚減少が顕著で、2a は谷上部まで這い上がるように堆積し、最終的には 2a のみとなる。しかし、次に述べる成層軽石流堆積物は 2a とは逆の層厚変化を示し、尾根部で厚くなる (図 15)。

第 1 ユニットは薄く軽石に富み、谷地形の中でも層厚変化がほとんどない。第 2 ユニットは厚く、谷地形の中で層厚が大きく変化し、鍵層となる降下堆積物に覆われるという特徴をもつ。よってこの 2 つのフローユニットは、大磯丘陵東端から相模野台地に分布する塊状軽石流堆積物の第 1、第 2 ユニットに対比されると考えられる。

d. 成層軽石流堆積物の層序

塊状軽石流堆積物を覆う一連の堆積物について、横浜市区新橋町と伊勢原市高森で確認された共通層序をもとに、笠間・山下 (2005) は両地点の頭文字をとって layer-ST(a) ~ layer-ST(f) の 6 層に区分した (図 18、図 19)。

各層のうち降下堆積物 layer-ST(a)、layer-ST(b) の組み合わせは (図 19)、良い鍵層として大磯丘陵東端から横浜市保土ヶ谷区今井町まで追跡できる。これに対して成層軽石流堆積物上部は不規則な侵食面で火山灰土層に覆われており、上位の layer-ST(c) ~ layer-ST(f) は侵食により失われていることが多い。横浜市区新橋町と伊勢原市高森の露頭は、これらのユニット群全体が侵食を免れて保存されていると解釈した。成層軽石流堆積物の層厚は、相模原市地形・地質調査会 (1986) によると海老名市国分の座間丘陵尾根部東側で最大 5 ~ 6 m に達する。さらに T(pfl) 分布の東端でも 1m を超える層厚がある。しかし、これらの露頭では上部のスコリア質のユニットは侵食で失われていると考えられる。成層軽石流堆積物のラミナから読み取れる流向は西や北西からのものが多い。

各層の特徴は以下のとおりである。

layer-ST(a): 層厚約 20cm 以下の軽石層、風化して灰色を呈する軽石にオレンジ色を呈する軽石が混ざり最大粒径は高森で 2cm、新橋町で 1.5cm、mantle bedding をする堆積物であるが、層相には変化がある。下位の塊状軽石流堆積物との接し方もラミナをなして遷移するものと、シャープな境界線で接するものがある。内部構造も塊状のもの、級化構造があるもの、ラミナがあるものがある。層相変化があることから、塊状軽石流堆積物の流走時から堆積直後にかけて堆積した降下軽石と解釈した。

layer-ST(b): 層厚十数 cm 以下の細粒火山灰層、mantle bedding をする堆積物で、岩片、鉱物に富む部分が

あり 3 層 (b1、b2、b3) に細分できる (図 19)。層厚は高森で 7cm、新橋町で 4cm。噴煙柱あるいはコイグニンプライトアッシュ起源の降下火山灰層で、堆積直後に軽石流堆積物におおわれたために薄いフォールユニットが保存されていると解釈した。

layer-ST(c) ~ ST(f): 層厚数十 cm ~ 数 m、層厚は地形の影響を受けて変化し、谷部でやや厚くなる。また、横浜市西部では塊状堆積物とは逆に丘陵の上部、尾根部で層厚を増す。シルトサイズ以下の細粒火山灰粒子に枯渇し幅 0.2 ~ 2cm の平行~低角のクロスラミナが発達し、数 mm の炭化木片を含む。下位の layer-ST(b) との間には侵食面があることが多く、Hk-TP まで侵食している場合があるが、侵食面は波状にうねるような形状のものが多い。構成物により、細粒火山灰薄層をはさみながら砂サイズの岩片、鉱物が成層する layer-ST(c)、特に細粒火山灰層に富む層相を layer-ST(c')、砂サイズの岩片、鉱物と風化して黄色を呈する軽石 (高森で最大 1.5cm、新橋町で最大 0.8cm) とがラミナをなす layer-ST(d)、砂サイズの岩片、鉱物と風化して褐色を呈するスコリア (高森で最大 0.5cm、新橋町で最大 0.2cm) とがラミナをなす layer-ST(d)、砂サイズの岩片、鉱物と風化して黄色を呈する軽石 (高森で最大 2cm、新橋町で最大 1.2cm : layer-ST(c) より粗粒) とがラミナをなす layer-ST(f) (下部は砂サイズの岩片、鉱物に富む) に区分される。火砕流に伴う火砕サージ堆積物のようにもみえるが、発生母体となるような軽石流堆積物はなく、軽石流本体の堆積物と考えた。フローユニットは、岩片・鉱物の下部への集積や構成物質から layer-ST(c) または layer-ST(c') と layer-ST(d) の組み合わせ、および layer-ST(e)、layer-ST(f) の 3 フローユニットからなると解釈した。

e. 成層軽石流堆積物の成因

成層軽石流堆積物は、箱根火山山麓から大磯丘陵までには見出せず、大磯丘陵東端部より東に分布する。失われた細粒火山灰を含めて積算すると軽石流の体積は 1.2km^3 程度とかなりの量になる (図 6 の点線の範囲)。成因として、まず軽石流が外来水と接触し二次爆発を起こして火砕サージを発生させた可能性が考えられるが、fuel-coolant interaction の最適条件から水量を見積もると少なくとも 0.1km^3 オーダーの水が必要であり、これを河川水など陸水によってまかなうことは難しい。海水との二次爆発成因説は否定できないが、沿岸部より相模野台地など内陸部で堆積物は厚く、海とは異なる方向からの流れを示すものが多いことは説明しづらい。なお、堆積物には炭化木片を含むことから、かなり高温であったことが推定される。

そこで笠間・山下 (2005) は、箱根火山山麓から大磯丘陵に塊状軽石流堆積物を堆積させたフローユニットの一部が、より遠方の地域で層相を変えて成層軽石流堆積物を堆積させた可能性を考えた。重要な点は成層軽石流堆積物の T(pfl) 全体の中での層位である。大磯丘陵東端から横浜市西部に分布する成層軽石流堆積物の下位にある塊状軽石流堆積物は、火山ガラス屈折率で比較す

標高
70m

60

50

40

30

20

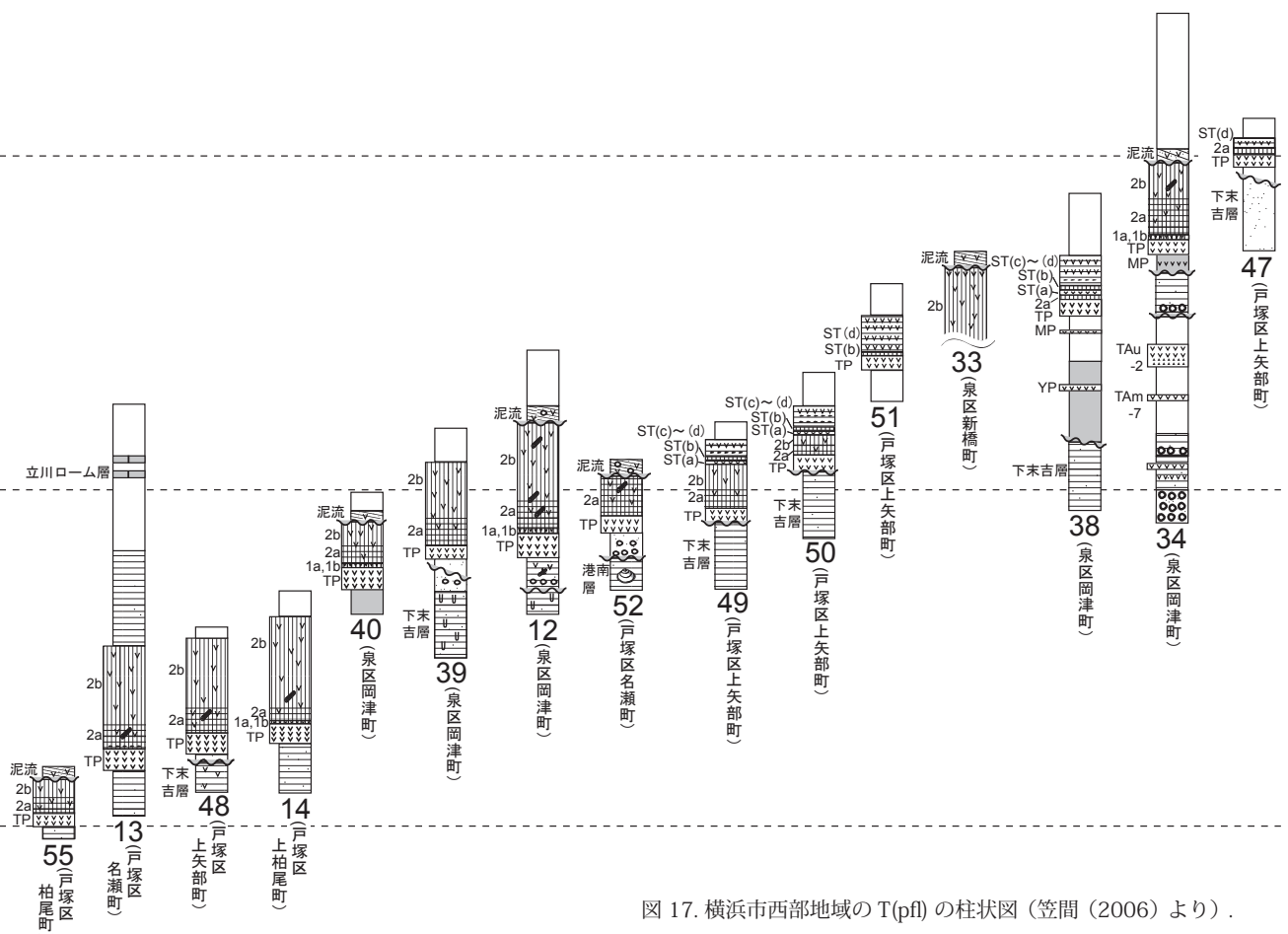


図 17. 横浜市西部地域の T(pfl) の柱状図 (笠間 (2006) より) .

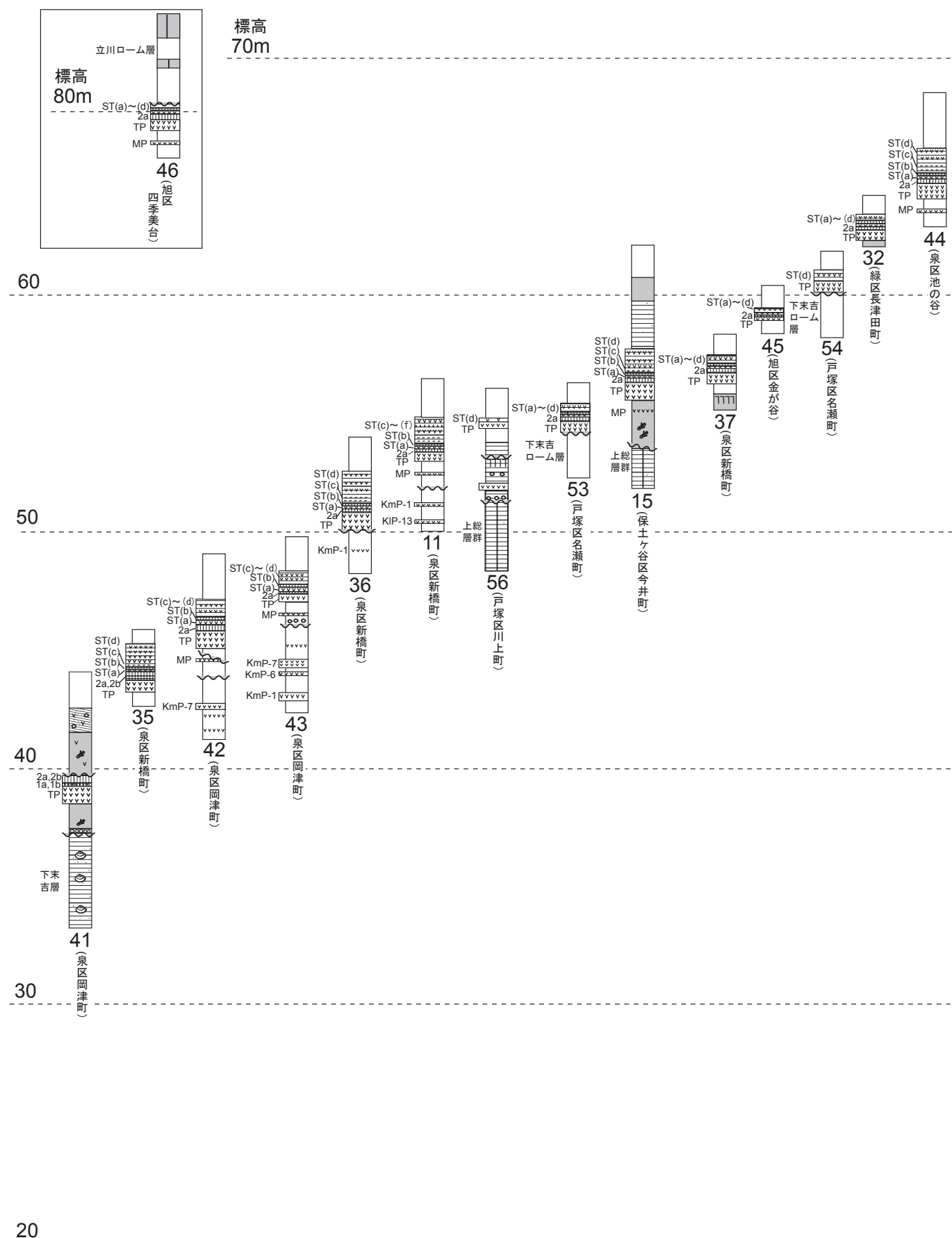


図 17. 横浜市西部地域の T(pfl) の柱状図 (続き).

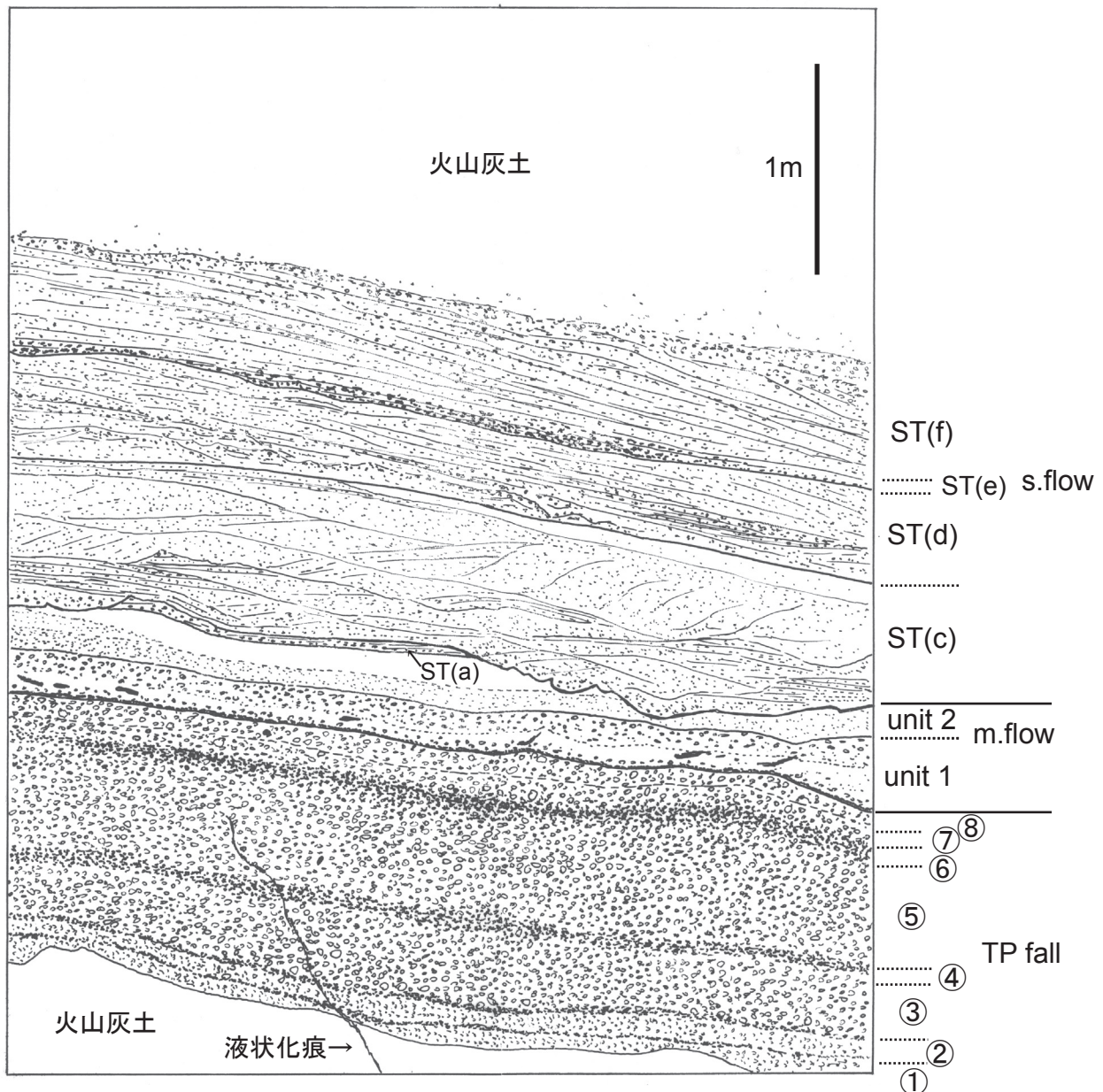


図 18. 伊勢原市高森 (図 6, 13 地点 8) の TP および T(pfl) (笠間・山下, 2008). m. flow: 塊状軽石流, s. flow: 成層軽石流. 剥ぎ取り標本のスケッチのため実際の露頭とは鏡面反転している. 露頭面の走向, 傾斜は N13° E、33° W. 右が北になる. layer-ST(b) は侵食により失われている.

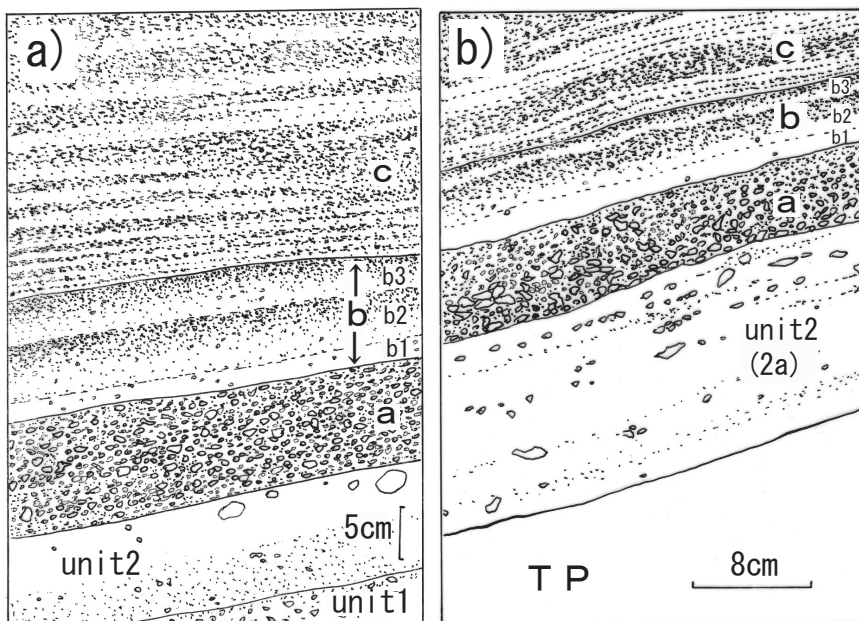


図 19. layer-ST(a), layer-ST(b) の対比.
a): 伊勢原市高森 (図 6, 13 地点 8),
b): 横浜市泉区岡津町 (図 17 地点 38) (笠間・山下, 2005).

ると、箱根火山麓から大磯丘陵に分布する塊状軽石流堆積物のフローユニット群の中では中位のものであることが明らかになっている。すなわち成層軽石流堆積物に対比させる塊状軽石流堆積物を箱根火山麓～大磯丘陵地域に求めることに層位的な矛盾はない。さらに両者のフローユニットを比較すると、共通してスコリア質のフローユニットがある点が注目される。

層相が変化する要因として、スコリア質のフローユニットの分布から丹沢山地の地形的影響も考えられるが、まだ検討すべき課題が多い。

(4) 三浦半島南端部

三浦半島南端部の城ヶ島において、TP の上位に軽石流と考えられる堆積物が見つかった。層厚 24cm のうち、下部 4cm は細粒火山灰よりなり、上部 20cm は成層軽石流堆積物の layer-ST(c) ～ layer-ST(d) と似ているが、下位に鍵層 layer-ST(a)、layer-ST(b) はない。この地域の軽石流堆積物についてはさらに検討する必要があるが、箱根火山との位置関係から海面上を渡ってきた可能性がきわめて高い。

5. おわりに

箱根東京テフラは、箱根火山の大規模噴火の噴出物の中では最も新しいため、土地改変が進む現状においても、比較的露頭に恵まれており、教材としても重要である。既に多くの研究がなされているが、今後も新たな情報が得られる可能性が高く、研究の進展が期待されるテフラである。成層軽石流堆積物の成因や海面上を流れた可能性など、今後も検討が必要である。

謝辞

三浦半島南端城ヶ島の T (pfl) 露頭情報は、東京都立大学 町田 洋 名誉教授よりいただき、現地を案内していただいた。ここに記してお礼申し上げる。

文献

- 相原延光・笠間友博, 1993. 箱根火山新期火砕流中の火山豆石の発見. 日本地質学会第 100 年学術大会講演要旨: 547.
- Aoyagi, R., 1985. The identification of the fall-units of Tokyo pumice bed by chemical composition of ferromagnetic minerals. *Geochemical J.*, 19: 193-198.
- 新井房夫, 1972. 斜方輝石・角閃石の屈折率によるテフラの同定—テフロクロロジーの基礎的研究—. 第四紀研究, 11, 254-269.
- Druitt, T. H. and R. S. J. Sparks, 1982. A proximal ignimbrite breccia facies on Santorini volcano, Greece. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 13: 147-171.
- 袴田和夫, 1972. 一輪廻の噴火としてみた東京軽石. 第四紀研究, 11, 44.
- 袴田敏揮・海野 進, 1997. 箱根火山東京軽石中の斑晶鉱物の示すマグマ混合. 日本地質学会第 104 年学術大会講演要旨: 282.
- 原田正夫, 1943. 関東ロームの生成に就いて. 東京帝大土壌肥料学教室報告, 3: 1-138.
- 平田由紀子, 1991. 箱根新期軽石流 (TP 軽石流) にみられる中

- 央火口丘起源の本質物質. 大涌谷自然科学館調査研究報告, (10): 1-10.
- 今永 勇, 1993. 丹沢山地南部松田町寄の谷に認められた TPfl 火砕流. 神奈川自然誌資料, (14): 11-13.
- 貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎春雄・鈴木毅彦編, 2000. 日本の地形 4 関東・伊豆小笠原, 349pp, 東京大学出版会, 東京.
- 貝塚爽平・戸谷 洋, 1953. 武蔵野台地東部の地形・地質と周辺諸台地の Tephrochronology. 地学雑, 62: 9-68.
- 関東第四紀研究会, 1970. 下末吉台地およびその周辺地域の地質学的諸問題. 地球科学, 24: 8-46. その、テフラ
- 関東第四紀研究会, 1987. 大磯丘陵の層序と構造. 関東の四紀, (13): 8-46.
- 関東ローム研究グループ, 1956. 関東ロームの諸問題. 地質雑, 62: 302-316.
- 関東ローム研究グループ, 1958. 関東ロームの諸問題 (Ⅱ). 地質雑, 64: 293-307.
- 関東ローム研究グループ, 1965. 関東ローム—その起源と性状. 378pp. 築地書館, 東京.
- 笠間友博, 1997. 火山ガラス屈折率からみた箱根火山新期火砕流の堆積構造—大磯丘陵から多摩丘陵南西部—. 日本地質学会第 104 年学術大会講演要旨: 282.
- 笠間友博, 2004. 箱根新期軽石流の堆積構造～伊勢原市から横浜市西部に分布する成層堆積物～. 日本地質学会第 111 年学術大会講演要旨: 254.
- 笠間友博, 2006. 横浜市西部の海洋酸素同位体ステージ 11 以降のテフラ層序. 神奈川県博物館研究報告, (35): 1-33.
- 笠間友博・相原延光, 1990. 横浜市西部における箱根火山新期火砕流の堆積構造. 神奈川自然誌資料, (11): 1-8.
- 笠間友博・相原延光, 1993. 箱根火山新期火砕流の堆積構造—大磯丘陵から多摩丘陵—. 日本地質学会第 100 年学術大会講演要旨: 546.
- Kasama, T. and N. Aihara, 1996. Sedimentary structure of Hakone Younger pyroclastic flow; An example from the Oiso Hills to the Tama Hills in Japan. 30th IGC Abstracts, vol3: 429.
- 笠間友博・山下浩之, 2005. 高森丘陵南西部で出現した特徴的な箱根新期軽石流堆積物 [Hk-T(pfl)] について～高森丘陵と多摩丘陵で発見されたスコリアを含む成層堆積物の共通層序～. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (34): 1-16.
- 笠間友博・山下浩之, 2007. 藤沢市円行で出現した箱根東京テフラ (Hk-TP) に伴う軽石流堆積物 (Hk-T(pfl)) の記載と神奈川県中部に分布する同堆積物との対比. 神奈川自然誌資料, (28): 1-6.
- 笠間友博・山下浩之, 2008a. 平塚市万田で出現した箱根東京テフラに伴う軽石流堆積物. 神奈川自然誌資料, (29): 1-5.
- 笠間友博・山下浩之, 2008b. 地層剥ぎ取り手法による箱根火山起源テフラの記載: TCu-1, Km-3, TP, 鴨沢ローム層. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (37): 23-30.
- 小出良幸・山下浩之・川手新一・平田大二, 2000. 蛍光 X 線分析装置による岩石主要元素の分析精度の検証. 神奈川県立博物館研究報告自然科学, 29: 107-125.
- Kuno, H., 1950. Geology of Hakone volcano and adjacent areas. Part I. J. Fac. Univ. Tokyo, Sec. 2, (7): 257-279.
- 久野 久, 1952. 7 万 5 千分の 1 熱海図中および地質説明書. 地質調査所.
- Kuno, H., 1953. Formation of calderas and magmatic evolution. *Trans. Amer. Geophys. Union*, 39: 30-46.
- Kuno, H., 1962. Hakone volcano. Guide book for Excursion, International Symposium on Volcanology. 日本火山学会, 13-20.

- 町田 洋, 1971. 南関東のテフロクロノロジー (I) —下末吉期以降のテフラの起源および層序と年代について—. 第四紀研究, 10: 1-20
- 町田 洋, 1977. 火山灰は語る. 324pp. 蒼樹書房, 東京.
- 町田 洋, 2006. 山北に爪跡を残す自然の猛威. 足柄乃文化, (33): 1-20
- 町田 洋・森山昭雄, 1968. 大磯丘陵の Tephrochronology とそれにもとづく富士および箱根火山の活動史. 地理評, 41, 241-257.
- 日本地質学会国立公園地質リーフレット編集委員会, 2007. 1. 箱根火山. 日本地質学会, 東京.
- 成瀬 洋, 1963. 関東地方の第四紀火山灰. 第四紀研究, 3: 94-109
- 中村俊夫・岡 重文・坂本 亨, 1992. 東京軽石流堆積物中の炭化木片の加速器質量分析計による放射性炭素年代. 地質雑, 98: 905-908.
- 相模原市地形・地質調査会, 1986. 相模原の地形・地質調査報告書 (第3報). 相模原市教育委員会, 96pp.
- Sparks, R. S. J. and G. P. L. Walker, 1977. The significance of vitric-enriched airfall ashes associated with crystal-enriched ignimbrites. J. Volcanol. Geotherm. Res., 2: 329-341.
- Sparks, R. S. J. 1972. Crystal concentration in ignimbrites. Contrib. Miner. Petrol, 36: 135-146.
- 上杉 陽, 1976. 大磯丘陵のテフラ. 関東の四紀, (3): 28-37.
- 鈴木隆介, 1963. 箱根火山北東部における軽石流の堆積とそれに伴った地形変化について. 地理評, 36: 24-41.
- 高橋正樹・内藤昌平・中村直子・長井雅史, 2006. 箱根火山前期・後期中央火口丘噴出物の全岩化学組成. 日大文理学部自然科学研究所研究紀要. (41): 107-118.
- Tsuji, S., K. Minaki and S. Osawa, 1984. Paleobotany and paleoenvironment of Late Pleistocene in the Sagami region, cntral Japan. 第四紀研究, 22: 279-296.
- 谷戸 洋, 1961. 相模野北西部の地形に関するいくつかの問題. 辻村太郎古稀記念論集: 107-118.
- 横浜サブ団研グループ, 1995. 横浜市泉区新橋町の露頭について. 関東の四紀, (19): 22-24.
- Willson, C. J.N., 1985. The Taupo eruption, New Zealand II. The Taupo ignimbrite. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A. 314: 229-310.