

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～

Remarkable Features at the Hakone Younger Pumice Flow Deposit [Hk-T(pfl)]
at the Southwestern Area of the Takamori Hills
— Common Deposits Containing a Scoria Layer at Takamori Hills and Tama Hills —

笠間友博¹⁾・山下浩之¹⁾

Tomohiro KASAMA¹⁾ and Hiroyuki YAMASHITA¹⁾

Abstract. The Hakone Younger pumice flows were associated with the Younger caldera stage. We studied the largest event of the Hakone Younger pumice flows. The plinian deposit is called Hakone-Tokyo Pumice (Hk-TP) and the pumice flow deposit Hk-T(pfl). They all thought to be erupted at about 60,000 ~ 65,000 years ago (Machida & Arai, 2003). The proximal to medial area Hk-T(pfl) shows massive facies, despite the distal deposit mainly represents fines-depleted and stratified beddings. We found common set of beds in Hk-T(pfl) which can be correlated between two localities, Takamori hills and Tama hills. We divided them into six layers, ST(a) to ST(f) in ascending order. Layer ST(a) and layer ST(b) are thought to be fall deposits. Layer ST(c) to layer ST(f) are thought to be pyroclastic flow deposits of three flow units, and layer ST(e) is a deposit of a scoria flow. The total volume of these layers is estimated to be about 0.5k m³ (1.2k m³ : including fines lost by elutriation).

Key words: Hakone Younger pumice flow, TP, scoria flow, flow unit, Takamori Hills

1. はじめに

箱根新期軽石流 [Hk-T(pfl); テフラ表記は町田・新井 (1992; 2003) による] は層相変化に富み、一般的な淘汰の悪い塊状堆積物に加え、大磯丘陵より東側の地域にはシルトサイズ以下の火山灰 (以下、細粒火山灰と呼ぶ) に乏しく、数 mm 程度の軽石と砂サイズの鉱物・岩片がラミナをなす成層堆積物が広く分布している事が知られている (相模原市地形・地質調査会, 1986)。この成層堆積物の分布面積は、著者の見積もりによると約 450 km² に及び、体積は約 0.5 km³ 程度になるが、この堆積物の研究例は少な

く、未解明の部分がまだ多い。その理由として、2次堆積物との区別が難しい点、2次堆積物ではないとしても形成過程が不明で、特に *standard ignimbrite flow unit* に代表されるような従来の高密度火砕流モデルでは解釈しにくい点などが挙げられる。

著者はこの成層した堆積物の研究を行ってきたが、今回、伊勢原市高森で発見された一部にスコリアを含む細かな層序は、かつて横浜市泉区新橋町で出現したものと同一であった。両地域はいわば分布の東端と西端であり、広域にわたって対比できるシーケンスの存在が明らかになった事は、局所的な2次堆積説を否定するものであり、このシーケンスは詳細不明なこの堆積物全体の堆積過程を表している可能性がある。著者は *flow unit* 構成、分布、流向の特徴から、この成層した堆積物が大磯丘陵西部～丹沢山地南麓に分布するスコリア流を含む3つの *flow unit* そのものから直接堆

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 E-mail: kasama@nh.kanagawa-museum.jp

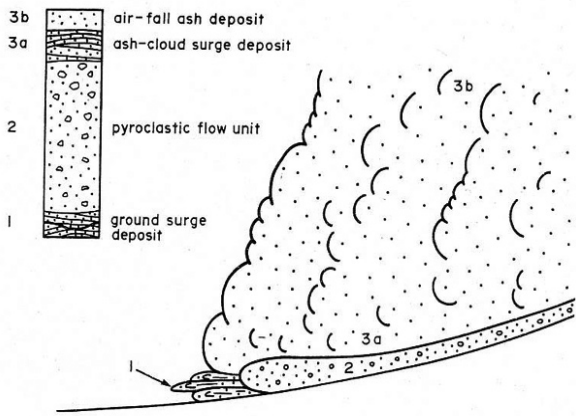


図1 一斉停止型堆積をする火砕流と堆積物 (standard ignimbrite flow unit)

(Cas and Wright, 1987) 1: layer1、2: layer2、3a, 3b: layer3

堆積物（特に layer2）は火砕流の内部構造を保存したまま一斉に堆積する。

積したというモデルを考えた。このモデルは、最近主流になりつつある累積型の堆積をする火砕流モデル (Branney and Kokelaar, 1992 ; 2002) では説明可能である。

以上のように、今回の発見はこの成層した堆積物（ここでは成層軽石流堆積物と呼ぶ事にする）の成因を考える上で極めて重要であり、ここに両地点の層相の特徴を記載し報告を行うものである。

2. 火砕流モデルについて

火砕流モデルは堆積物を解釈する上で重要であるが、最近、新しい火砕流モデルが提案され (Branney and Kokelaar, 1992 ; 2002)、火砕流像も変わりつつあるため、はじめに火砕流モデル変遷の概略についてレビューする。

火砕流に関する多くの研究が開始された 1960 年代、火砕流は内部のガスの乱流によって火砕物が支えられた希薄な流れであると考えられていた。高い地形を越えて堆積物が分布するの、火砕流が数百 m の地形高度差をはるかに上回る厚さをもつためと解釈された (Aramaki and Ui, 1966)。ところがその後、粗粒な火砕物が乱流では支えられない事が分かった (Sparks *et al.*, 1978) モデルは一気に方向転換し、岩屑なだれのように火砕物が粒子どうしの接触ないし衝突によって支えられる高密度の流れ（粒子流）であると考えられるようになった。噴煙そのものは乱流によって支えられているが、それが崩壊し流出する過程 (deflation zone) で高密度化して質量と運動エネルギーの集中した火砕流本体部 (flow body) を形成し、それがほぼ栓流状態で流れ下り、停止すると内部構造をそのまま保存した形で堆積物になる（一斉停止型の堆積：en masse freezing）というモデルである (Wright and Walker, 1981)。高い地形を乗り越えるの、本体部の大きな運動エネルギーに間隙流体（火山ガスなど）による流動化のメカニズムが加わり摩擦を減らすためと解釈された。堆積物は図 1 のように火砕流との対応で 3 つの layer に分け、layer1 は地形との相互作用をまともに受ける火砕流頭部 (flow head) 及び頭部から発生した火砕サージ (ground surge) などの堆積物、layer2 は火砕流本体の堆積物、layer3 は本体から舞い上がった灰神

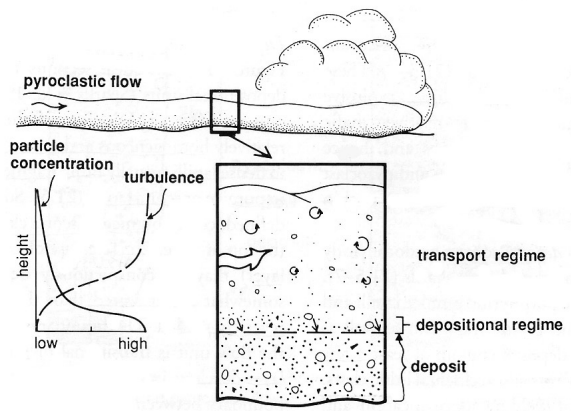


図2 累積型堆積をする火砕流と堆積物 (Branney and Kokelaar, 1992)

堆積物は火砕流の下部から累積的に堆積する。

楽 (ash-cloud) からの火砕サージ (ash-cloud surge) 堆積物及び降下 (co-ignimbrite ash fall) 堆積物と考えた。このようにこのモデルでは高密度の火砕流本体部とその周辺の低密度の火砕サージ部とをはっきり区別している点に特徴があり、ここで取り上げるようなラミナの発達した堆積物は layer1 か layer3 に相当し、近くに layer2 の堆積物が存在しなければならない。これがいわゆる standard ignimbrite flow unit である。このモデルは今まで説明困難であった火砕流堆積物の多様な層相に対して具体的解釈を与えたが、火砕流をあくまで高密度なものとする固定概念では逆に説明困難な現象もあり、1980 年セントヘレンズ火山の潜在ドームの爆発によって生じた流れなど、火砕流か？火砕サージか？の解釈をめぐる「火砕流・火砕サージ論争」を引き起こした (Walker and McBroom, 1983; Fisher *et al.* 1987)。

その後 1990 年代に入り、例えば飛沫状の火砕物から堆積したとしか考えられないような基底部まで強溶結した火砕流堆積物（一斉停止型堆積をするような高密度火砕流では粒子が癒着して流れを維持できない）など、多様な現象を説明できる新しい火砕流モデルが登場する (Branney

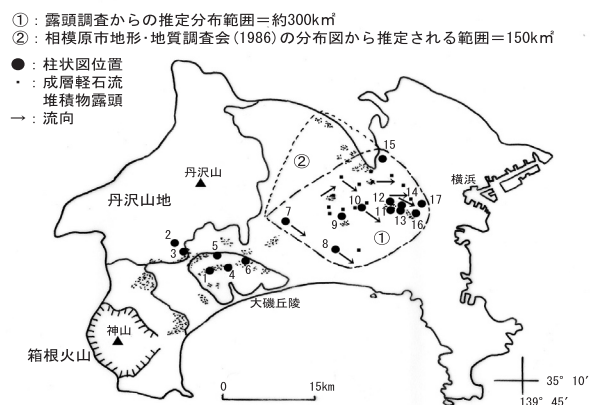


図3 Hk-T(pfl) の分布範囲（細かな点は相模原市地形・地質調査会 (1986) による分布範囲）

破線で囲まれた①、②の範囲が成層軽石流堆積物の分布域（笠間, 2004）、その他は塊状軽石流堆積物のみが分布する。成層軽石流堆積物は北西からの流れを示す場所が多い。1～17は図4、6柱状図位置

and Kokelaar, 1992 : 図 2)。このモデルは最近発表された Branney and Kokelaar(2002) にまとめられているが、現在主流になりつつある考え方である。彼らは論争の対象にもなった火砕流・火砕サージを火砕密度流 (pyroclastic density current) として一括し、従来の standard ignimbrite flow unit に代表される一斉停止型の堆積をする“標準的な”火砕流を火砕密度流の高密度側エンドメンバーに位置付け、むしろ“特殊な”ものとして扱う。低密度側エンドメンバーは従来火砕サージとされていたものであるが、一般的な火砕流は両エンドメンバーの中間の多様な領域を占めるとする考え方である。火砕流内部は一般に乱流が発達し不均一で、たとえ同一の火砕流でも場所により時間経過により内部構造は変化し、堆積物は流れの最下部と堆積物の最上部の間に存在する lower flow-boundary zone から累積型の堆積 (progressive aggradation: Fisher, 1966; Branney and Kokelaar, 1992) をすると考える。従って、堆積物は lower flow-boundary zone (厚さは堆積物の成層構造から数 mm ~ 数十 cm と考える) の記録であって、火砕流全体の垂直構造は記録しない。堆積物の垂直構造はその地点を通過した火砕流の lower flow-boundary zone の経時変化の記録となり、従来とはまったく異なる解釈も生じる。特にパイプ構造は火砕流流動化の目安 (Wilson(1984) の type3 火砕流) として重視されたが、この新しいモデルでは単なる定着後の構造と考える。大部分がガスの乱流によって支えられているような希薄な火砕密度流でも lower flow-boundary zone が

standard ignimbrite のように高密度になれば塊状堆積物となり、lower flow-boundary zone が希薄で乱流が侵入するような状態に変化すればラミナの発達した堆積物になる。つまり、ここで取り上げるようなラミナの発達した堆積物も火砕流そのものから堆積することがあり、場所によって堆積物の層相が大きく変化する事も十分あり得る事になる。

3. Hk-T(pfl) について

図 3 に神奈川県内の Hk-T(pfl) の分布 (細かな点の部分: 相模原市地形・地質調査会, 1986) 及び、成層軽石流堆積物の推定分布域を示し、主な地点の柱状図を図 4 に示した。ここでは Hk-T(pfl) の研究概略についてレビューする。

(1) 噴出時期

Hk-T(pfl) は、多量の降下軽石からなる KIP、KmP (吉沢下部・中部) テフラ群噴出後の新期軽石流期 (町田, 1971) に発生した軽石流で、箱根東京テフラ (Hk-TP; 東京軽石) に伴う噴出物である。新期軽石流期には他に Hk-OP (小原台軽石)、Hk-MP (三浦軽石) に伴う軽石流が噴出している (町田, 1971) が、Hk-T(pfl) は最も大きく、新期軽石流という名称も当初この堆積物に付けられたものである (町田・森山, 1968)。分布の最遠点は著者の調査では、神山からの距離にして約 55km の図 3 の地点 17 である。

火山体形成史は見直しも行われているが、KIP、KmP テフラ群が新期外輪山 (YS) 期、新期軽石流期が新期カルデ

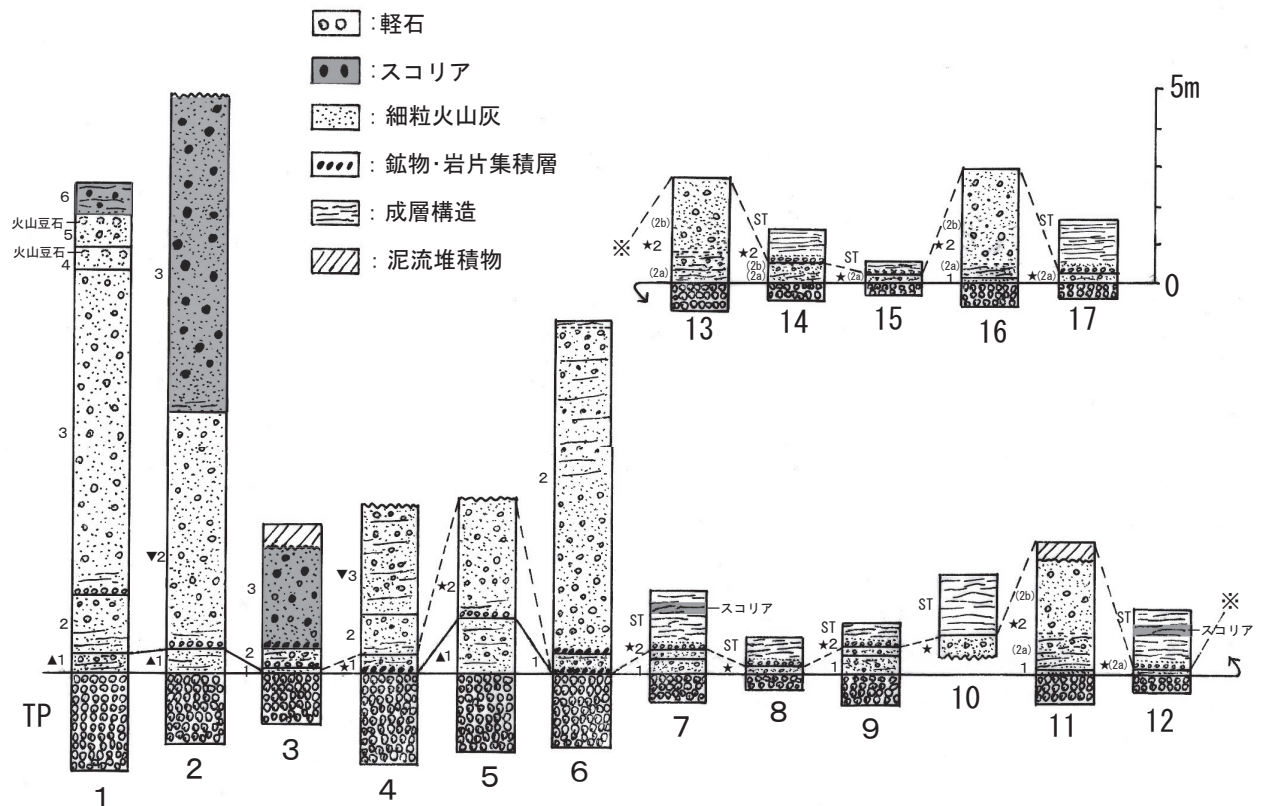


図 4 神奈川県内の主な Hk-T(pfl) の flow unit

1: 大井町赤田, 2: 松田町寄, 3: 秦野市菖蒲, 4: 中井町比奈窪, 5: 秦野市今泉 (市木沢), 6: 平塚市土屋 (遠藤原), 7: 伊勢原市高森, 8: 茅ヶ崎市行谷, 9: 綾瀬市吉岡, 10: 綾瀬市鶴島, 11: 横浜市泉区新橋町, 12: 横浜市泉区新橋町, 13: 横浜市戸塚区上矢部町, 14: 横浜市戸塚区上矢部町, 15: 横浜市緑区長津田町, 16: 横浜市戸塚区上柏尾町, 17: 横浜市保土ヶ谷区今井町

柱状図中の数字は各地点の flow unit、▲、★、▼印は対比される flow unit、ST は成層軽石流堆積物を表す。

ラ形成期にあたる(町田, 1977 など)。噴出年代は気候層序をもとにした層位関係では、寒冷な海洋酸素同位体ステージ4の約6万～6万5千年前と考えられている(町田・新井, 2003)。

(2) 塊状軽石流堆積物の flow unit について

ここでは Hk-T(pfl) を層相の特徴から細粒火山灰に富み淘汰の悪い塊状軽石流堆積物と細粒火山灰に乏しくラミナの発達した成層軽石流堆積物に分けた。火砕流堆積物の典型的な層相である塊状軽石流堆積物については、flow unit に分けて層序を論じた研究がなされている。久野(1962)は箱根町箱根において11の flow unit に分けたが、これらは MP ～ TP の軽石流を含んでいる。

Hk-T(pfl) について、袴田(1986)は箱根町箱根で8つの flow unit に分けている。火山灰流、軽石流、スコリア流、block-and-ash flow など多様な層相をもち、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。これは給源近傍の記載として重要なものであり、各 flow unit 間にある程度の時間間隙がある事を示唆している点が注目される。平田(1992)は松田町松田惣領において最上位のスコリア流を含めA～Eの5つの flow unit に分けた(図23参照)。スコリア流は松田町寄にも標高310～320mの平坦面を形成して分布する事が今永(1993)によって報告されている。笠間・相原(1990)は横浜市西部地区(地点11～17を含む範囲)の堆積物を standard ignimbrite flow unit にあてはめて2つの flow unit に分けた。そして、unit2下部に存在する成層した堆積物を layer1 の ground surge 堆積物(図4: 地点11、13、16の2a、layer2は2bとした)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 ground surge とした堆積物は、丘陵上部までは

い上がる薄い堆積物として続き(12, 14, 15, 17地点の2a)、成層軽石流堆積物(ST)に直接覆われる。さらに笠間・相原(1993)は大磯丘陵から多摩丘陵に分布する堆積物を4つの flow unit に分けて特徴を述べた。その後、笠間(1997)は火山ガラス屈折率からこれらの flow unit の再検討を行い、各地点で上位の flow unit ほど高屈折率になる事を示し(図5)、より詳細な flow unit 区分を行った。同一 unit として対比されるは、図4の▲、★、▼印の unit である。平田(1992)の最下部A unit は基質に温泉粘土のパッチを含むことから▲印の unit に、またスコリア流が1つの flow unit であれば袴田(1986)のスコリア流、平田(1992)のE unit と図4の各スコリア質 unit は対比される。★印は塊状軽石流堆積物としては最も遠方へ分布している unit で、成層軽石流堆積物はいずれもこの unit の上の上になっている。最遠点である横浜市保土ヶ谷区今井町(地点17)でも成層軽石流堆積物に覆われている。

(3) 成層軽石流堆積物の研究

この堆積物は東林間など相模野地域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注目された。町田(1971)は厚い堆積物については風成2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野～横浜の軽石流分布地域の周辺に存在する点を指摘した。

この堆積物に対して初めて具体的な見解を示した相模原市地形・地質調査会(1986)は、箱根火山東北麓から相模野地域に至る Hk-T(pfl) の層相上の特徴について述べ、給源から40～50km離れた相模野では、箱根山麓や大磯丘陵の塊状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事を報告し、前述の厚い堆積物を含め2次堆積を否定した上で、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2次堆積を否定する理由としては頂面が砂丘状にうねっている事、風成2次堆積を否定する理由としては箱根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事を挙げている。当時は、一斉停止型堆積をする高密度火砕流モデルの全盛期で、このように軽石流本体に付随した火砕サージの堆積物という解釈がなされており、笠間・相原(1993)も standard ignimbrite flow unit の層位関係から大磯丘陵から多摩丘陵の広域に分布する図4の★印 unit の ash-cloud surge である可能性を報告した。

しかし、その後 Kasama and Aihara(1996)は下位 flow unit との連続的堆積を否定する層位関係(地点8、9、12、14、15、17のST最下部にある軽石層や12地点のスコリアの存在)を明らかにし、火砕サージのように希薄であるが、別の flow unit の堆積物であるという見解を示したが、火砕流を高密度なものとする standard ignimbrite flow unit では説明困難であった。

笠間(2004)は神奈川県下に存在するこの堆積物の分布範囲、体積の推定を行い、Branney and Kokelaar(2002)の多様な密度状態の火砕流を想定する新しいモデルで軽石流の構造変化を説明した。本報告はこの発表をもとにしているが、成層軽石流堆積物は、図3に示したように広い範囲に見られ、露頭から推定される分布範囲は約300km²

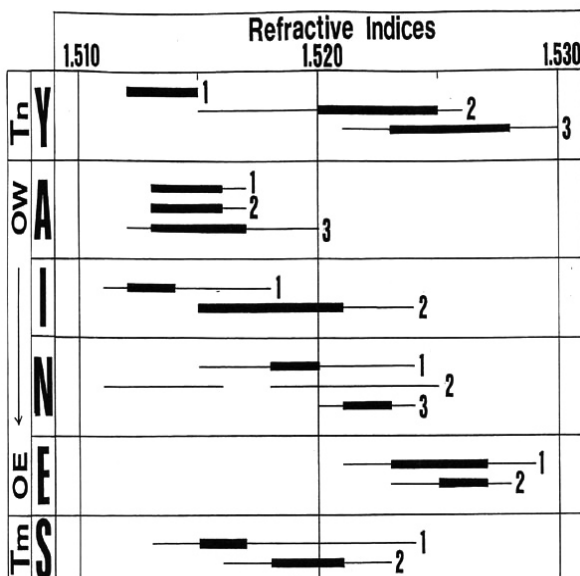


図5 Hk-T(pfl) flow unit の火山ガラス屈折率(笠間, 1997)。

数字は各地点の flow unit を表す。Tn: 丹沢山地, OW: 大磯丘陵西部, OE: 大磯丘陵東部, Tm: 多摩丘陵, Y: 松田町寄(2), A: 大井町赤田(1), I: 秦野市今泉(5), N: 中井町比奈窪(4), E: 平塚市土屋(6), S: 横浜市泉区新橋町(11)、()内は柱状図位置。

に及ぶ①の範囲)。さらに相模原市地形・地質調査会(1986)がボーリングデータ等から推定している北側の分布範囲(②の範囲)を加えると約450km²に及ぶ。図3①の境界線を具体的に追うと、南西側は高森丘陵(岡ほか, 1979)で今回発見された(地点7)が、大磯丘陵～伊勢原平地以西では見出されていない。南側は高座丘陵には分布する(地点8)が、その先は沖積面で詳細不明である。南東側では藤沢市石川付近より南東側にはHk-T(pfl)そのものが見られない。横浜市西部地区では多くの人工露頭で確認され、塊状軽石流堆積物と成層軽石流堆積物の両方が分布するが、東側は国道1号バイパス(横浜新道)拡幅工事の際に保土ヶ谷区今井町(地点17)まで、北東側は国道16号バイパス(保土ヶ谷バイパス)沿線までは同バイパス拡幅工事の際に数ヶ所で確認された。北側は東名高速道路拡幅工事の際に横浜・町田インターチェンジ(地点15)で確認されたが、その先はHk-T(pfl)そのものが見られない。

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5～6mに達するが、著者の調査でも分布の東端(地点17)で1mを超えている。

4. 記載

図4の成層軽石流堆積物の柱状図を図6に示した。本報告では最も多様で、しかも同一の層位関係が確認された横浜市泉区新橋町(地点12)と伊勢原市高森(地点7)の堆積物が、成層軽石流堆積物全体のシーケンスを保存している可能性が高いと判断し、図4の★印unitの上の堆積物を成層軽石流堆積物とし、記号を両地点の頭文字からSTとし、下位よりlayer-ST(a)～layer-ST(f)に細分した。泉区新橋町の露頭は消滅しているため、現時点における模式地は伊勢原市高森の人工露頭である。これらのlayerは降下堆積物のようにmantle beddingをするST(a)～ST(b)と、ラミナが発達し火砕密度流に特有な谷部で層厚を増す堆積形態をもつST(c)～ST(f)に分けられる。ST(a)～ST(b)は鍵層のように分布域全体に追跡できるが、成層軽石流堆積物の主体であるST(c)～ST(f)は側方変化が大きく、鉱物・岩片と黄色軽石がラミナをなす後述のST(d)ないしST(f)の層相の露頭がほとんどでスコリア質のST(e)を含むのは横浜市泉区新橋町と伊勢原市高森の2ヶ所のみである。

横浜市泉区新橋町と伊勢原市高森の両露頭について

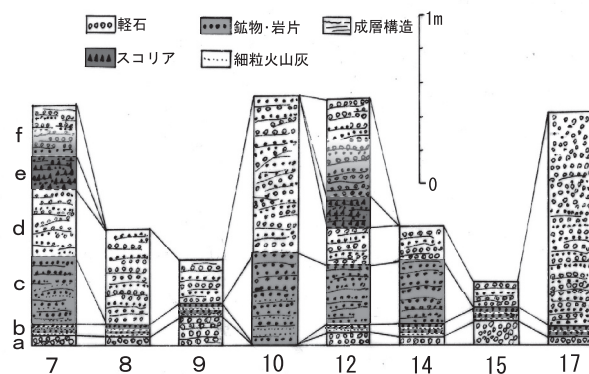


図6 成層軽石流堆積物の柱状図

数字は図3、4に対応。a～fはST(a)～ST(f)を表す。

は以下①、②に、他の露頭の堆積物も含めた総合的なST(a)～ST(f)の各layerの特徴については③にまとめた。なお、成層軽石流堆積物は全ての露頭でHk-T(pfl)の最上位に位置し、上面は不規則に侵食されている。また、風化が進行し火山ガラスは残っていなかった。

①横浜市泉区新橋町(地点12)

<露頭概要>

1990年の造成工事で出現した人工露頭で露頭位置を図7に、そのスケッチを図8、写真を写真1に示す。また、露頭全体の様子及びHk-TPまでの柱状図を伊勢原市高森と対比させて図9に示す。成層軽石流堆積物は標高60mほどの丘陵(港南(T-c)面と下末吉面の境界にあたる)頂部付近に当時あった南北方向、南下がりの谷(Hk-TP堆積時にはほぼ現在の位置にあった当時の阿久和川(笠間・相原, 1990)へ続く谷)に堆積しているが、谷を埋めるように堆積している部分はST(c)～ST(f)で、その下のST(b)～Hk-TPの部分はほぼ谷地形に平行にmantle beddingをしている。全層厚は谷中央部において約1.5mとなるが、横浜市西部地区の成層軽石流堆積物はこの程度の厚さを示す場所が多い。露頭は図9のように東西方向及び南北方向の2面あり、南北断面では特に流れの方向を示すようなラミナは見られなかったが、東西断面のST(c)やST(e)のラミナには東側に向かってせり上がるchute-and-pool構造(Simons and Richardson, 1961)が見られ(図8、10)、谷を横断する西方からの流れが推定される。

<layer-ST(a)～layer-ST(f)について>

ST(a)(厚さ約8cm): 淘汰の悪い軽石層である。下位のunit2のground surge堆積物(2a)を整合的に覆うが、境界はシャープで漸移関係は見られなかった。灰色軽石に少量の橙色軽石が混ざり(最大粒径約15mm、目立つ粒径約1～8mm)、基質に細粒火山灰はないが、砂サイズの

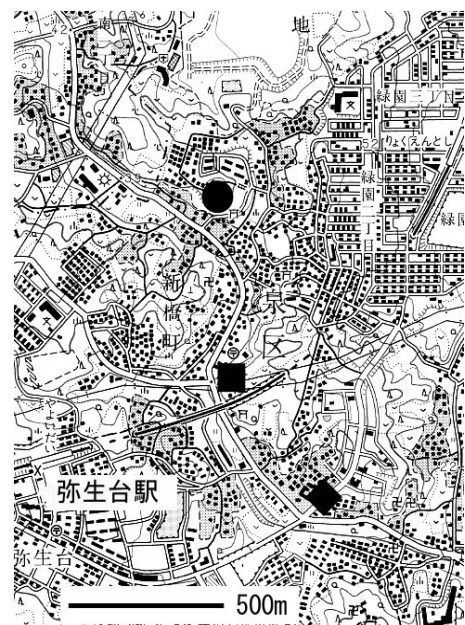


図7 横浜市泉区新橋町周辺の成層軽石流堆積物の露頭位置(1/25000 横浜西部より)

●: 地点12、■: 地点11、◆: 図11のスケッチの露頭

鉱物・岩片が含まれる。塊状の層相を示すが、部分的に下部は鉱物・岩片と軽石が数 mm 幅でラミナをなす。

ST(b) (厚さ約 5cm) : ST(a)を整合的に覆う火山灰層である。この部分は③にまとめたように b1 ~ b3 の 3 つの部分に分けられるが、ここでは最下部の褐色細粒火山灰層 (b1: 厚さ約 2 cm ; 最大粒径約 2mm、目立つ粒径約 1mm の黄色軽石を少量含む) と、上部が鉱物・岩片に富む逆級化構造をもつ淡褐色細粒火山灰層 (b2: 厚さ約 3cm) からなる。b3 は見られなかった (図 10) が、南方約 1km の泉区岡津町 (図 7 の◆) では図 11 のように b1 ~ b3 が堆積しており、後述のように侵食で失われているとみられる。

ST(c) ~ ST(f) は全体的に細粒火山灰に乏しく、幅約 2

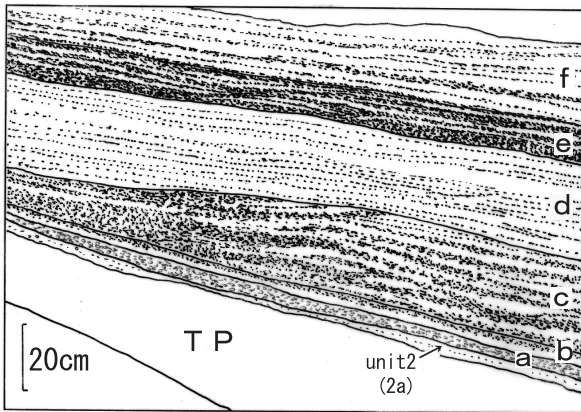


図 8 横浜市泉区新橋町 (地点 12) の成層軽石流堆積物スケッチ
東西断面で左が西。a ~ f は ST(a) ~ ST(f) を表す (以下同様)。

~ 20mm のラミナが発達する部分である。各 layer による流向の違いは特に見られなかった。

ST(c) (厚さは谷の中心部で約 40cm) : ST(c) と ST(b) の境界は平らであるが b3 を欠くので不整合である。細粒火山灰に乏しく主に砂サイズの鉱物・岩片からなる部分と、基質に多少細粒火山灰が含まれる部分とがラミナをなす部分である。ラミナには前述の図 10 のように東側にせり上がる chute-and-pool 構造が見られる。

ST(d) (厚さは谷中心部で約 22cm) : ST(c)を整合的に覆い、その境界は部分的に漸移する。細粒火山灰に乏しく、砂サイズの鉱物・岩片と黄色軽石 (最大粒径約 8mm、目立つ粒径約 1 ~ 3mm) が主に平行ラミナをなす部分である。

ST(e) (厚さは谷中心部で約 20cm) : ST(d)を整合的に覆うが、境界はシャープで漸移的ではない。細粒火山灰に乏しく、砂サイズの鉱物・岩片と褐色スコリア (最大粒径約 2mm、目立つ粒径約 0.5 ~ 1mm) が平行 ~ dune 状ラミナをなす部分である。部分的に黄色軽石 (最大粒径約 5mm、目立つ粒径約 1 ~ 3mm) のラミナが挟在するが、スコリアと軽石は同一ラミナ中には混在しない。この dune 状のラミナには東側に向かってせり上がるような構造が見られ、ST(c)と同様に西方からの流れが推定される。

ST(f) (厚さは谷中心部で約 60cm) : ST(e)を整合的に覆い、境界はスコリアが混在する部分があり漸移的である。細粒火山灰に乏しく、砂サイズの鉱物・岩片と黄色軽石 (最大粒径約 12mm、目立つ粒径約 2 ~ 5mm) が主に平行ラミナをなす部分であるが、軽石は ST(d) に比べ粗粒である。下部は軽石に乏しく ST(c) のような層相を示す。

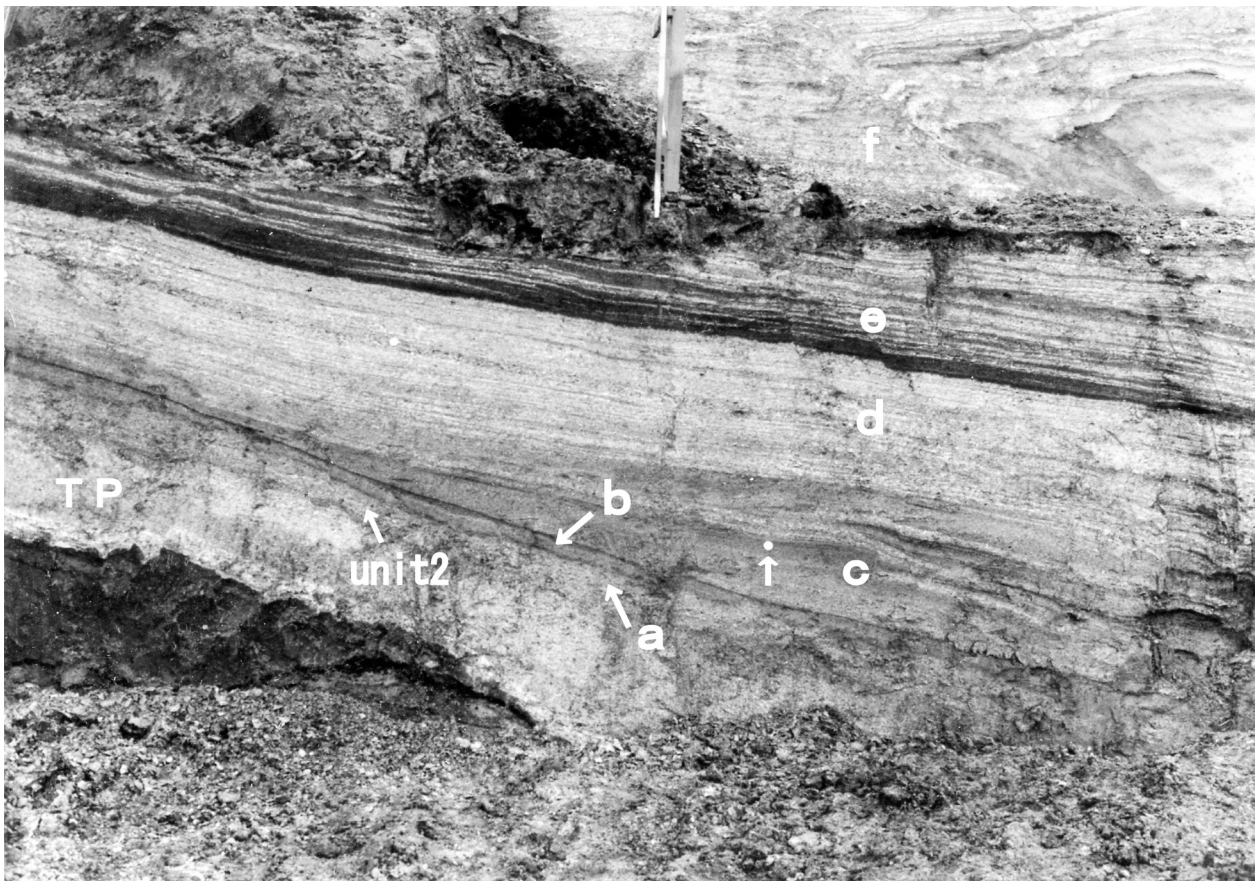
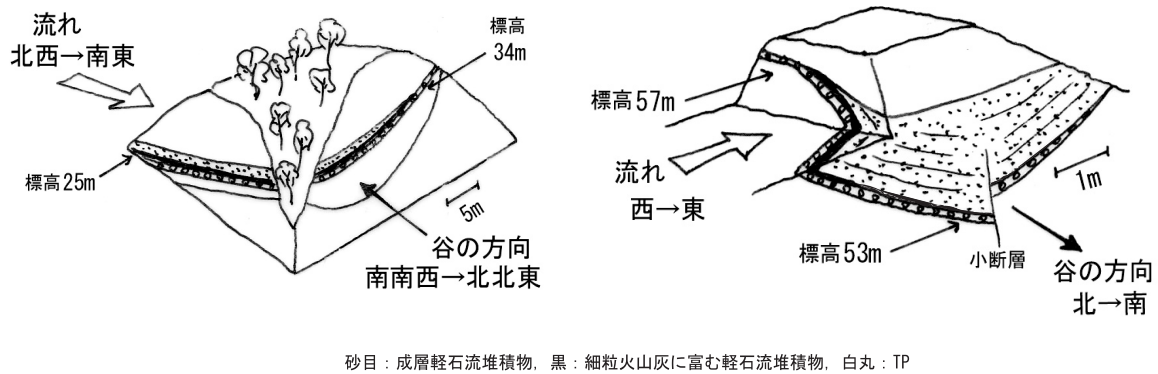


写真1 横浜市泉区新橋町の成層軽石流堆積物 (矢印の円の直径 2cm) . 東西断面で左が西 .



伊勢原市高森「八丈の山」

横浜市泉区新橋町

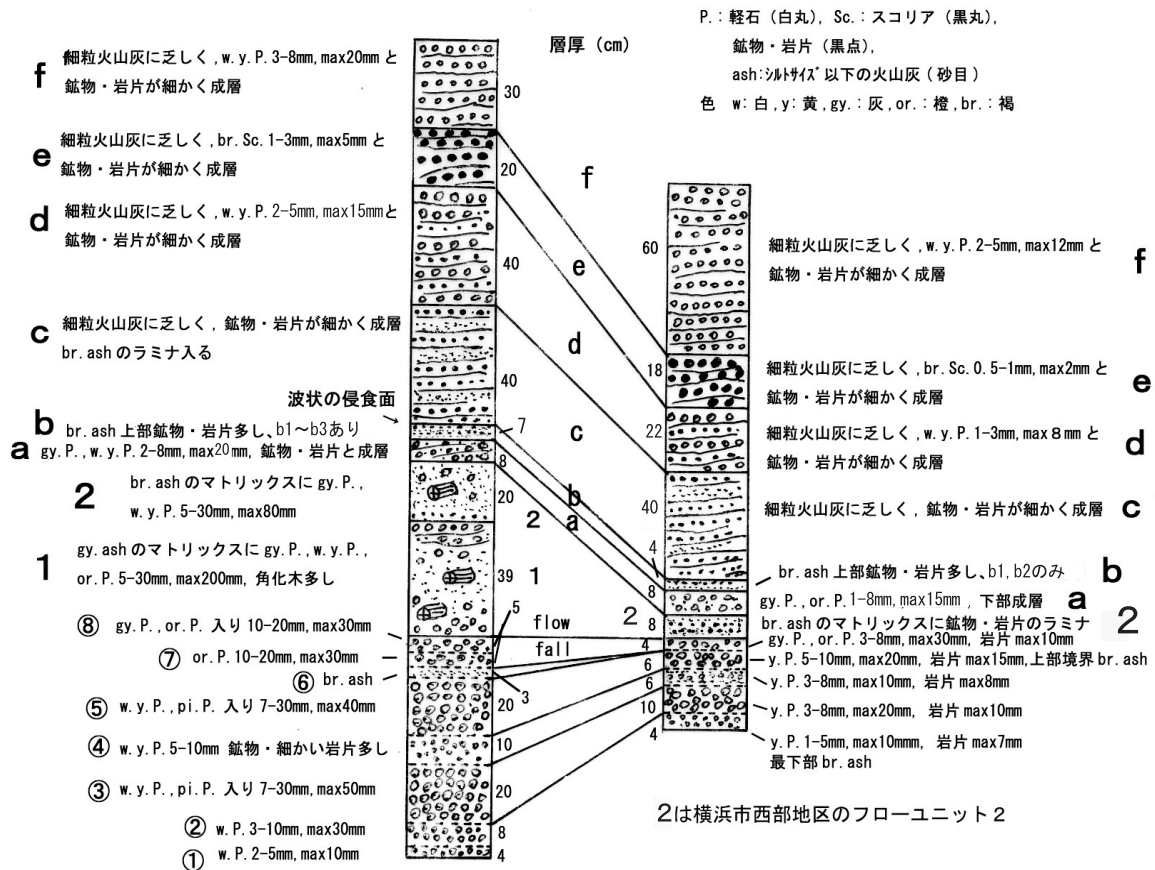


図9 伊勢原市高森「八丈の山」(地点7)と横浜市泉区新橋町(地点12)のHk-T(pfl)の堆積形態および柱状図
 1、2はunit1, unit2を表す(以下同様)。

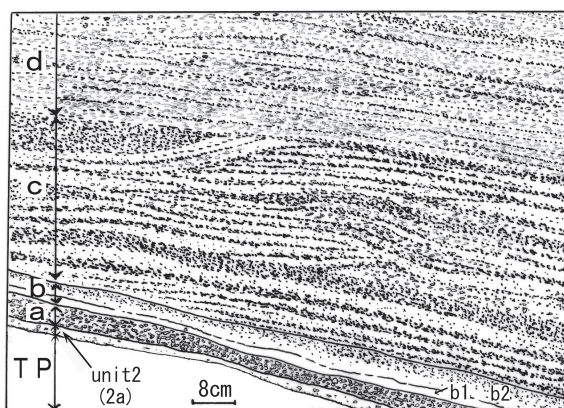


図10 横浜市泉区新橋町(地点12)の成層軽石流堆積物下部スケッチ
 東西断面で左が西。ここではb3がない。ST(a)はunit2より厚く、ここでは塊状である。ST(c)にはchute-and-pool構造が見られる。

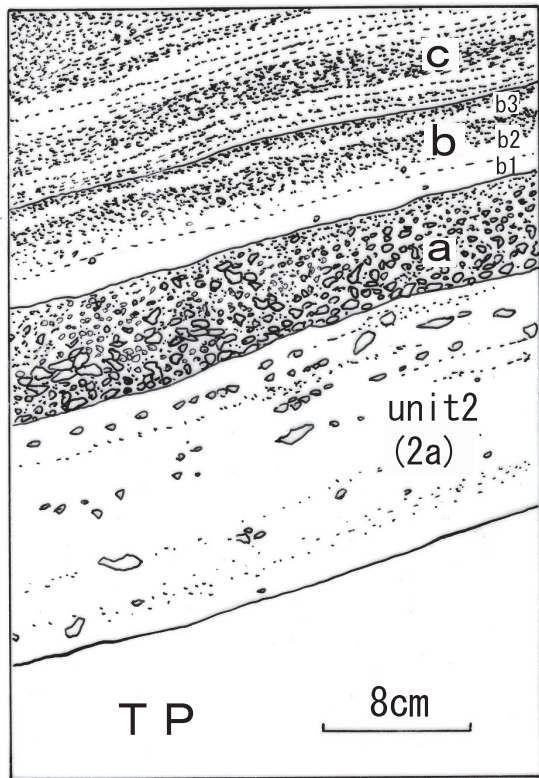


図 11 横浜市泉区岡津町（図 7 の◆）の成層軽石流堆積物下部スケッチ
北東－南西方向の断面で左が北東。ここでは b1 ～ b3 がそろっている。

＜塊状軽石流堆積物との堆積構造、粒度の比較＞

成層軽石流堆積物 (ST) の下位には unit2 の薄い笠間・相原 (1990) が ground surge としての堆積物 (2a) が存在する (図 8、10、11) が、これは標高低下とともに厚さを増しながら、当時の阿久和川本流の谷を埋めた 3 m 程度の谷埋め型塊状軽石流堆積物の下部へと続く (地点 11；軽石流基底の標高は約 28 m)。その下には薄層ながら戸塚区上柏尾町 (地点 16) 方面まで連続的に分布する unit1 が存在する。これらの各層の柱状図及び粒径積算曲線が図 12 であるが、ground surge としての堆積物は細かなラミナが発達するものの細粒火山灰に富み、成層軽石流堆積物 (ST(c) の分析値) とは粒径分布が大きく異なる。成層軽石流堆積物と同様に細粒火山灰に乏しい堆積物は笠間・相原 (1990) が unit1 の ground layer としての堆積物 (1a) である。

横浜市西部地区の成層軽石流堆積物はいずれも丘陵上部で厚く、標高低下とともに薄くなる傾向があり、谷底部では欠落している (地点 13) か、泥岩円礫などを含む 30 ～ 50cm 程度の泥流堆積物となる (地点 11)。これらの関係が連続露頭で観察されたのが地点 13、14 の露頭を含む戸塚区上矢部町の造成地で、その層厚変化曲線が図 13 である。標高低下とともに ground surge としての堆積物は厚さを増すが、ある標高 (ここでは約 33 m) になると塊状の笠間・相原 (1990) が軽石流本体部としての塊状堆積物 (2b) が上位に出現し、急激に全体の厚さが増す。成層軽石流堆積物にはこのような垂直高度変化に伴う内部構造の変化はとくに見られなかったが、全体の層厚は対照的に高度低下とともに急激に減少する。

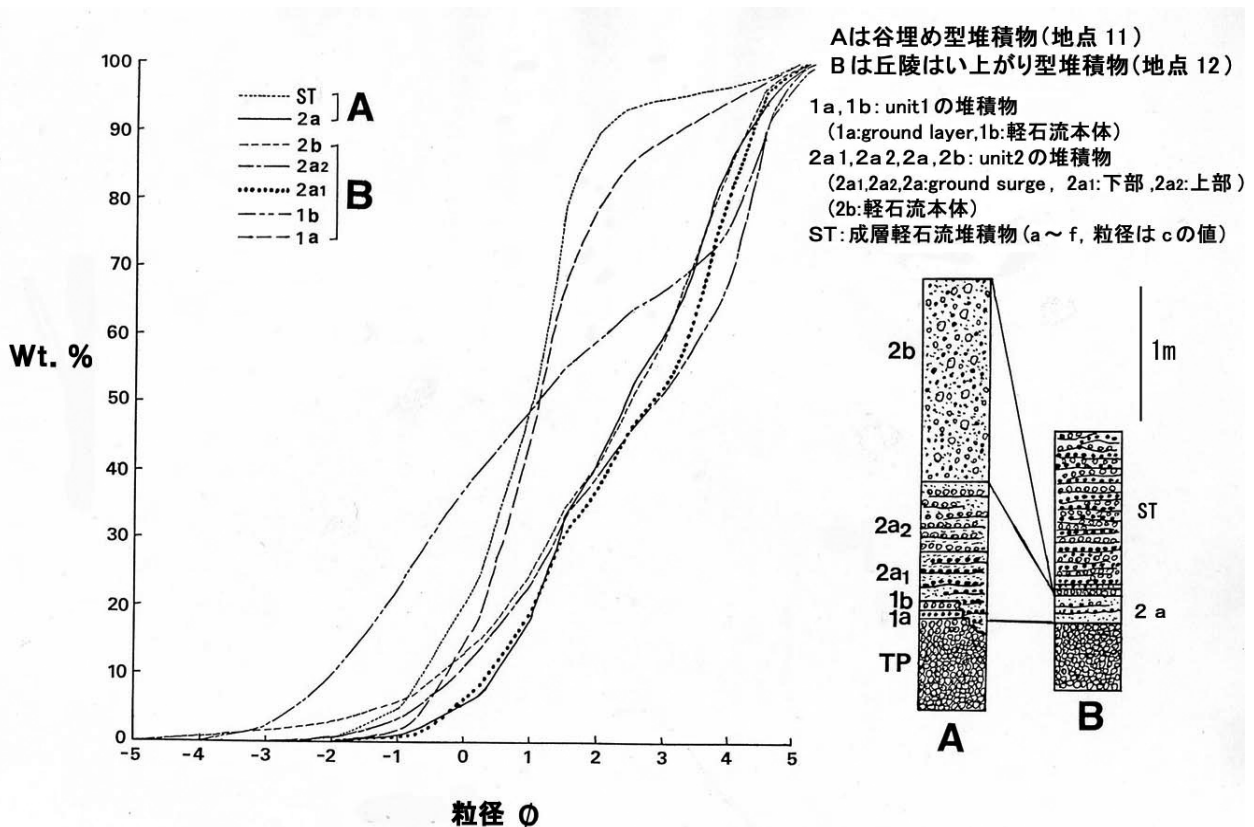


図 12 横浜市泉区新橋町に分布する Hk-T(pfl) 各部分の粒径積算曲線 (Kasama and Aihara, 1996 に加筆)

B (地点 12) の堆積物は風化しているため、A (地点 11) は他と比べて誤差を含む。成層軽石流堆積物 (ST) は風化物の少ない ST(c) の部分を分析した。

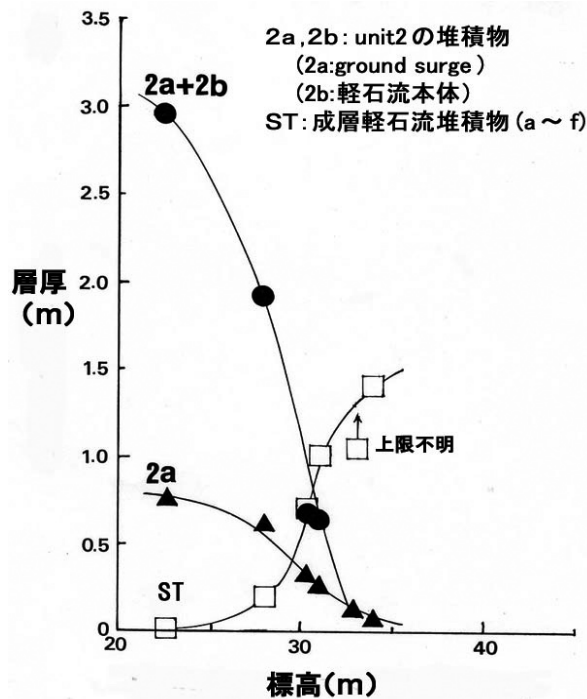


図13 横浜市戸塚区上矢部町の Hk-T(pfl) 各部分の標高に対する層厚変化 (Kasama and Aihara, 1996 に加筆) 成層軽石流堆積物と下位の unit2 では変化傾向が逆になる。左端のプロットが地点 13、左から 4 番目のプロットが地点 14 である。

②伊勢原市高森 (地点 7)

<露頭概要>

露頭は高森丘陵南西端にある通称「八丈の山」(標高約 38m、図 14) の造成工事で 2004 年に出現したものである (図 15、写真 2)。高森丘陵は岡ほか (1979) により土屋面とされているが、「八丈の山」は東側の早田 (T-b) 面以前の地形面と西側の下末吉面からなる (笠間・山下, 2005)。成層軽石流堆積物は図 9 のように当時存在した北北東に開いた幅少なくとも 80m 以上の大きな谷の中に堆積しているが、新橋町とは違い谷を完全に埋めずに、谷軸で厚く側面に向かって次第に薄くなるように谷を覆っている。図 9 の露頭は谷の東半分であるが、谷軸付近を除いて西側では軽石流堆積物はなく Hk-TP のみが存在する。露頭は東西方向及び南北方向の 2 面あるが、南北断面では ST(d)、ST(e) から北方からの流れ (図 16)、東西断面では ST(d)、ST(e) から西方から流れを示すことから、谷を斜めにさかのぼる北西方向からの流れが推定される。このように流れの方向と谷地形が斜交し、堆積物が攻撃斜面側に厚く堆積する様子は地点 13、14 を含む造成地でも見られた。

ここで見られた ST(a) ~ ST(f) の各 layer (図 15) は、前述のように新橋町 (図 8) と層序や層厚の関係が極めてよく似ている。当時の谷底までは露出していないので成層軽石流堆積物がどのくらいの厚さになるかは不明であるが、露頭範囲内では最大約 1.5m で、谷上部に向かって厚さを減じ下位の unit 1、2 と共に標高 34m 付近まで分布する。露頭の範囲内では下位の unit 1、2 や成層軽石流堆積物の標高に伴う内部構造の変化は見られなかった。



図14 伊勢原市高森「八丈の山」露頭位置 (●印) (1/25000 伊勢原より)

< layer-ST (a) ~ layer-ST (f) について >

ST(a) (厚さ約 8cm) : 淘汰の悪い軽石層である。下位の unit2 を整合的に覆い、境界はシャープな部分もあるが、図 17 のように細粒火山灰のラミナを挟みながら unit2 から漸移している部分もあった。このラミナをなして入り込む細粒火山灰は unit2 からもたらされたもので、この layer 自体の基質には細粒火山灰はない。灰色軽石に少量の橙色軽石が混ざり (最大粒径約 20mm、目立つ粒径約 2 ~ 8mm)、砂サイズの鉱物・岩片を含む。層相の側方変化が大きく上記のように unit2 と漸移関係で成層している部分、漸移関係はないが鉱物・岩片のラミナがあり成層している部分、塊状の部分 (図 18) など多様であるが、層厚の変化は少ない。

ST(b) (厚さ約 12cm) : b1 ~ b3 の 3 つの部分に分けられる火山灰層 (図 18) で、各部分ともに層厚や層相の側方変化はなく、ST(a) を整合的に覆う。b1 (厚さ約 3 cm) は最下部の褐色細粒火山灰層、b2 (厚さ約 5cm) は逆級化構造をもつ火山灰層で、下部は淡褐色細粒火山灰、上部は砂サイズの鉱物・岩片に富む、b3 (厚さ約 4cm) は b2 と全く同じ層相の火山灰層である。なお、新橋町と違ってここでは b1 ばかりではなく b2、b3 にも少量の黄色軽石 (最大粒径約 3mm、目立つ粒径約 0.5 ~ 2mm) が散在する。

ST(c) ~ ST(f) は全体的に細粒火山灰に乏しく、幅約 2 ~ 20mm のラミナが発達する部分である。各 layer による流向の違いは特に見られなかった。

ST(c) (厚さ約 40cm) : 細粒火山灰に乏しく、砂サイズの鉱物・岩片からなる部分と淡褐色の細粒火山灰が平行 ~ dune 状のラミナをなす部分である。ST(b) を波状 (非対称形で上流側が急) の侵食面で不整合に覆う (図 19)。そ

の波長は約 50cm ～ 3 m、波高は約 15 ～ 25cm、谷部では unit2 までを侵食し、山部では整合的に重なるように見える部分もある。ST(c) 以上のラミナはこの波状侵食面と調和的で、全体的に南東側にせり上がるような chute-and-pool 構造がある。

ST(d) (厚さ約 40cm) : ST(c) を整合的に覆う。両者の境界は漸移的で、軽石のラミナが次第に増えながら ST(d) となる。砂サイズの鉱物・岩片と黄色軽石 (最大粒径 15mm、目立つ粒径約 2 ～ 5mm) が平行～ dune 状のラミナをなす部分で、図 16 のように南東側にせり上がる chute-and-pool 構造が見られ、北西方向からの流れが推定される。

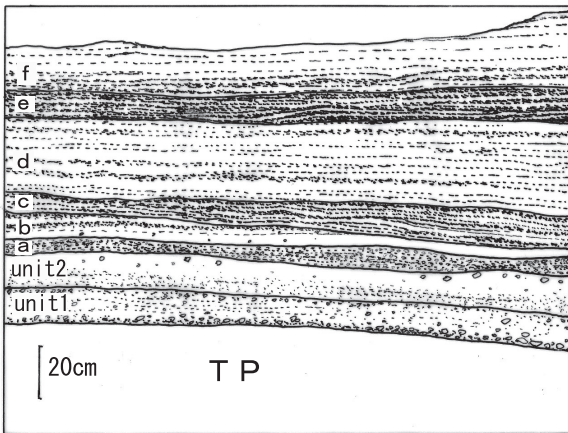


図 15 伊勢原市高森「八丈の山」(地点 7) の成層軽石流堆積物スケッチ
南北断面で左が北。ST(b) は侵食で南側に向かって次第に薄くなっている。

ST(e) (厚さ約 20cm) : ST(d) を整合的に覆うが、境界は非常にシャープである。砂サイズの鉱物・岩片と褐色スコリア (最大粒径約 5mm、目立つ粒径約 1 ～ 3mm) が平行～ dune 状ラミナをなす部分である。部分的に黄色軽石 (最大粒径約 5mm、目立つ粒径約 2 ～ 3mm) のラミナが挟入するが、スコリアと軽石は同一ラミナ中には混在しない。この dune 状のラミナには北西側に前進する antidune や南東側に向かってせり上がるような構造が見られ、ST(d) と同様に北西方向からの流れが推定される。

ST(f) (厚さ約 30cm) : ST(e) を整合的に覆う。両者の境界は漸移的で、スコリアが混在する部分がある。砂サイズの鉱物・岩片と黄色軽石 (最大粒径約 20mm、目立つ粒径約 3 ～ 8mm) が主に平行ラミナをなすが、下部は軽石が少なく ST(c) のような層相を示す。軽石、岩片は ST(d) に比べ粗粒である。

＜塊状軽石流堆積物などとの堆積構造、粒度の比較＞

成層軽石流堆積物の下位に存在する堆積物の特徴は次のようであった。

・塊状軽石流堆積物 (図 15、16) : 基質の違いと下位の flow unit の炭化木から上がるパイプ構造の切断から 2 つの flow unit (下位から unit1, unit2) に分けられる。

unit 1 (厚さ約 15 ～ 40cm) : 基質が灰色の細粒火山灰で、軽石と炭化木が多く含まれる。軽石は特に下部と上部に多く、灰色軽石を中心に黄色軽石が混ざる (最大粒径約 200mm、目立つ粒径約 5 ～ 30mm)。上部の軽石に富む部分には場所によって弱い成層構造がある。横浜市西部地区の unit1 に対比される可能性がある。

unit 2 (厚さ約 20 ～ 30cm) : 基質が淡褐色の細粒火山

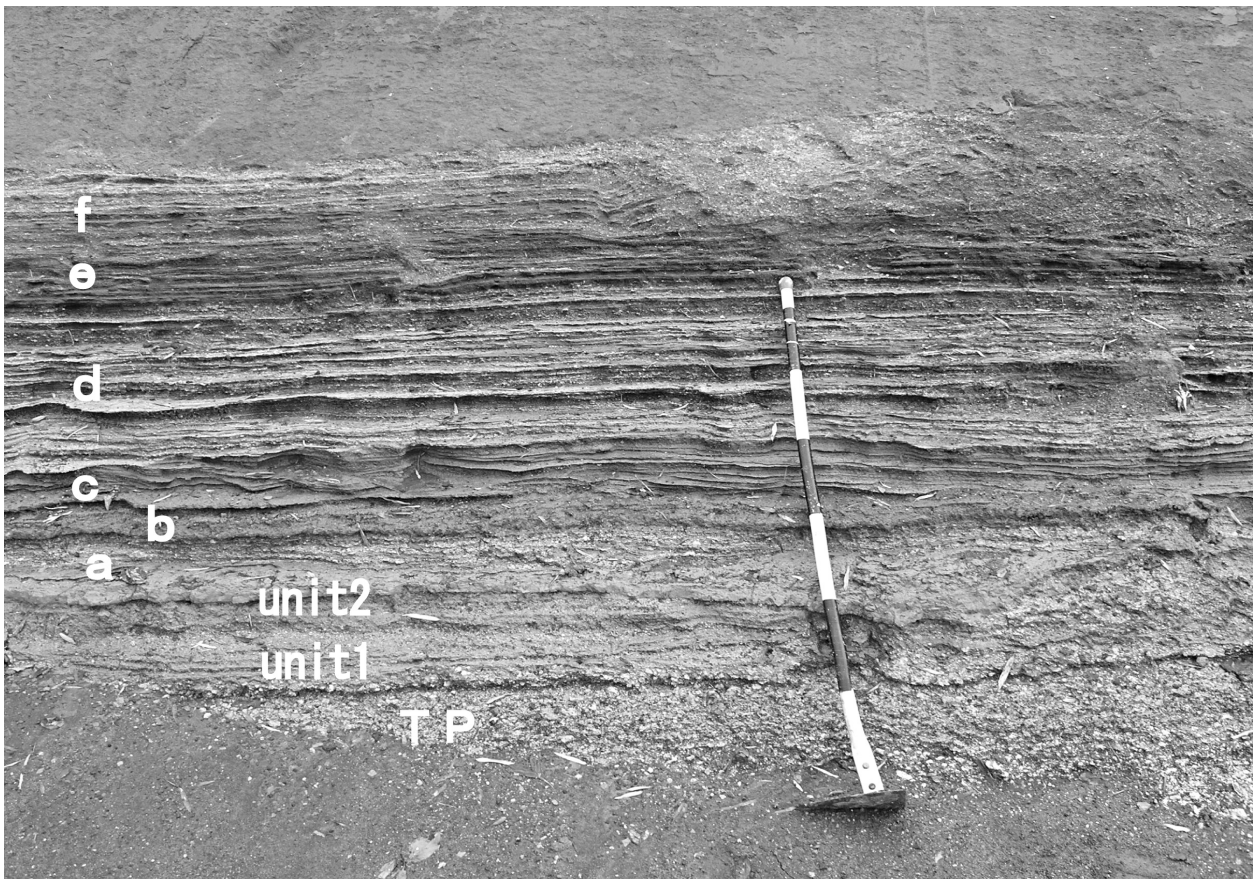


写真2 伊勢原市高森「八丈の山」の成層軽石流堆積物 (鎌のスケールは 20cm 間隔)。南北断面で左が北。

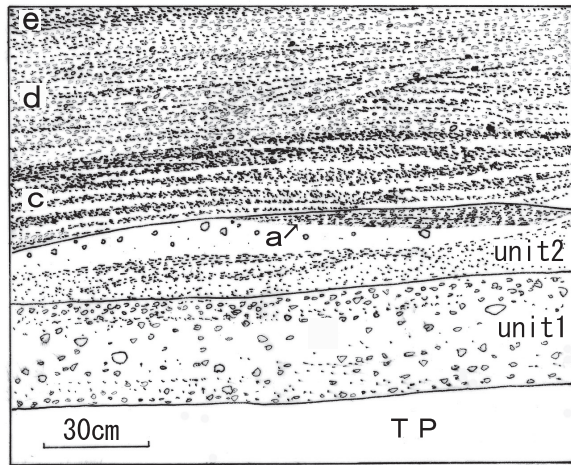


図 16 伊勢原市高森「八丈の山」(地点 7) の成層軽石流堆積物下部スケッチ
南北断面で左が北。ST(d) には chute-and-pool 構造が見られる。ST(c) の下面是侵食面で、ST(b) ~ unit2 上部までが侵食されている。

灰で、下部は砂サイズの鉱物・岩片に富み、約 2 ~ 3cm 幅で鉱物・岩片が成層している部分もある。軽石は unit 1 に比べ少ないが黄色軽石を中心に灰色軽石が混ざる(最大粒径約 80mm、目立つ粒径約 5 ~ 30mm)。粗粒な軽石は黄色で最上部に見られる。中部には最大粒径約 23mm の比較的大きな岩片が含まれる。ST(a) に一部漸移関係をもって覆われる事から横浜市西部地区の unit2 に対比される。

・Hk-TP (厚さ約 75cm ; 図 9) : 塊状~成層軽石流堆積物との比較のため、①~⑧の 8 つの fall unit に分けた。⑥は火山灰層、⑧は灰色軽石からなる最上部の部分である。新橋町では全体の層厚が 30cm 程度になるが、上記 fall unit はほぼ保存されていた。

風化が進行し、軽石は粘土化しているという制約があるため、テフラを水洗した残渣(主に砂サイズの粒子)をもとに粒度分析等に代わるいくつかの測定を行った(図 20, 21, 22)。各 unit のみかけ密度(図 20 (ア))は洗い出し残渣で近似される鉱物や岩片の含有量(図 20 (イ)、(ウ))と相関関係があるが、ST(e) が鉱物・岩片含有量が低いにも関わらず高密度になるのは粘土化していないスコリアを含むためである。(イ) : vol.% と (ウ) : wt.% では若干の差があるが、wt.% が高めになる④、⑧、unit1、ST(a) は斑晶鉱物(高密度粒子)が多い傾向があり、逆に wt.% が低めになる⑥、unit2 は細かい岩片(低密度粒子)が多い傾向にある。この関係は図 21 にも表れている。この図は残渣を単純に 0.5 ~ 1.0mm サイズと 0.5mm 未満サイズにふるい分け、0.5 ~ 1.0mm の密度(横軸)と両者の密度差(0.5mm 未満の密度 - 0.5 ~ 1.0mm の密度)(縦軸)をプロットしたものである。両者には相関関係があり、もともと淘汰が良く細かい岩片が少なく相対的に斑晶鉱物の多い降下軽石(Hk-TP)では 0.5 ~ 1.0mm で既に高い密度を示し 0.5mm 未満のサイズと比較してもあまり差がないが、降下軽石に比べ淘汰が悪い塊状~成層軽石流堆積物では相対的に細かい岩片が多く 0.5 ~ 1.0mm の密度が低い

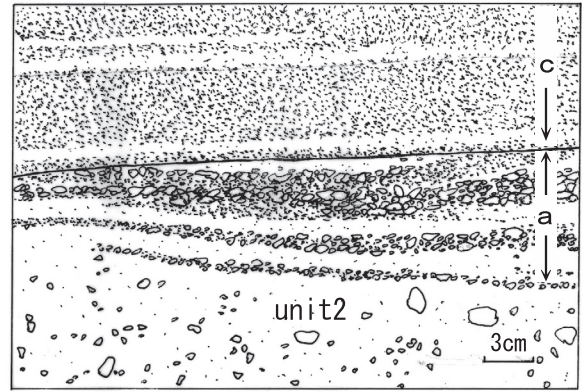


図 17 伊勢原市高森「八丈の山」(地点 7) の ST(a) と unit2 の漸移的な関係
南北断面で左が北。ST(a) には unit2 からの細粒火山灰が成層して入るが、構成する軽石は色や大きさが unit2 とは異なる。ST(b) は侵食で失われている。

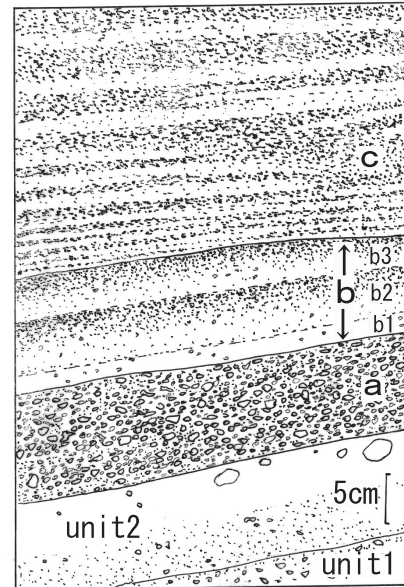


図 18 伊勢原市高森「八丈の山」(地点 7) の ST(a)、ST(b) スケッチ
南北断面で左が北。ここでは ST(a) は塊状で unit2 との境界もシャープである。

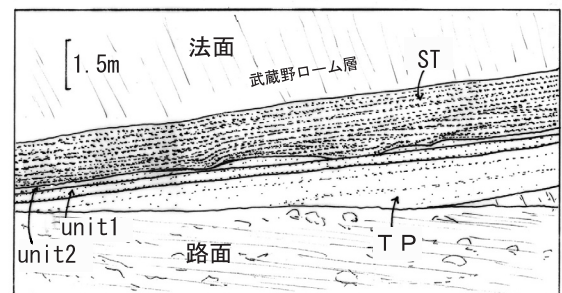


図 19 伊勢原市高森「八丈の山」(地点 7) の ST(c) 基底部の波状の侵食面スケッチ
南北断面で左が北。内部のラミナも侵食面に調和的で南へせり上がるような構造が見られる。

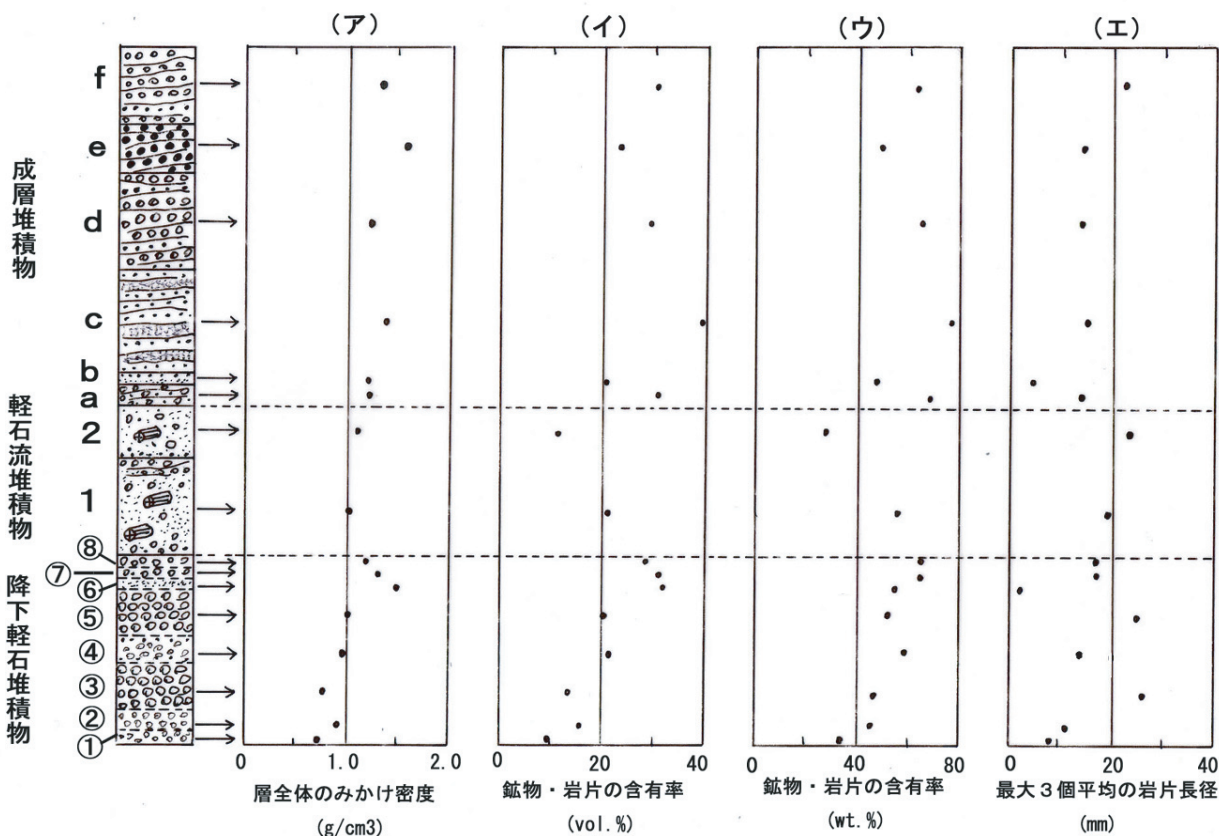


図 20 伊勢原市高森「八丈の山」(地点 7) の各ユニットの性質

(ア) : みかけ密度, (イ) : 鉱物・岩片の vol%, (ウ) : 鉱物・岩片の wt%, (エ) : 最大3個の岩片長径の平均値

軽石は風化しているため、鉱物・岩片の量は水洗後の残渣で近似した。

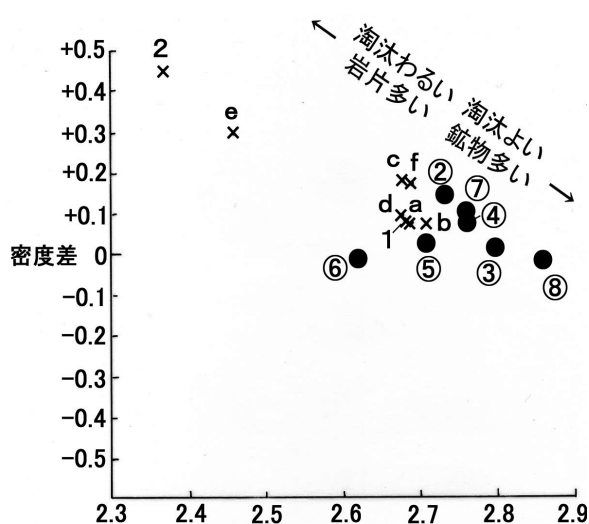


図 21 伊勢原市高森「八丈の山」(地点 7) の各ユニットの洗い出し試料の性質 (笠間, 2004)

洗浄後の残渣で鉱物・岩片量を近似した。密度差は (0.5mm 未満の粒子の密度 - 0.5 ~ 1.0mm の粒子の密度) で、左上ほど淘汰が悪く、岩片含有量が多い。●: Hk-TP, ×: Hk-T(plf)

	ユニット	X/Y
成層部	f	1.27
	e	1.81
	d	1.89
	c	1.71
	b	2.76
	a	1.33
軽石流	2	4.33
	1	2.04
降下軽石	⑧	0.82
	⑦	0.85
	⑥	1.09
	⑤	0.69
	④	0.38
	③	0.76
	②	0.59
	①	0.57

X: 洗い出し残渣 0.5mm 未満

Y: 洗い出し残渣 0.5 ~ 1.0mm サイズ

図 22 伊勢原市高森「八丈の山」(地点 7) の各ユニットの洗い出し試料のサイズ別質量比

降下軽石では X/Y が 1 未満であるが、淘汰の悪い軽石流堆積物では大きな値になる。

0.5mm 未満のサイズとの差が大きくなる。このため降下軽石とは領域が分かれる。特に左上側にシフトしている unit2 は軽石の含有率が低く基質中に細かい岩片が多い。また ST(e) も残渣に粘土化していないスコリアが含まれるため左上にシフトしている。ST(a) や軽石の多い unit1 は中間に位置し、ST(b) は斑晶鉱物が多く降下軽石に近い領域に入る。図 22 では、淘汰の良い降下軽石は 1 未満の値だが、塊状～成層軽石流堆積物では 1 を超え、細かい岩片の多い unit2 は特に高い値になっている。また、layer-ST(a) ～ ST(f) では ST(b) の火山灰層が高いが、他は大きな違いはみられなかった。

③成層軽石流堆積物の層序について

成層軽石流堆積物の層序についてまとめると次のようになる。

ST(a) (厚さ約 5 ～ 20cm) : 下位の flow unit (図 4 ★印) を mantle bedding で整合的に覆う淘汰の悪い軽石層。灰色軽石に少量の黄色～橙色軽石が混ざり、基質に細粒火山灰はないが、砂サイズの鉱物・岩片が含まれる。Hk-TP の最上部 fall unit (図 9 : ⑦, ⑧) と似ているが、層相は塊状を中心に、鉱物・岩片と幅 1cm 程度のラミナをなして成層するもの、正級化構造を示すものなど側方変化が見られ、図 9 の比較柱状図を見てもわかるように、東方に向かったの軽石粒径や層厚の減少は Hk-TP より少ない。粒径は分布範囲を通して約 2 ～ 8mm のものが多く、最大粒径 20mm 程度のもので混ざる。局所的な特徴としては、横浜市泉区岡津町 (図 7 の◆の南東約 1km) では数 mm の炭化木が少量散在し、伊勢原市高森、綾瀬市吉岡 (地点 9) では下位の flow unit と細粒火山灰のラミナを挟みながら漸移している部分が見られた。

ST(b) (厚さ約 4 ～ 20cm) : ST(a) を mantle bedding で整合的に覆う火山灰層。構成物質は ST(c) と似ており、特に b2、b3 は ST(c) のラミナの一部のように見える事もあるが、ST(c) との境界は侵食面となっている所が多く、ST(c) と違って層相の側方変化がない。下位より b1、b2、b3 の 3 つの層に細分される。

b1 : 褐色の細粒火山灰層で黄色軽石 (最大粒径は伊勢原市高森で約 3mm、横浜市西部地区で約 2mm) を少量含む。Hk-TP の最下部及び fall unit ⑥の火山灰層に似ている。厚さは伊勢原市高森で約 3cm、横浜市西部地区で約 2cm である。

b2 : 下部は淡褐色の細粒火山灰層、上部は砂サイズの鉱物・岩片に富んだ層で両者の境界は漸移し全体として逆級化構造を示す。厚さは伊勢原市高森で約 5cm、横浜市西部地区で 2 ～ 3cm 程度である。

b3 : b2 と全く同じ構成の堆積物で、b2 と合わせ同じ構造をもつ火山灰層が 2 セットある事になる。b2 との間に b1 と似た褐色の細粒火山灰層を含む所もある。厚さは b2 と比べ薄く伊勢原市高森で約 4cm、横浜市西部地区で約 2cm 程度である。

ST(c) (厚さ約 0 ～ 60cm) : 多くの場所で ST(b) を不整合に覆う。この侵食面は ST(b) ばかりではなく、Hk-TP まで及ぶ場合もあるが、不整合面上には 2 次堆積物はなく ST(c) 以上の堆積物がのる。細粒火山灰に乏しく主に砂サイズの鉱物・岩片からなる部分と、基質に多少細粒火山灰

が含まれる部分が幅約 2 ～ 20mm のラミナをなす。上位の ST(d) とは、軽石をほとんど含まない点で区別される。ラミナは平行～dune 状で、一部に chute-and-pool 構造が存在する。局地的な特徴として、伊勢原市高森、綾瀬市鶴島 (地点 10) では細粒火山灰がラミナとなって挟まれる。

ST(d) (厚さ約 20 ～ 150cm、場所によっては 200cm を超える) : ST(c) ～ ST(f) の中では最も広く分布する layer である。下位の ST(c) とは漸移関係が見られる部分もあり、整合的に重なる。砂サイズの鉱物・岩片と黄色軽石が幅約 2 ～ 20mm のラミナをなす部分で、基質の細粒火山灰はほとんどない。ラミナは平行ラミナが多いが一部は dune 状で、chute-and-pool 構造が存在する。目立つ軽石の粒径はいずれの場所も 1 ～ 5mm 程度であり差はないが、最大粒径は西方に向かって増加する傾向があり、横浜市西部地区では約 10mm、伊勢原市高森で約 15mm になる。

ST(e) (厚さ 0 ～ 30 cm) : 伊勢原市高森と泉区新橋町の 2ヶ所のみで確認された layer である。下位の ST(d) との境界面は平らで整合的に重なるが漸移関係は見られず非常にシャープである。砂サイズの鉱物・岩片と褐色スコリアが幅約 2 ～ 20mm のラミナをなす部分で、黄色軽石のラミナも部分的に入る。基質の細粒火山灰はほとんどない。ラミナは平行～dune 状で、antidune も見られる。スコリアの目立つ粒径は新橋町で約 0.5 ～ 1mm、高森で約 1 ～ 3mm、最大粒径は新橋町で約 2mm、高森で約 5mm であった。

ST(f) (厚さ 0 ～ 50 cm) : 下位の ST(e) とは漸移関係があり整合的に重なる。砂サイズの鉱物・岩片と黄色軽石が厚さ 2 ～ 20mm 程度のラミナをなす部分で、基質の細粒火山灰はほとんどない。ラミナは平行～dune 状である。ST(d) よりも軽石に富み、軽石は粗粒である。軽石の目立つ粒径は新橋町で約 2 ～ 5mm、高森で約 3 ～ 8mm、最大粒径は新橋町で約 12mm、高森で約 20mm である。下部は軽石が少なく ST(c) のような層相となるが、ST(e) から取り込まれたと考えられるスコリアが混在する。

5. 考察

①成層軽石流堆積物の共通層序と各部分の解釈

横浜市泉区新橋町と伊勢原市高森「八丈の山」はほぼ東西に約 17km 離れており、これらの地点で同じ層序が見出された事は、この ST(a) ～ ST(f) の堆積物が局所的な水成や風成の 2 次堆積で生じたものではなく、広域にテフラをもたらした火山活動そのものに由来する堆積物であると考えられる。また、堆積時の谷の傾斜方向と斜交ないし逆行する流れの存在からも水成 2 次堆積物 (ラハール) の可能性は否定される。

以下、ST(a) ～ (f) の各堆積物については、次のように考えられる。

ST(a) : この軽石層は層相や堆積構造の特徴を見ると火砕密度流堆積物、降下堆積物、双方の特徴が混在するが、火砕密度流堆積物の部分と降下堆積物の部分の 2 層に細分されるような構造上の違いは認められなかった。火砕密度流堆積物の特徴としては、①塊状ばかりではなく、成層構造、級化構造など露頭規模でも層相の側方変化が一般的に存在する事、②下位の flow unit との境界がシャープなものばかりではなく、一部に明らかな漸移関係が認められる

事、③炭化木片が散在する露頭がある事などが挙げられ、これらの特徴からは下位の flow unit の一部と推定される。図 21 では淘汰の状態などは軽石流堆積物に近い領域に入り、図 22 でも降下軽石よりも細粒物が多い事がわかる。一方、降下堆積物の特徴としては、mantle bedding で下位の flow unit を覆い、鍵層のように追跡できる事が挙げられる。下位の flow unit の層厚は露頭規模で地形の影響を受けて大きく変化するのに対して、この堆積物の層厚はほぼ一定で、泉区新橋町(図 10)をはじめ横浜市西部地区ではむしろ下位の flow unit の厚さがこの部分の半分以下になるような場所が多い。また、両者の軽石の比較では、この部分が主に灰色軽石から構成されるのに対して、下位の flow unit に含まれる軽石は主に黄色軽石である事、軽石の大きさが伊勢原市高森、綾瀬市吉岡などでは下位の flow unit の方が大きい、横浜市西部地区の丘陵上部では逆に下位の flow unit の方が小さい事など、下位の flow unit とは別に堆積した事を示唆する特徴もある。

以上の特徴から判断すると、この部分の軽石は基本的に降下物として下位の flow unit の流走中から ST(b) 堆積の前に降り、一部下位の flow unit に巻き込まれながら堆積した可能性が考えられる。

ST(b) : ST(c) との境界は侵食面となっている所が多く、ST(c) 以上とは別の活動の堆積物と考えられる。この layer は b 1 ~ b 3 とともに分布域全体で層相の側方変化がなく、地形による層厚変化も認められず mantle bedding で ST(a) を覆い、鍵層としても追跡できる事から、これらは降下火山灰層であると考えられる。堆積後あまり時間間隙をおかずに ST(c) 以上の堆積物に覆われた結果、薄い fall unit が保存されたものであり、軽石流堆積物がない Hk-TP の上部にこの部分が見られないのは侵食によって失われているものと考えられる。Hk-TP の co-ignimbrite ash についてはこれまで記載例がないが、大磯丘陵以西に到達している軽石流に由来する co-ignimbrite ash が含まれる可能性もある。

ST(c) ~ ST(f) : 成層軽石流堆積物の主体をなす部分で、

広域にわたる分布、強い流れを示す chute-and-pool 構造をもち、推定される流れの方向が谷の傾斜とは無関係である事、谷部で厚くなるような堆積形態をもつことから火砕密度流の堆積物と考えられる。下位の地層との間の侵食面上には他の堆積物はない事、高森では侵食面が波状で ST(c) 以上のラミナ形状も侵食面と調和的である事から、これらの侵食も流水によるものではなく、この乱流の発達したかなりのエネルギーをもつ火砕密度流そのものによるものと考えられる。

このようなラミナの発達した堆積物は従来火砕サージと考えられていたもので、standard ignimbrite flow unit にあてはめれば ash-cloud surge や ground surge 堆積物という事になる。しかし、下位の flow unit (図 4 の★印) との間には降下堆積物と考えられる ST(a), ST(b) が存在し、上位には flow body にあたる堆積物がない事から、これらの可能性は否定される。従って、図 3 のような東西、南北 20km を超える範囲を単独で流れた乱流の発達した火砕密度流と判断されるが、2 次爆発の base surge 堆積物とするには、後述の②で考察するように量的に多過ぎる。このように従来のカテゴリーの中では、この堆積物に対する都合の良い解釈ができないが、このような層相の堆積物も lower flow-boundary zone の変化により火砕流から生じうる事を想定する Branney and Kokelaar(2002) のモデルでは、軽石流そのものの堆積物として扱う事ができ、著者も軽石流堆積物であるとする。但し、詳細な検討については今後の課題である。

これらの中で非常にシャープな境界は ST(d) と ST(e) の間であるが、ST(e) はスコリア質で組成の上からも 1 つの flow unit と考えられる。ST(c) と ST(d) の境界は漸移的であるが、ST(c) と似た部分は ST(f) 下部にも存在するので、ST(c) + ST(d) と ST(f) は同じセットの繰り返しで、これらは一連の流れの鉱物・岩片に富んだ部分と軽石に富んだ部分である可能性がある。よって ST(c) ~ ST(f) の 4 つの layer は少なくとも 3 つの flow unit より構成される事が推定される。

従って、ST(a) ~ ST(f) は降下堆積物の可能性のある ST(a)(1 unit)、ST(b)(3 units) を含めると 7 つの unit に分け

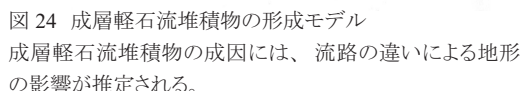
Hk-T(pfl)	(pumice flow?) scoria flow		D?	E?	3	6?		2 1	f? e?		f? e?																																																																										
	pumice flow	H										C?	4?	2	3	c/d?	c/d?	c/d?																																																																			
																			M	B?	3 2	1	2	1?	1?	2	1																																																										
																												L	A?	1																																																							
																																				locality	M	2	1	5	4	6	7	10	12																																								

図 23 成層軽石流堆積物 (a ~ f) を含めた Hk-T(pfl) のフローユニット対比表

点線で囲まれた灰色帯はほぼ対比が確実なものである。H, M, L は屈折率の高中低を表す。? 印のフローユニットは屈折率測定不能あるいは測定値がないもの。

表の locality は図 3, 4 と同じ。1: 大井町赤田, 2: 松田町寄, 4: 中井町比奈窪, 5: 秦野市今泉, 6: 平塚市土屋, 7: 伊勢原市高森, 10: 綾瀬市鶴島, 12: 横浜市泉区新橋町

M (松田町松田惣領) の A ~ E は平田 (1992) による。



②体積の推定

また、この体積の堆積物が当時の相模川などの外来水との接触で生じた2次爆発で供給されたものとする、必要な水の量は **fuel-coolant interaction** の最適条件からは $1/10\text{km}^3$ のオーダーになり、河川水などでまかなえる量ではなくなる。また、低海水準期の噴火（町田・新井，2003）であるが、堆積物の流向は海とは異なる北西方向からの流れが多く、分布範囲からも海水との2次爆発は考えられない。当時、図3の分布範囲の北西側に大きな湖があった証拠もないことから、2次爆発堆積物の可能性は否定される。

それぞれの flow unit の特徴や火山ガラス屈折率から、

6. おわりに

※金子早智子，小梶隆三，小林真由美，島田悦也，庄司文子，田村惠補，土屋一郎，中村千恵，萩原隆平，長谷川洋子，匹田百合子

文献

- 相原延光・笠間友博, 1990. 横浜市西部における箱根新期火砕流の堆積構造. 日本第四紀学会講演要旨集, 20:118.
- Aramaki, S. and T. Ui, 1966. The Aira and Ata pyroclastic flows and related caldera depressions in southern Kyushu, Japan. *Bull. Volcano* 1., 29: 29-47.
- Branney, M.J. and P. Kokelaar, 1992. A reappraisal of ignimbrites emplacement: progressive aggradation and changes from particulate to non-particulate flow during emplacement of high-grade ignimbrite. *Bull. Volcanol.*, 54: 504-520.
- Branney, M.J. and P. Kokelaar, 2002. Pyroclastic density currents and the sedimentation of ignimbrites. *Geological Society Memoir* 27. London.
- Cas, R.A.F. and J.V. Wright, 1987. Volcanic successions modern and ancient. Allen and Unwin, London, 528pp.
- Fisher, R.V., 1966. Mechanism of deposition from pyroclastic flows. *Ame. J. Science*. 264: 350-363.
- Fisher, R.V., H.X. Glicken and R.P. Hobbitt, 1987. May 18, 1980 Mount St. Helens deposits in South Coldwater Creek, Washington. *J. Geophys. Res.*, 92: 10267-110283.
- 袴田和夫, 1986. 箱根新期カルデラの段階的陥没に関する若干の資料. 大涌谷自然科学館調査研究報告, 6:1-7.
- 平田由紀子, 1992. 神奈川県松田地区の東名高速道路改築工事に伴ってみられた箱根東京軽石流 (TP軽石流) について. 大涌谷自然科学館調査研究報告, 11:1-14.
- 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.
- 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 (福岡) 要旨集: 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 (千葉) 要旨集: 254.
- 笠間友博・相原延光, 1990. 横浜市西部における箱根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 100 年学術大会 (東京) 要旨集: 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 Jpn. 30th IGC Abstracts, vol.3: 429.
- 笠間友博・山下浩之, 2005. 伊勢原市の高森丘陵南西部、通称「八丈の山」で出現したテフラについて, 神奈川自然誌資料. 26:1-8.
- 久野久, 1962. Hakone volcano. Guide book for Excursion, International Symposium on Volcanology. 日本火山学: 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—, 第四紀研究. 10, 1:1-20.
- 町田洋, 1977. 火山灰は語る, 蒼樹書房, 324p.
- 町田洋・新井房夫, 1992. 火山灰アトラス, 東京大学出版会, 276p.
- 町田洋・新井房夫, 2003. 新編火山灰アトラス, 東京大学出版会, 336p.
- 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, 4: 241-257.
- 岡重文・島津光男・宇野沢昭・桂島茂・垣見俊弘, 1979. 藤沢地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅). 地質調査所, 111p.
- 相模原市地形・地質調査会 (町田洋・貝塚爽平・森脇広・久保純子・河村洋子・叶内敦子・吉山昭・宮内崇裕), 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, 96p.
- Simons, D.V. and E. V. Richardson, 1961. Forms of bed roughness in alluvial channels. *Amer. Soc. Civil Eng. Proc.* 87, no. HY3: 87-105.
- Sparks, R.S., L. Wilson and G. Hulme, 1978. Theoretical modeling of the generation, movement and emplacement of pyroclastic flow by column collapse. *J. Geophys. Res.* 83: 1727-1739.
- 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文集: 107-118.
- Walker, G.p.L. and L.A. McBroome, 1983. Mt. St. Helens 1980 and Mount Pelee 1902. Flow or surge? *Geology*, 11: 571-574.
- Wright, J.V. and G.P.L. Walker, 1981. Eruption, transport and deposition of ignimbrite: a case study from Mexico. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 9: 111-131.

摘 要

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. (Kasama, T. & H. Yamashita, 2005. Remarkable Features at the Hakone Younger Pumice Flow deposit [Hk-T(pfl)] at the Southwestern Area of Takamori Hills - Common Deposits containing a Scoria Layer at Takamori Hills and Tama Hills-. *Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.)*, (34): 1-16.)

伊勢原市高森「八丈の山」と横浜市泉区新橋町で見られた箱根新期軽石流 [Hk-T(pfl)] の成層堆積物には共通する層序があり、ST(a)～ST(f)の部分に分かれる。これは広域 (約 450km²) に分布する同堆積物の全体の層序を保存しているものと考えられ、同時にこの堆積物が局所的な風成や水成の 2 次堆積で生じた可能性を否定する。また ST(c)～ST(f)の総体積は約 0.5km³ 程度、排出された細粒火山灰を含めた換算値は 1.2km³ 程度に及び、2 次爆発の堆積物とも考えられない。ST(a), ST(b) は降下堆積物と考えられるが、ST(c)～ST(f) は軽石 (スコリア) 流そのものの堆積物と考えられ、3 つの flow unit に分かれる。そのうち ST(e) はスコリア流である。大磯丘陵から西側の地域の堆積物には、塊状であるがそれらに対応しそうな軽石流～スコリア流の flow unit が存在し、これらの flow unit が丹沢山地の地形的影響を受けて丹沢山地の東側に成層堆積物をもたらしたというモデルを考えたが、具体的な flow unit の対比や流路の解明は今後の課題である。

(受付 2004 年 12 月 7 日 ; 受理 2005 年 1 月 21 日)