

5 万分の 1 大磯丘陵及び周辺地域第四系地質図説明書 Explanatory notes of 1:50,000 Quaternary geological map of the Oiso Hills and surrounding area

水野清秀^{1*}・尾崎正紀¹・佐藤善輝¹

MIZUNO Kiyohide^{1*}, OZAKI Masanori¹ and SATO Yoshiki¹

Abstract: The Quaternary geological map of the Oiso Hills and surrounding area was compiled on a scale of 1:50,000. The Ashigara Plain and Oiso Hills are located at the northeastern margin of the Izu Peninsula. The Kozu-Matsuda Fault runs along the boundary between the plain and the hills, extending to the northeastern edge of the Sagami Trough. The Oiso Hills was upheaved at the time of the 1923 Kanto earthquake, a plate boundary earthquake. The Quaternary deposits, distributed in and around the Oiso Hills, have been deformed due to the activity of the Kozu-Matsuda fault and other complicated tectonic factors. This geological map shows the distribution and deformation of the Quaternary deposits, which are subdivided for easier grasping of their geological structures and local tectonic characteristics.

The Neogene and Lower Pleistocene basement rocks in the mapped area are divided into the Tanzawa Group and Komayama Group (mainly Middle Miocene in age), Matsudayama Formation, Shinokubo Formation, Tsurugizawa Formation, Yato Formation, Takatoriyama Formation and Oiso Formation (mainly Late Miocene to Pliocene), and Ashigara Group (Early Pleistocene). The Tanzawa Group and the Matsudayama, Shinokubo and Tsurugizawa formations are predominantly composed of lava and pyroclastic rocks of similar lithology, which makes their clear distinction difficult.

The younger Quaternary deposits in the geological map are subdivided into the Maekawa Formation (late Early Pleistocene), Haneo Formation, Kamano Formation, Sogayama Formation, Akesawa Formation and the lower part of Tsuchiya Formation, the middle and upper part of Tsuchiya Formation (Middle Pleistocene), Kissawa Formation, middle terrace 1 and 2 deposits, lower terrace deposits (Late Pleistocene), Holocene coastal terrace deposits (Nakamurahara, Maekawa and Oshikiri terraces) and other Holocene deposits, in ascending order. The Maekawa and Haneo formations consist of marine sediments, and other formations marine to fluvial ones. The Sogayama Formation is characterized by thick gravel beds. The Tama, Kissawa and younger loams (terrestrial pumice, lapilli, volcanic ash and soil layers) cover the Middle Pleistocene to Late Pleistocene sediments in some areas, while in other places, pumice and ash layers are intercalated in the water-laid sediments. The map shows some widespread glassy volcanic ash layers correlated to standard regions such as in the Boso Peninsula. The Hakone-Tokyo Pumice Layer and Hakone-Tokyo Pyroclastic Flow Deposits (ca.66ka) are widely distributed in the mapped area.

There are many active faults in the mapped area, namely, the NNW-SSE trending Kozu-Matsuda Fault (western margin of the Oiso Hills), Matsudakita Fault (northwestern extension of the Kozu-Matsuda Fault), E-W trending Shibusawa Fault (northern margin of the Oiso Hills), N-S trending Guzo Inferred Fault, Shimokichisawa Fault (eastern margin of the Oiso Hills) and Isehara Fault (northern extension of Guzo Fault), E-W trending Komukai Fault (southeastern margin of the Oiso Hills) and so on. Along the Kozu-Matsuda Fault, deformed Quaternary sediments and faults are observed at some outcrops, and trenching surveys have been conducted at some locations. Vertical displacement of the Sogayama Formation by the fault is estimated more than 500 m. The upper level of the marine or coastal sediments of the Kissawa Formation (MIS5e) generally dips to north or northeast in the Oiso Hills, and the lowest site is the downthrown (western) side of the Isehara Fault.

Keywords: 1:50,000 compiled geological map, Kozu-Matsuda Fault, Kannawa Fault, Matsudakita Fault, Shibusawa Fault, Isehara Fault, Guzo Fault, Komukai Fault, Sagami Bay, Ashigara Plain, Oiso Hills, Hakone Volcano, Sogayama Formation, Kissawa Formation, Tama Loam, Kissawa Loam, plate boundary, active fault, 1923 Kanto earthquake

*Correspondence

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

要 旨

大磯丘陵及びその周辺地域の5万分の1第四系地質編集図を作成した。足柄平野と大磯丘陵は伊豆半島北東縁に位置する。平野と丘陵の境界には国府津－松田断層があり、相模湾状海盆の北東縁に続く。大磯丘陵はプレート境界地震である1923年関東地震時に隆起した。大磯丘陵及びその周辺に分布する第四紀層は国府津－松田断層の活動やそのほかの複雑なテクトニックな要因によって変形を受けている。この地質図には地質構造やテクトニックな特徴を理解しやすいように、細分した第四紀層やその変形を示した。

本図に示される新第三紀から前期更新世の基盤岩類は、丹沢層群、高麗山層群（主として中期中新世）、松田山層、篠窪層、剣沢層、谷戸層、鷹取山層、大磯層（主として後期中新世～鮮新世）、足柄層群（前期更新世）に分けられる。丹沢層群、松田山層、篠窪層、剣沢層は溶岩や火砕岩類が優勢で岩相的に類似しており、それらの区別は難しいところがある。

より新しい第四紀堆積物は、下位より前川層（前期更新世後期）、羽根尾層、釜野層、曾我山層、明沢層及び土屋層下部、土屋層中・上部（中期更新世）、吉沢層、中位段丘1,2堆積物、低位段丘堆積物（後期更新世）、完新世海岸段丘堆積物（中村原、前川及び押切段丘）及びそのほかの完新世堆積物に区分した。前川層及び羽根尾層は海成層であり、それ以外は海成～河成である。曾我山層は厚い礫層で特徴づけられる。多摩、吉沢及び新期ローム（陸上堆積の軽石、火山岩片、火山灰及び土壌層）がこれらの中期～後期更新世の堆積物を被い、あるいは水成層中に軽石や火山灰層が挟まれている。また、房総半島など模式地となる地層と対比できるガラス質の広域火山灰層について記載を行っている。東京箱根軽石層や東京箱根火砕流堆積物（約6.6万年前）は調査地域内に広く分布している。

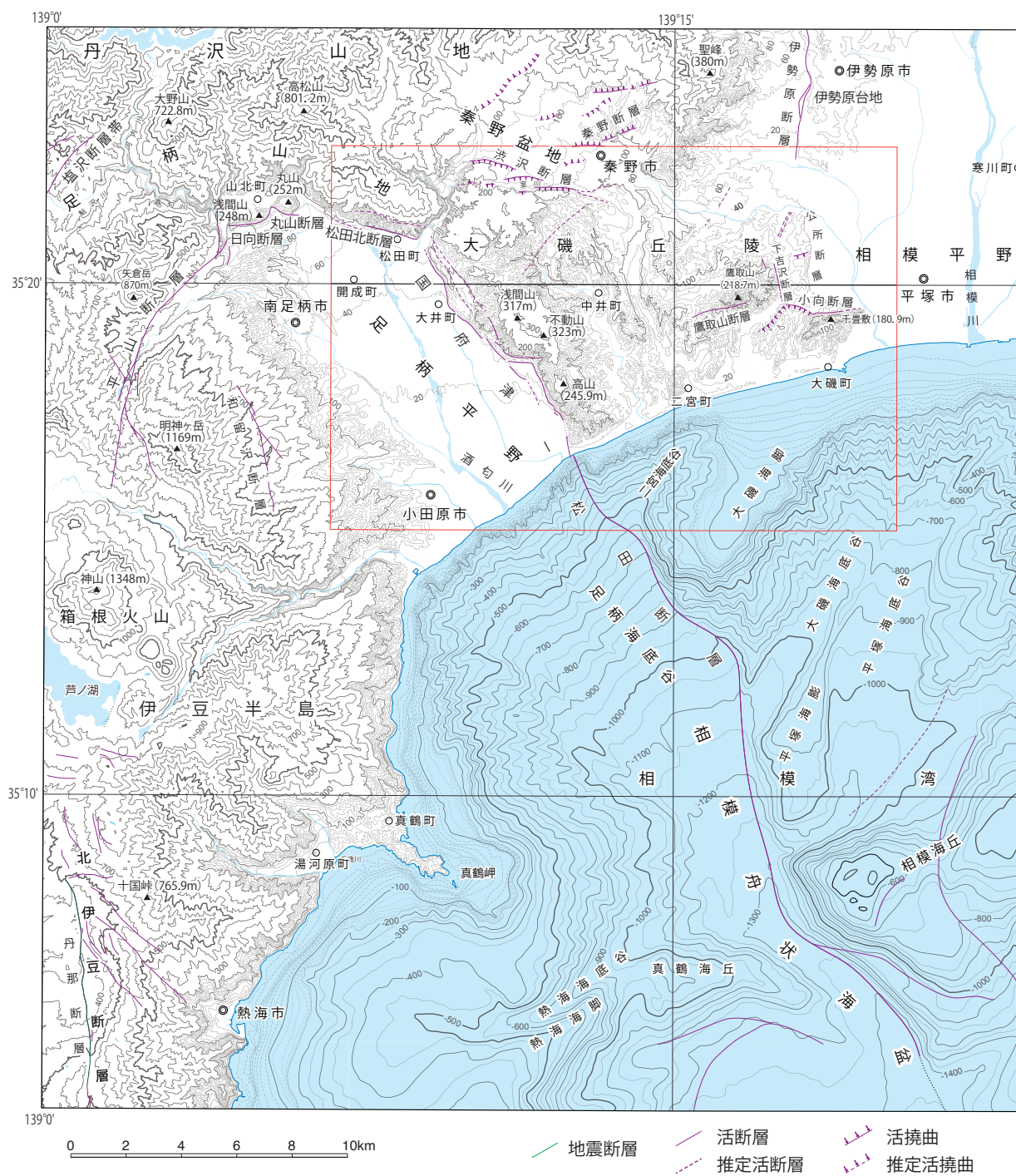
地質図の範囲には以下のような活断層が分布している：北北西－南南東方向の国府津－松田断層（大磯丘陵西縁）、松田北断層（国府津－松田断層の北西延長部）、東西方向の渋沢断層（大磯丘陵北縁）、南北方向の公所推定断層及び下吉沢断層（大磯丘陵東縁）、伊勢原断層（公所断層の北方延長部）、東西方向の小向断層など。国府津－松田断層に沿っては変形した第四紀堆積物や断層の露頭が観察され、またいくつかの地点でトレンチ調査が実施されている。この断層による曾我山層の垂直変位量は500 m以上に及ぶと推定される。MIS5e期の吉沢層海成層あるいは海岸堆積物の上面高度は、大磯丘陵では概して北ないし北東に下がっており、最も低下した地点は、伊勢原断層の沈降側（西側）に位置している。

1. はじめに

本図は、相模湾沿岸域における「沿岸域の地質・活断層調査」プロジェクトの一環として作成された、大磯丘陵およびその周辺に分布する主に第四紀堆積物の層序・地質構造と活断層、段丘面の傾動などの活構造に重点をおいた地質編集図である。これまで蓄積されてきた多数の既存研究・調査結果と筆者らによる独自の現地調査結果を合わせて編集を行った。

杉村（1972）が、相模湾状海盆からの北方延長にある足柄平野と国府津－松田断層、神縄断層が伊豆半島のブロックをのせるフィリピン海プレートとユーラシアプレートの境界であり、伊豆ブロックが本州と衝突していると指摘して以来、相模湾状海盆、箱根火山から足柄平野、大磯丘陵、さらに丹沢山地南部にかけての地域は特に注目されてきた。1923年関東地震は、相模湾状海盆沿いのプレート境界で発生したと考えられており、また小田原周辺でもマグニチュード7クラスの地震が過去に70年程度の間隔で発生していることが指摘されている（石橋，1993；佐竹ほか，1997など）。1923年関東地震時には大磯丘陵は隆起し、南部を中心に1 m以上の隆起域となっている。また、小田原市街地を含む足柄平野や箱根火山東縁も隆起し、逆に丹沢山地は沈降をしている（たとえば陸地測量部，1926；田中館，1925）。国府津－松田断層を挟んで足柄平野側と大磯丘陵側とで隆起量に明瞭な差が生じていないことから、国府津－松田断層は関東地震時には活動しなかったと考えられ、これらの地殻変動と地質構造とを説明する様々なモデルが提示されている（Tada and Sakata, 1977；中村・島崎，1981；石橋，1988；Ishibashi, 2004；大河内，1990；松田，1985，1993；山崎，1985，1993；小山，1995など）。最近の地殻構造調査では、国府津－松田断層はプレート境界から派生する分岐断層であると解釈されている（佐藤ほか，2010など）。

大磯丘陵には1923年関東地震の地殻変動だけではなく、これまで数10万年以上に及ぶ地殻変動の累積の結果が残されている。大磯丘陵の地質については、関東地震後の調査で、広域的な地質構造が示され、山崎（1925）では西縁、北縁、東縁を断層で囲まれた構造ブロックとして表現され、大塚（1929）によって大枠の層序と地質構造がまとめられた。その後、多くの研究が行われ、特に新第三系については、微化石や年代測定、中期更新世以降の地層については、テフラ層序とその対比の研究によって詳細な地質及び地質構造が明らかにされてきた（Ito, 1986；石浜ほか，2012；町田・森山，1968；遠藤・上杉，1972；町田ほか，1974；関東第四紀研究会，1987及びその元となる個々の論文など）。一方、足柄平野を含めて地下地質・地下構造の解明の



第 1 図 大磯丘陵及び周辺地域の地形と活断層。

地形は国土地理院発行の 50 m DEM 及び海上保安庁発行の海底地形デジタルデータ M7000 シリーズを使用して作成。
赤枠は地質図の範囲を示す。

Fig. 1 Topography and active faults in the Oiso Hills and the surrounding area.

Topographic map is created from the 50 m DEM by the Geospatial Information Authority of Japan and the M7000 Digital Bathymetric Chart Series by the Japan Coast Guard. The red frame shows the range of the geological map.

ために、ボーリングやその資料収集・解析（小沢ほか、1982；山崎ほか、1982；柳沢ほか、2005、小沢・江藤、2005 など）、反射法地震波探査（水野ほか、1996a；神奈川県、2002；Sato *et al.*, 2005；佐藤ほか、2011 など）が行われ、地下深部の地質構造も明らかにされつつある。活断層の活動履歴解明を目的としたトレンチ調査なども実施されている（山崎・水野、1999；神奈川県、2002、2003；丸山・齋藤、2008；今泉ほか、2011 など）。

2. 地形及び地質概説

大磯丘陵は、相模湾の北縁に位置し、西には酒匂川を中心とする足柄平野が広がり、さらに西の伊豆半島北部には箱根火山が分布する。東には相模川を中心とする相模平野、北には秦野盆地を挟んで丹沢山地が広がっている。大磯丘陵は、最高標高が 300 m を少し超える程度であるが、概して西縁部が高く、東に低くなる地形を示す。これは、足柄平野との境界に位置する北北西－南南東方向の国府津－松田断層の活動が大きく関与していると考えられる。また、北縁の秦野盆地との境界には東西方向の渋沢断層があり、東の相模平野との境界には南北方向の公所断層が推定されている（第 1 図）。大磯丘陵内部でも第四紀層を变形させる短い断層や短波長の背斜向斜構造、傾動などがみられ、地殻変動が激しい構造ブロックであると考えられる。大磯丘陵内では、新第三紀の堆積岩、火山岩類を基盤として、主に中期更新世以降の地層が分布しているが、とくに北部ではローム層が厚く重なっている（関東第四紀研究会、1987 など）。

国府津－松田断層の南延長部の相模湾海底には西落ちの断層崖が連続しており、相模舟状海盆の東縁へ続くとされ、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2015）は、その全体を国府津－松田断層帯と呼び、長さは 35 km 以上に及ぶと推定している。海域では国府津－松田断層帯の西側は、足柄海底谷と呼ばれる低地で、足柄平野の続きにあたるが、南方では伊豆側から張り出した真鶴海丘と呼ばれる高まり付近でその幅が最も狭まっている（大河内、1990：第 1 図）。

足柄平野は勾配が比較的急であり、表層部は砂礫層を主体とする地層で埋められている。地下には少なくとも 500 m 以上に達する砂礫層主体層が埋積されており、国府津－松田断層の活動による構造盆地と考えられる（山崎、1993）。北側の低い山地・丘陵（足柄山地）との境界には東西方向の松田北断層（活断層研究会編、1991）、丸山断層（林ほか、2007；小田原ほか、2011）、日向断層（徐、1995）が存在し、さらに西へは箱根火山北部外輪山中に北北東－南南西方向に延びる平山断層（天野ほか、1984 など）へ続くと考えられ（第

1 図）、これら全体は平山－松田北断層帯と称されている（地震調査研究推進本部地震調査委員会、2015）。足柄山地には、積算層厚 5,000 m 以上に達する前期更新世に堆積した足柄層群が分布しており（天野ほか、1986；Imanaga, 1999 など）、さらに北側に分布する中新世の火山岩類を主体とする丹沢層群と神縄断層で接している。神縄断層付近の地質構造は非常に複雑であり、その大磯丘陵側への連続性については、意見が分かれている（Ito, 1985；角田、1997；Imanaga, 1999 など）。

箱根火山は、中期更新世の前半から活動を開始したカルデラを伴う大規模な成層火山であり、活動期の前半に形成された外輪山とカルデラ形成及び中央火口丘形成などの時期に分けられる（日本地質学会国立公園地質リーフレット編集委員会、2007 など）。外輪山東斜面が足柄平野西端に接しており、外輪山は主として玄武岩～安山岩質の溶岩や火山角礫層などからなり、山麓部には新期火砕流堆積物が広く分布している。箱根火山外輪山東側斜面上には和留沢断層が存在する（Kaneko, 1970；活断層研究会編、1991）。

3. 地質記載

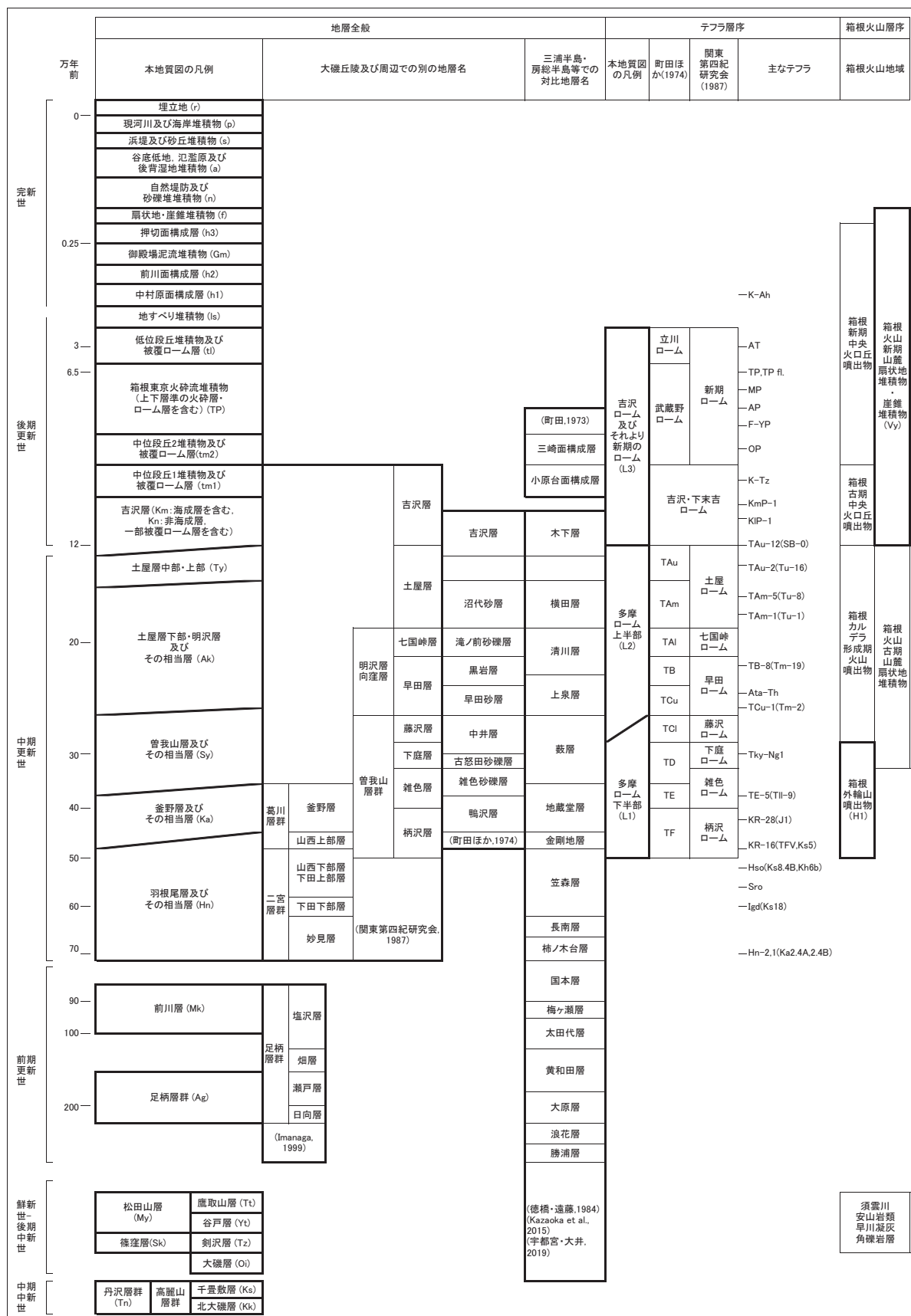
地質図に示した範囲内に分布する地質構成要素を新第三系と下部更新統足柄層群、大磯丘陵に分布する下部更新統～上部更新統、段丘堆積物及び完新統、箱根火山噴出物に分けて記載する。大磯丘陵に分布する下部更新統～上部更新統以外は、既存文献に基づくところが大きい。層序対比を第 2 図に示す。

3.1 新第三系及び下部更新統足柄層群

3.1.1 丹沢層群

丹沢層群は、足柄平野北方や秦野盆地北方に広がる丹沢山地の主要部を構成する地層群であり、主として中新世中期～後期に海底に噴出し堆積した玄武岩～安山岩質の溶岩、火砕岩類と非火山性の礫岩、砂岩、泥岩などからなる（Mikami, 1961；青池ほか、1997；有馬ほか、1999）。青池ほか（1997）に基づく、下位より塔ヶ岳亜層群、大山亜層群、煤ヶ岳亜層群、早戸亜層群に区分され、下位の 3 つは、溶岩や火砕岩類が主体で、早戸亜層群は、礫岩を主体とし火砕砂岩、泥岩などを挟む。産出する石灰質ナンノ化石などから、塔ヶ岳亜層群から煤ヶ岳亜層群にかけては約 17～11 Ma で、早戸亜層群は 8～4 Ma 頃と推定されている（有馬ほか、1999、青池、1999）。高橋（2008）は、不整合関係を重要視し、後者を早戸層群として独立させている。地質図に示される範囲では、松田町北部に分布するものは大山亜層群、秦野盆地東部に分布するものは煤ヶ岳亜

5 万分の 1 大磯丘陵及び周辺地域第四系地質図説明書



第 2 図 本地質図に示す地層の層序区分とテフラ層序との関係及び周辺地域との対比

図中に示した文献以外は、本文参照。

Fig. 2 Stratigraphy and subdivision of the geological map, their correlation to tephrostratigraphy and the correlation with other stratigraphy and chronology around the mapped area.

層群とされている（青池ほか，1997 など）。大磯丘陵北西部に分布する丹沢層群は，松田町北部からつながる大山亜層群と思われるが，詳細は不明であり，また後述する篠窪層との境界も明瞭ではない。一方，丹沢山地東部では，北北西－南南東走向の青野原－煤ヶ谷断層（南では伊勢原断層にほぼ一致する）を境に，それより東に分布する地層群は，愛川層群と呼ばれ，火山角礫岩，火砕砂岩，礫岩などからなり，石灰質ナンノ化石の CN9 帯（約 9 ～ 6 Ma）とされている（青池，1999）。

3.1.2 高麗山層群

大塚（1929）は，大磯丘陵南東端の高麗山付近を構成する地層群に対して高麗山層と命名したが，その後，大塚（1931）はより新しいと考えられる大磯層などを区別し，小島（1954），石黒（1974），Ito（1986）などにより層序が改訂され，北半部の高麗山層群と南半部の大磯層に区分された。前者は，主に珪質泥岩（北大磯層：Ito，1986）とデイサイト質凝灰岩や安山岩質火砕岩主体層（千畳敷層：Ito，1986），局所的に分布する玄武岩・安山岩体（地質図では北大磯層に含めた）に細分され，層厚は 750 m 以上に達する（石黒，1974）。堆積年代は石灰質ナンノ化石・有孔虫化石・放散虫化石から 18 ～ 11 Ma の範囲内とされている（Ito，1986；小沢・堀内，2005；石浜ほか，2012；鈴木，2017）。高麗山層群分布地の南半部には，主として東西方向のリニアメントが複数見られ，右横ずれを伴う断層とされている（Kaneko，1971）が，このリニアメントが千畳敷層と北大磯層との地層境界に一致しているのか，あるいは活断層として活動しているのかどうかについては十分な調査を行っていない。

3.1.3 大磯層

大磯層は大磯丘陵南東端で高麗山層群の南側に分布し，石黒（1974）では両者は断層関係で，Ito（1986）では不整合関係で接しているように図示されている。凝灰質砂岩を主体とし，砂質泥岩を含み，層厚は 500 m 以上に達している（石黒，1974；Ito，1986）。有孔虫化石や石灰質ナンノ化石から 8.5 ～ 5.5 Ma 頃に堆積したと考えられている（茨木，1978；Ito，1986；蟹江ほか，1999）。

3.1.4 谷戸層

大磯丘陵南部で，不動川沿いの低地を挟んで高麗山などと対峙する西側の丘陵地に分布する新第三系は，谷戸層，剣沢層，鷹取山層などに区分され（Ito，1986 など），高麗山層群・大磯層とは岩相が異なるため，境界となる低地付近に地質構造境界が推定されている（生

沢構造谷：関東第四紀研究会，1987）。谷戸層（石黒，1974）はそのうち，二宮町南部の吾妻山や生沢構造谷北西部の鷹取山などに分布する角礫凝灰岩，泥岩を含む砂岩主体層である。凝灰岩のフィッシュン・トラック年代や有孔虫化石・石灰質ナンノ化石などから堆積年代は 8 ～ 5 Ma 頃と推定されている（矢野，1986；小田原，2009；小田原ほか，2009；石浜ほか，2012）。

3.1.5 鷹取山層

鷹取山層（大塚，1929）は，大磯丘陵東部の鷹取山を模式地としてみられる礫岩主体層で，その南西側から吾妻山間にも分布する。ところにより貝化石を含んでおり（長田ほか，1988；田口・松島，1997），その特徴から堆積年代は後期中新世～前期鮮新世と推定されている。

3.1.6 剣沢層

剣沢層（Ito，1986）は，大磯丘陵西部の国府津－松田断層沿いの国府津や剣沢地区に分布する火山角礫岩や溶岩などを主体とする地層で，鷹取山周辺に分布する西鷹取山集塊岩層（千葉，1986）もこれに含めた。この地層は丹沢層群や後述する篠窪層などとも岩相が類似しているところがあり，正確な対比は難しい。Ito（1986）は剣沢層から 8 ～ 5.5 Ma 頃を示す石灰質ナンノ化石を，安山岩礫から約 10.4 Ma の K-Ar 年代を求めている。また森ほか（2012）は鷹取山の安山岩溶岩から約 5.9，5.0 Ma の K-Ar 年代測定値を報告している。

太田ほか（1982a）や上杉ほか（1982），大磯団体研究グループ（1986，1988a），関東第四紀研究会（1987）は国府津に分布する本層や剣沢に分布する溶岩や火山角礫岩類を除いた礫層主体層を後述する足柄層群に対比している。これらの地層の年代については，明確な判断材料を有しておらず，本報告では Ito（1986）に従い，国府津及び剣沢に分布する地層を剣沢層として扱う。

なお，箱根火山中央部の箱根町早川，須雲川沿いの低所には剣沢層に対比される可能性のある早川凝灰角礫岩・須雲川安山岩類と呼ばれる箱根火山の基盤を構成する岩石が分布している（久野・箱根火山地質図再版委員会編，1972 など）。早川凝灰角礫岩層は，海底に堆積した溶岩や火山角礫岩などからなり，貝化石が産出している（大塚，1934；田口，2008）。堆積年代は，ボーリングコアの石灰質ナンノ化石及び有孔虫化石から 4.2 Ma 前後と推定され（萬年ほか，2003），また軽石凝灰岩のフィッシュン・トラック年代が 5.2 ± 0.7 Ma と求められていて（柳沢ほか，2005），前期鮮新世の堆積物と考えられる。須雲川安山岩類は，溶岩や火山角礫岩からなり，早川凝灰角礫岩の堆積に引き続いて行われた火山活動によるものと考えられている（久野・箱根火

山地質図再販委員会編, 1972 など) が, 火山岩の全岩化学組成が箱根火山外輪山とほとんど変わらないことから, より新しい時期の噴出物である可能性も指摘されている (山下ほか, 2008)。

3.1.7 篠窪層

篠窪層 (新称) は, 千葉 (1986) が大磯丘陵北西部の大井町篠窪から柳周辺に分布する安山岩質の角礫凝灰岩主体で溶岩を挟む地層に対して篠窪火砕岩層と命名したものに相当し, 今永・杉山 (1994) の篠窪火砕岩に相当する。今永・杉山 (1994) は篠窪地区で安山岩溶岩から 4.3 ± 0.81 Ma の年代測定値を報告している。岩相の類似性や年代測定値からは, 剣沢層と類似しているが, 両者の直接的な関係は不明である。また, 丹沢層群とは断層で接しているとされる (佐藤, 1976; 千葉 1986; 関東第四紀研究会, 1987; 今永・杉山, 1994)。

3.1.8 松田山層

松田山層は, 角田 (1997) が松田山累層と命名した地層に相当し, 松田町北部の松田山を構成していて, 安山岩質角礫凝灰岩, 溶岩と礫岩, 砂岩, 泥岩の互層からなり, 層厚は 1,500 m ほどに及ぶ (角田, 1997)。松田山層の名称は, 既に太田ほか (1982a) が松田山の南部に分布する段丘堆積物 (本地質図の中位段丘 1 および中位段丘 2 堆積物に相当) に対して命名しているが, ここでは角田 (1997) の定義に従う。この地層は, 天野ほか (1986), 足柄団体研究グループ (1986), 今永 (1986) などでは後述する下部更新統の足柄層群に含まれていたが, 角田 (1997) は泥岩層から石灰質ナンノ化石 (*Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Sphenolithus abies* など) を報告し, より古い地層とした。石灰質ナンノ化石帯 CN9-11 (約 8-3.8 Ma : Raffi *et al.*, 2006) あるいは CN5-11 (約 12-3.8 Ma : 亀尾ほか, 2002) の範囲内と考えられ, その堆積年代は足柄層群よりも古い後期中新世～前期鮮新世と推定される。松田山では南側に分布する足柄層群も, 松田山層も共に地層は概して北に傾斜していて, 見かけ上, 下位にあたる足柄層群との境界は断層とされ, この断層が西部に分布する神縄断層の延長であると指摘されている (角田 1997)。今永 (1986), Imanaga (1999) は, この断層の近傍に両側を断層で境された細長い丹沢層群のブロックが足柄層群中に挟み込まれて分布する地質図を示しており, 本図ではこの位置に松田山層と足柄層群が接する断層を示した。なお, 角田 (1997) は, 大型有孔虫化石 *Nephrolepidina* sp. を含む石灰岩の薄層が松田山層中にみられるとしている。この化石及び石灰岩は近傍の丹沢層群中から報告され, その年代は 15 Ma 頃とされ

ている (Matsumaru, 1973; 青池ほか, 1997) ことから, 石灰岩は丹沢層群に属し, 丹沢層群が断層ブロック状に入り込んでいると考えられ (天野ほか, 1986; 今永, 1986; Imanaga, 1999; 小田原ほか, 2011), その分布は Imanaga (1999) に従って表現した。

川音川より東に分布する松田山層は, 松田山地区とは異なって地質構造が複雑であり, 太田ほか (1982a) によると南北走向に近い小規模な背斜・向斜がみられ, より東側に分布する篠窪層とは南北走向の断層で接すると推定されている。地質図では太田ほか (1982a) に従って図示したが, 松田山層と篠窪層とは一連の地層である可能性もある。また, 大井町金子地区で国府津-松田断層に挟まれた地塁状のブロックの最北部に分布する地層を地質図では後述する足柄層群に含めたが, 松田山層と篠窪層, 剣沢層, 足柄層群との層位や地質構造上の関係についてはさらに検討が必要である。

3.1.9 下部更新統 足柄層群

足柄層群は, 箱根火山及び足柄平野の北側, 丹沢山地前縁の足柄山地を構成しており, 平林 (1898) 以降多くの研究がある。前期更新世に本州側プレートと伊豆地塊との間のトラフに堆積したとされ (Huchon and Kitazato, 1984; 天野ほか, 1986 など), 積算層厚 5,000 m 以上に達する地層群である (Ito, 1985; 足柄団体研究グループ, 1986; 天野ほか, 1986; Imanaga, 1999; 小田原ほか, 2011 など)。層厚については, 大きく 4 層に分けられることが多く, Imanaga (1999) によると, 下位より日向層 (天野ほか, 1986 などの根石層), 瀬戸層, 畑層及び塩沢層に区分される。

5 万分の 1 地質編集図の範囲では, 主に日向層が分布すると推定される。日向層は, 足柄平野北側の松田町市街北～山北町市街周辺丘陵地を構成する泥岩, 砂岩互層を主体とし安山岩質角礫凝灰岩等を挟む地層で, 700 m 以上の厚さを有し, 概して北ないし北西に傾斜している。微化石からは水深 2,000 m ～ 1,000 m 程度の堆積環境で, 石灰質ナンノ化石帯 CN13 とされている (Huchon and Kitazato, 1984)。さらに有孔虫化石からは, 日向層の年代は 2.5 Ma 以降に限定されている (中満・林, 2007)。瀬戸層は, 松田市街地北方山地や山北市街地の北方～西方に分布し, 礫岩層を主体とし, 砂岩, 泥岩, 角礫凝灰岩等を挟む地層で, 1,300 m ほどの層厚を有する。東部では概して北に, 西部では概して西に傾斜している。堆積環境は水深 200 m 前後と推定され, また, 石灰質ナンノ化石帯 CN14a に対比されている (Huchon and Kitazato, 1984)。

3.2 大磯丘陵の下部更新統～上部更新統（後期更新世段丘堆積物を除く）

大磯丘陵の第四系については、大塚（1929）以降、多くの研究があり、その大まかな特徴として、主に南部に相対的下位層準の海成シルト層を中心とする地層、北部にローム層を含む河川性堆積物があり、また西部の礫層主体層が東部のシルト層主体層に側方移化する傾向がみられる。これらの特徴から、様々な地層区分が行われてきたが、本報告では、テフラ層を用い正確な対比を行った関東第四紀研究会（1987）の区分に基本的に従う。ただ、大磯丘陵では宅地開発に伴い、模式地とされていた地層をほとんど観察できない地域が多く、十分検討できていないいくつかの地層群をおおくりにしたところもある。一方、国府津－松田断層の活動など、地殻変動史の解明のために、より詳細な区分が求められる地層については、異なった区分を採用した。個々の地層を層群単位でまとめる区分も、いくつか出されてきたが、個々の地層間の関係は地域によって整合であったり、不整合であったりするため難しく、本報告では扱わない。また、丘陵地の上部など、露頭が確認できない区域では、ローム層に覆われていると推定して表現した範囲もある。

3.2.1 テフラ

(1) ローム層とテフラ層序

大磯丘陵には特にその北部にローム層が厚く堆積しており、これらのローム層については、町田ほか（1974）、新井ほか（1977）、上杉（1976）、関東第四紀研究会（1987）などの詳しい記載がある。多摩ローム層と上位の吉沢（下末吉）ローム層に区分する点では共通している。多摩ローム層の細分について、町田ほか（1974）では、海進堆積物あるいは段丘面構成層とその上に重なるローム層を類似した記号で示し、水成層あるいは段丘面を新期のものより T-a, T-b・・・T-e とし（ローカルには固有地層名を付けている）、それらを覆うローム層を TA, TB・・・TE とし、その後さらに古いローム層を TF としている（町田ほか, 1980）。また水成層、ローム層をさらに細分し、そのうえで個々のテフラ層に下位より順に番号を付している（たとえば、Tam, Tau ; TCu-1, TB-5 など）。一方、上杉（1976）、関東第四紀研究会（1987）は、同じ層準の水成層とローム層を同じ名称で呼び、下位より柄沢層（ローム）、雑色層（ローム）、下庭層（ローム）、藤沢層（ローム）、早田層（ローム）、七国峠層（ローム）、土屋層（ローム）に区分している。また、ローム層だけの区分では、多摩ローム層を下部（Tl）、中部（Tm）、上部（Tu）ローム層に分け、さらに細分して下位より番号を付し、個々のテフラ名としている（TII-9, Tm-2 など）。地層の離水時期は、特

に地殻変動の激しい大磯丘陵では幅を持っているため、特定の水成層の堆積（離水）年代は厳密には大磯丘陵内で一定しておらず、それらを覆うローム層の下限も同じではない。そのため、混乱が生じないように、関東第四紀研究会（1987）の地層名・ローム層名を用いる。一方、町田ほか（1974）と上杉（1976）の各テフラの対比はおおむね明らかになっており、本報告では TE-5（TII-9）のように並列にして示す。ただし、両者間のテフラ対比が不明、あるいは模式露頭の欠如や各テフラの記載岩石学的特徴が類似あるいは幅を持っているために、筆者が個々のテフラを同定できない層準もある（特に TAu, TCl 層準）。

地質図では、特に厚いローム層の分布を強調したい場合に、ローム層を多摩ローム層下半部、多摩ローム層上半部、吉沢ローム層とそれより新期のローム層に3分して図示した。多摩ローム層下半部と上半部の境界は藤沢ローム層付近にあたるが、必ずしも正確に示してはいない。柄沢ローム層よりも古いテフラも、多数水成層中に挟まれているが、広域テフラとして重要と考えられる特定のテフラ以外は本報告では触れない。これらのテフラ、ローム層と水成層との関係を第2図に示した。

(2) 広域テフラ

地層の対比や年代を推定するうえで重要と考えられるガラス質火山灰層と一部の軽石層について簡単に記載する。テフラの対比は重鉱物組成、火山ガラスおよび直方輝石の屈折率測定、火山ガラスの主成分および微量成分組成に基づいた。大磯丘陵の主要な軽石層の対比は、町田ほか（1974）や関東第四紀研究会（1987）およびそのもととなる個別の論文で示されているため、主に火山ガラスと直方輝石の屈折率を測定して検証した。

屈折率は地質調査所が所有していた温度変化型屈折率測定装置 RIMS87（株式会社京都フィッシュン・トラック製）及び地質調査総合センター所有の MAIOT（株式会社古澤地質製）を用いて筆者が測定を行った。一部の試料に対しては、株式会社古澤地質に測定を依頼した。測定誤差は両装置ともに ± 0.001 程度である。また、火山ガラスの化学組成は、以下の3社へ依頼分析して求めた。三菱マテリアルテクノ株式会社では、誘導結合プラズマ（ICP）発光分析法（ICP-AES）と原子吸光法（AAS）により主成分および微量成分を求めた。詳細な分析手法は Tamura *et al.*（2008）に示されており、試料の処理には酸分解法を用いたため、 SiO_2 は定量できない。住鉱資源開発株式会社を通して Actlabs 社へ依頼したものは、ICP 発光分析法（ICP-AES）と ICP 質量分析法（ICP-MS）を用い、主成分・微量成分を求めた。その詳細手法は、宇都宮ほか（2019）に示されて

いる。株式会社古澤地質では、主成分をエネルギー分散型 X 線マイクロアナライザー (EDX) にて、また微量成分をレーザーアブレーション ICP 質量分析法 (LA-ICP-MS) によって求めた。詳細な分析方法は、古澤(2017)に示されている。

広域対比したガラス質火山灰層及び鍵層となる主な軽石層の分布地点を地質図中に丸印と記号とで表現した。各テフラの屈折率や火山ガラスの化学組成値などは第 1 表に示した。それらのテフラと対比根拠を以下に示す。

A. 羽根尾 1,2 火山灰層 (新称: Hn-1,2)

羽根尾層は、大磯丘陵南部の小田原市羽根尾付近に分布する海成シルト、砂層を主体とする地層であり(菊地・関東第四紀研究会, 1979)、軽石層、スコリア層など多くのテフラを挟んでいるが、その中で約 60 cm の間隔をおいて 2 枚の薄い火山ガラスにやや富んだ火山灰層が存在する。これらを下位から羽根尾 1,2 火山灰層 (Hn-1, Hn-2) と呼ぶ。Hn-1 は厚さ 1 cm ~ 2 cm のややピンクがかった灰白色、砂質の火山灰層で、その約 4 cm 下位にも類似した特徴の薄い火山灰層が存在する。Hn-2 は厚さ 4 cm、灰白色の細粒火山灰層である。この 2 枚組のテフラの重鉱物組成、火山ガラスの屈折率や主成分化学組成は、房総半島上総層群柿ノ木台層中の 2 枚組テフラ Ka2.4B, Ka2.4A (徳橋・遠藤, 1984; 七山ほか, 2016) とよく一致し、類似した組み合わせのテフラはほかにないため、対比される。Hn-2 に対比した火山灰層は国府津にも分布する。

B. 白オビ (Sro) と白オビモドキ軽石層

白オビは、大磯丘陵南部の大磯町虫窪付近に分布する海成の砂層、シルト層を主体とする二宮層群^{しもだ}下田上部層の下部に挟まる厚さ 100 cm ほどの軽石層の俗称であり(上杉ほか, 1979)、径 1 cm 以下の灰白色、発泡のよい軽石から構成される。この 3 km ほど西の二宮町^{かわわ}川勾には、白オビモドキと俗称される厚さ 300 cm あまりの灰白色軽石層が、下田上部層または山西下部層と呼ばれる海成シルト主体層中に挟まれている(森・関東第四紀研究会, 1980, 1981)。両軽石層は、同じテフラである可能性が指摘され(森・関東第四紀研究会, 1980)、共に層厚が厚く、見た目が類似しているうえに、火山ガラス・直方輝石の屈折率、火山ガラスの主成分化学組成もよく似ていることから、同一のテフラである可能性が高いと考える。

C. 石神台火山灰層 (新称: Igd)

大磯町月京に分布する海成砂層、シルト層を主体とする二宮層群下田下部層の二枚組スコリアと俗称される層準に、ガラス質火山灰層が挟まれていることが報告され、房総半島上総層群笠森層中の Ks10, Ks18, Ks22、長南層中の Ch2 テフラが対比候補としてあげられてい

る(本間ほか, 1985)。このテフラ層と考えられる厚さ 3 cm 以内のレンズ状の黄灰色細粒火山灰層を発見し、石神台火山灰層 (Igd) と命名する。この火山ガラスの屈折率、主成分化学組成を求めたところ、Ks10 及び Ks18 に極めて類似していた。このテフラは、上述の白オビより下位に位置するとされている(上杉ほか, 1979)。ところで白オビとこのガラス質火山灰層の間の下田下部層最上部付近の軽石層には、軽石中の直方輝石の屈折率 γ が 1.74 を超えるものが少なくとも 2 枚あることが確認された(水野・山崎・下川の未公表資料による)。このような高屈折率の直方輝石を含むテフラは、上総層群笠森層では Ks13 から Ks17.5 の間に限定され、長南層ではこのような高い値を示すテフラは知られていない(町田ほか, 1980; 七山ほか, 2016)。したがって、Igd テフラの層準は少なくとも Ks13 より下位と考えられ、Ks18 に対比される可能性が高い。Ks18 層準は MIS (海洋酸素同位体ステージ) 15 と考えられている(町田・新井, 2003)。

D. 東ヶ丘火山灰層 (新称: Hso)

上述した白オビモドキの露出地点の約 300 m 北西の中村川河床近くの海成シルト層中に、1 枚のガラス質火山灰層を確認した。このテフラは、森・関東第四紀研究会(1981)の地質図では川底タフと俗称されているものに相当しているようであるが、この周辺では地層は北に傾いているので、白オビモドキよりも上位の別の火山灰層と考えられ、東ヶ丘火山灰層 (Hso) と呼ぶ。本テフラは厚さ 4 cm、灰白色細粒火山灰からなり、火山ガラスの化学組成では K_2O が 2 % 未満と比較的少ない値を示し、銚子地域で倉橋層と呼ばれる地層中に挟まる Kh6b テフラ(酒井, 1990)に微量元素組成も含めてよく似ている。Kh6b は房総半島上総層群では、笠森層の Ks8.4B テフラに対比されており(中里・中澤, 2008; 七山ほか, 2016)、層位的にこれまでのテフラ対比と矛盾しない。

E. KR-16

KR-16 は、多摩ローム最下部の柄沢ローム層に挟まるガラス質火山灰層のひとつで(上杉ほか, 1985)、中井町鴨沢の通称柄沢を模式地とし、層厚は 5 cm ~ 8 cm 程度、灰白色細粒の火山灰からなる。町田ほか(1980)が TFV と呼び、上総層群笠森層中の Ks5 テフラに対比したものである。火山ガラスの屈折率や化学組成の類似から、南足柄市矢倉沢で箱根火山外輪山を構成する火山角礫層の最下部層準に挟まれている火山灰層にも対比される。なお、本テフラは、大磯丘陵の水成層からはまだ見つかっていない。

F. KR-28

KR-28 は、柄沢ローム層に挟まり、KR-16 よりも上位のガラス質火山灰層で(上杉ほか, 1985)、厚さ 3 cm

第1表 大磯丘陵及びその周辺地域に分布する第四系中の主なテフラと対比候補テフラの記載岩石学的特徴及び火山ガラスの化学組成一覧
 Table 1 Petrographical characteristics and chemical composition of the glass shards in some tephra layers in the Quaternary deposits in and around the Oiso Hills and their correlative tephtras.

テフラ名	地点	重鉱物構成 ¹⁾	屈折率 ²⁾		ガラスの 分析手法	ガラスの主成分(wt%) ³⁾										ガラスの微量元素成分(ppm) ³⁾					
			ガラス(n)	直方輝石(γ)		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ [*]	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TOTAL	Sc	V	Sr	Y	Ba	La
阿多・鳥浜(Ata-Th) 阿多・鳥浜(Ata-th) 阿多・鳥浜(Ata-Th) 阿多・鳥浜火砕流	緑ヶ丘	Ho,Opx,Cpx	1.499-1.501	1.703-1.730	EDX+LA	71.77	0.15	11.49	0.84	0.06	0.18	1.12	3.35	2.82	91.78	3	3	86	17	490	24
	曾我大沢	Ho>Opx>Cpx,Cu	1.498-1.501	1.701-1.727	ICP(M)		0.14	11.71	1.18	0.06	0.16	1.29	3.54	2.89		2	3	85	16	485	22
	上吉沢	Ho>Opx,Bi	1.498-1.501	1.700-1.728	ICP(A)	75.18	0.14	12.02	1.09	0.06	0.19	1.20	3.58	3.04	96.48	2	6	82	15	516	23
	鹿尻島・鳥浜	Ho>Opx>Bi	1.499-1.500	1.705-1.728	ICP(M)		0.15	11.67	1.19	0.07	0.15	1.30	3.74	3.19		2	3	84	16	502	22
Tzm-125	丹沢川	Bi>Opx,Ho	1.498-1.499	1.719-1.726	EDX	73.00	0.14	11.31	0.79	0.05	0.10	0.84	2.58	4.88	93.69						
Tky-Ng1	静岡・安居	Bi,Opx,Ho	1.498-1.499	1.717-1.727	ICP(M)		0.13	12.26	0.99	0.04	0.12	1.39	2.89	4.73		3	131	11	509	28	
TE-5a	柄沢	Bi>Ho>Opx,Zr	1.497-1.501	1.730-1.738	ICP(M)		0.09	12.72	1.15	0.06	0.07	1.23	2.93	4.19		1	111	17	477	31	
TE-5a	剣沢	Bi,Ho,Opx>Cpx,Zr	1.498-1.499	1.732-1.736	ICP(M)		0.09	12.24	1.15	0.06	0.11	1.10	3.08	4.22		2	103	17	467	32	
TE-5a	釜野	Bi,Ho,Opx,Cpx	1.498-1.499	1.714-1.722?	ICP(M)		0.09	12.22	1.37	0.06	0.08	1.24	2.80	4.46		2	112	17	447	31	
TE-5a	小山(35°20'12.5"N,139°0'18"E)	Bi>Ho,Opx	1.497-1.498	1.733-1.737	ICP(A)	75.14	0.08	12.39	1.02	0.06	0.09	0.96	3.05	4.90	97.70	2	6	101	17	510	37
KR-28	柄沢	Opx,Cpx	1.500-1.501	1.704-1.710	EDX+LA	71.87	0.28	10.68	1.13	0.06	0.18	1.07	2.47	4.11	91.85	6	14	74	26	839	15
KR-28	田島	Opx>Opx	1.498-1.503	1.706-1.713	EDX+LA	74.70	0.33	11.01	1.23	0.03	0.20	1.12	2.52	4.35	95.49	6	16	75	27	786	13
KR-28(Tsu-38)	剣沢	Opx,Cpx	1.500-1.502	1.698-1.710	EDX+LA	74.01	0.32	10.84	1.10	0.03	0.18	1.15	2.55	4.24	94.42	5	16	81	25	824	13
矢倉沢(35°19'24.5"N,139°2'42"E)	矢倉沢	Opx>Cpx	1.500-1.501	1.703-1.709	EDX+LA	74.48	0.32	10.91	1.14	0.05	0.19	1.14	2.54	4.27	95.05	5	15	77	28	821	12
J1(Kh8.9)	房総・茅野七曲	Opx>Cpx>Ho	1.499-1.501	1.702-1.713	EDX+LA	72.98	0.28	10.77	1.12	0.03	0.17	1.06	2.51	4.17	93.09	6	13	79	27	821	14
Kh8b	鉾子・蛇園	Opx,Cpx	1.500-1.504	1.703-1.713	EDX+LA	73.87	0.32	11.37	1.24	0.04	0.22	1.31	2.70	4.09	95.15	8	12	101	30	956	17
KR-16	柄沢	Opx,Cpx	1.502-1.506	1.705-1.709	ICP(A)	72.49	0.30	12.23	1.53	0.05	0.27	1.41	3.77	2.93	94.98	7	18	96	37	498	24
KR-16	山田	Opx,Cpx>Ho	1.503-1.504		ICP(A)	72.37	0.30	12.97	1.68	0.06	0.29	1.46	3.84	2.80	95.77	8	17	102	36	483	24
KR-16	矢倉沢(35°19'23"N,139°2'38"E)	Opx,Cpx>Ho	1.504-1.506	1.705-1.710	EDX+LA	72.41	0.29	11.80	1.29	0.06	0.26	1.29	3.52	3.02	93.95	9	14	95	39	437	23
Ks5 ¹	房総・船木	Opx,Cpx>Ho	1.504-1.505	1.702-1.709	ICP(M)		0.31	12.22	1.73	0.05	0.24	1.49	3.77	3.12		7	14	97	39	448	22
東ヶ丘(Hso)	東ヶ丘	Ho,Opx,Cpx	1.498-1.502	1.708-1.729	EDX+LA	71.97	0.17	11.30	1.16	0.11	0.21	1.45	3.58	1.67	91.62	9	2	144	38	505	14
Kh6b	鉾子・野尻	Ho>Opx,Cpx	1.499-1.502	1.709-1.733	ICP(M)		0.17	11.31	1.39	0.08	0.23	1.47	4.25	1.64		4	3	143	31	522	14
白オビもどき	川勾	Opx,Cpx	1.504-1.527*	1.715-1.740*	EDX	68.92	0.50	12.30	3.41	0.14	0.62	2.95	3.87	0.99	93.69						
白オビ(Sro)	虫窪	Opx,Cpx	1.504-1.530*	1.707-1.731*	EDX	69.55	0.47	12.36	3.29	0.16	0.60	2.95	3.86	0.96	94.20						
石神台(ugd)	石神台	Ho>Cpx>Opx	1.499-1.501		EDX	72.71	0.18	11.16	0.91	0.05	0.18	1.05	3.28	3.20	92.72						
Ks18	房総・今泉	Ho>Opx	1.499-1.502	1.704-1.718	EDX	75.86	0.19	11.53	1.01	0.06	0.15	1.05	3.38	3.30	96.51						
Ks10	房総・針ヶ谷	Ho>Opx,Cpx	1.498-1.501	1.705-1.711	EDX	74.67	0.21	11.47	0.94	0.08	0.15	1.09	3.30	3.04	94.95						
羽根尾2(Hn-2)	羽根尾	Opx,Cpx,Ho	1.507-1.514*	1.704-1.731*	EDX	69.96	0.33	12.90	1.65	0.09	0.41	1.77	3.71	2.99	93.81						
羽根尾2(Hn-2)?	国府津	Opx,Cpx,Ho	1.505-1.511	1.703-1.714	ICP(M)		0.35	13.79	2.06	0.07	0.38	2.50	3.36	2.31		7	18	183	35	485	24
Ka2.4A	房総・三川	Ho,Opx,Cpx	1.506-1.511*	1.704-1.723*	EDX	70.67	0.34	13.11	1.64	0.07	0.41	1.84	3.74	3.02	94.83						
羽根尾1(Hn-1)	羽根尾	Ho,Opx,Cpx	1.500-1.502	1.710-1.717	EDX	72.01	0.21	11.12	1.04	0.08	0.19	1.33	2.66	3.96	92.61						
Ka2.4B	房総・三川	Ho,Opx,Cpx	1.499-1.503	1.704-1.720	EDX	72.03	0.20	11.26	1.04	0.05	0.18	1.33	2.69	3.94	92.74						

テフラ名の右肩に*を付した分析値は水野・絆谷(2011)から引用。

¹⁾重鉱物の略号 Bi: 黒雲母, Ho: 普通角閃石, Cu: カミーングトン閃石, Opx: 直方輝石, Cpx: 単斜輝石, Zr: ジルコン

²⁾屈折率に*を付したものは古澤地質による測定値

³⁾ガラスの分析手法と分析者 EDX: EDX(古澤地質), EDX+LA: EDX+LA-ICP-MS(古澤地質), ICP(M): ICP-AES+MS(三菱マテリアルテクノ), ICP(A): ICP-AES+ICP-MS(住鉱資源開発+ActLabs).

Fe₂O₃^{*}及びFeO^{*}は総FeをそれぞれFe₂O₃あるいはFeOとして計算した値。

以内のレンズ状をなし灰白色細粒火山灰からなる。火山ガラスの屈折率が KR-16 よりも低いことで容易に識別できる。染野ほか (1984) や上杉ほか (1985) は、本テフラが南足柄市矢倉沢などで箱根火山外輪山を構成する火山角礫層中に挟まっていることを報告しており、筆者も前述した KR-16 と考えられる火山灰層の近傍で、KR-16 より火山ガラスの屈折率がやや低く、KR-28 に類似する火山灰層を確認した。本テフラと考えられる火山灰層は、大磯丘陵西部の小田原市田島の通称丹沢川や剣沢にも分布する。剣沢では、大磯団体研究グループ (1988b) が G 層と呼んでいる海成シルト主体層中の Tsu-38 テフラがこれに当たると考えられる。G 層にあたるシルト主体層はさらに南の田島付近まで点在しており、水野ほか (1993) はこれらの地層を田島層と呼び、前述の羽根尾層よりも下位に位置付けたが、田島付近 (丹沢川) の地層にも、KR-28 に対比される火山灰層が挟まっており、羽根尾層よりも新しい時期の地層であると考えられる。これらの火山灰層は、厚さ 3 cm ~ 4 cm、ピンクがかった灰白色を呈する細粒火山灰からなり、火山ガラスの化学組成では、 K_2O が 4 % を超えやや高めで、Ba が 800 ppm 前後と高い値を示し、互いによく似ている。中里 (2020) および中里 (私信) によると、KR-28 は房総半島下総層群地蔵堂層最下部に挟まる J1 テフラ (徳橋・遠藤, 1984) に対比されるが、また銚子地域に分布する倉橋層中の Kh8b テフラ (酒井, 1990) も層位がやや下位になるが J1 (=Kh8.9) に類似する。化学分析値を詳細に比較すると (第 1 表)、大磯丘陵内で見られる類似テフラは、いずれも KR-28, J1 に対比されると判断した。

G. TE-5(TII-9)

TE-5 (TII-9) は、雑色ローム層中にみられ、下部の比較的細粒の淡桃色～灰白色火山灰層 (TE-5a) 中に黒雲母が点在し、上部に普通角閃石などを含む細粒軽石層 (TE-5b) が重なる極めて特徴的なテフラで (町田ほか, 1974 ; 町田・新井, 2003 ; 上杉, 1976), 層厚は 20 cm 程度である。本テフラは、多摩丘陵の八王子黒雲母軽石 (HBP) に対比され、また房総半島下総層群地蔵堂層中に見出され (町田ほか, 1974), その層準は MIS11 とされている。箱根火山外輪山を構成する火山角礫層中にも挟まっていることが報告されている (染野ほか, 1984 ; 箱根発生期団体研究グループ, 2018)。このテフラを大磯丘陵の水成層中に 2 か所確認した。1 つは、大磯丘陵西部の剣沢北部で、TE-5a がシルト層主体層中に挟まれており、このシルト層は分布としては連続していないものの前述の KR-28 を挟む G 層の続きとみられた。ただ、TE-5a の少し下位から薄い礫層がみられる。厚い礫層はこのテフラよりも少し上位から発達しはじめ、曾我山層と呼ばれる (府川・関東第四紀研究会,

1976)。もう 1 か所は、大磯丘陵南部、二宮町釜野の宅地造成現場で観察された。ここでは釜野層 (森・関東第四紀研究会, 1980, 1981) と呼ばれる海成のシルト主体層中に挟まれ、TE-5a, TE-5b のセットで観察された。このテフラの特徴から、森・関東第四紀研究会 (1980, 1981) が軒吉タフと呼んでいるものに相当すると考えられるが、これらの論文で示されている露頭が消滅しており、確認ができていない。TE-5a の特徴は直方輝石の屈折率が高いことや、火山ガラスの化学組成では、 TiO_2 や MgO が 0.1 % 以下と低く、 K_2O が 4 % 以上の高い値を示すことである。TE-5b は TE-5a に比べて火山ガラスの屈折率が高く、逆に直方輝石の屈折率が低く、両者は噴出源が異なると考えられている (町田・新井, 2003)。

H. 高山 Ng1 (Tky-Ng1)

上杉ほか (1985) は大磯丘陵西部、大井町山田付近の下庭ローム層 TII-58 の上部あたりに挟まれる黒雲母を含む細粒火山灰層を報告し、大阪地域の八田^{はんだ}火山灰層に酷似するとした。一方、水野・吉川 (1991) は、大磯丘陵南西部の田島 (丹沢川) に分布する丹沢川中部層と呼ばれる地層上部のシルト層中から報告されている細粒火山灰層、Tzm-125 テフラ (大磯団体研究グループ, 1988a) を、静岡市の有度丘陵に分布する Ng-1 火山灰層、大阪の八田・和田火山灰層などと対比した。その後、田村・鈴木 (2001) は飛騨の高山軽石層と対比した。広域テフラ名として高山 Ng1 テフラ (Tky-Ng1) と呼ばれ (町田・新井, 2003), その降灰年代は琵琶湖高島沖コアから 294 ka と見積もられている (長橋ほか, 2004)。

I. TCu-1 (Tm-2)

多摩ローム層の中部に挟まる、町田ほか (1974) の TCu-1, 上杉 (1976) の Tm-2 テフラは、大磯丘陵の広い範囲のローム層や水成層中に分布し (関東第四紀研究会, 1987), 非常によい鍵層になっている。その特徴は、まず層厚の厚い降下軽石層 (50 cm ~ 250 cm) であり、灰白色、淡桃色の軽石のほかに、特に青灰色の軽石が多量に含まれている層準がある。その上位には最大層厚 6 m 以上に及ぶ火砕流堆積物が重なることが多く、その中の軽石にも青灰色のものが含まれている。詳細な岩相は上杉ほか (2000) や笠間^{あけさわ} (2008) などに示されている。早田層^{あけさわ}, 明沢層, あるいは向窪層とよばれる水成層下部に挟まれている (府川・関東第四紀研究会, 1974, 1975 ; 菊地・関東第四紀研究会, 1977, 1978 ; 森ほか, 1977 ; 森・関東第四紀研究会, 1981 ; 森ほか, 1982 ; 大磯団体研究グループ, 1988a など)。いくつかの地点で、TCu-1 (Tm-2) と考えられるテフラの軽石を採取し、その火山ガラス、直方輝石の屈折率を測定して検証した。地点ごとの屈折率を第 2 表に示す。

第2表 大磯丘陵内のいくつかの地点における TCu-1(Tm-2) テフラの火山ガラス及び直方輝石の屈折率の比較。
カッコ内はモード値。*印の値は株式会社古澤地質による測定値。

Table 2 Correlation of the refractive indices of the glass shards and orthopyroxene crystals in the TCu-1(Tm-2) tephra from some localities in the Oiso Hills.

Figures in parentheses show the mode values.*data are measured by Furusawa Geological Survey Co., Ltd.

地点	テフラ名	ガラスの屈折率(n)	直方輝石の屈折率(γ)
菊川	TCu-1 降下軽石(上部)	1.511-1.518	1.706-1.722(1.716-1.722)
菊川	TCu-1 降下軽石(下部)	1.515-1.520*	1.711-1.725*
雑色	TCu-1 火砕流	1.511-1.514	
雑色	TCu-1 降下軽石	1.512-1.516	1.700-1.719, 1.731
藤沢	TCu-1 火砕流	1.513-1.518*	1.699-1.733(1.719-1.724)*
沼代北	TCu-1 二次	1.512-1.518	1.704-1.725(1.719-1.725)*
上町	TCu-1 二次	1.510-1.519	1.715-1.721
緑ヶ丘	TCu-1 二次	1.514-1.516, 1.520-1.522	1.718-1.721
虫窪	TCu-1 二次	1.513-1.519	1.702-1.722(1.713-1.715)*

火山ガラスの屈折率は $n=1.512-1.518$ 前後、直方輝石の屈折率は $\gamma=1.715 \sim 1.720$ あたりをモード値としていて、大きな差はなく、既存文献の対比に問題はないと考えられる。

J. 阿多島浜 (Ata-Th)

大磯丘陵西部の小田原市曾我大沢では、^{そうだ}早田層あるいは早田ローム層と呼ばれる礫層主体層とローム層が分布し、TCu-1 (Tm-2) の少し上位の層準に、ページュタフ I, II と呼ばれる火山灰層が挟まれている(森ほか, 1982)。鈴木・早津 (1991) は、ページュタフを広域テフラの阿多島浜テフラ (Ata-Th: 町田・新井, 2003) に対比した。ページュタフは2枚あり、そのどちらに当たるのか示されておらず、上杉ほか (2000) でもページュタフ I が阿多島浜テフラに当たる可能性が高いとしながらも確定されていない。筆者はこの地域で厚さ約 5 cm のガラス質火山灰層を確認し、Ata-Th に対比することで問題ないと判断したが、このテフラの上下に細粒火山灰層を確認できなかった。そこで、本稿ではページュタフという名称は用いず、阿多島浜テフラ (Ata-Th) とする。Ata-Th と考えられるガラス質火山灰層はほかに、大磯丘陵中央部の二宮町緑ヶ丘の宅地造成現場で、シルト主体層中にみられたほか、大磯丘陵北東部の平塚市上古沢で砂礫層を覆うローム層中にみられた。前者は厚さ 5 cm、後者は 45 cm 程度である。これらのテフラの火山ガラスの屈折率や主成分・微量成分化学組成値は Ata-Th の値に類似し、同じテフラと考えられる。琵琶湖高島沖コア中の Ata-Th の深度と堆積速度からその降灰年代は 238 ka と見積もられている(長橋ほか, 2004)。

K. 箱根東京軽石層 (Hk-TP)、箱根東京火砕流堆積物 (Hk-T fl.)

箱根火山起源の大規模な軽石流堆積物は TCu-1 以外にも数枚ある(町田ほか, 1974; 上杉, 1976)が、最も新期のものは箱根新期軽石流堆積物と呼ばれ、直下にある軽石層が関東ロームの東京軽石層にあたること町田・森山(1968)によって示された。町田・新井(2003)のテフラ表記に従い、下部の軽石層を箱根東京軽石層 (Hk-TP)、火砕流堆積物を箱根東京火砕流堆積物 (Hk-T p.fl.) と呼ぶことにする。以降、両者を合わせて単に TP と呼ぶ。その噴出年代は青木ほか (2008) によると、 66.0 ± 5.5 ka である。軽石層及び火砕流堆積物は、大磯丘陵及びその周辺に広く分布し(久野・箱根火山地質図再販委員会編, 1972; 関東第四紀研究会, 1987 など)、よい鍵層となっているため、本地質図でもその分布を示した。ただし、厳密には TP の下位や上位の火砕層やローム層を含んでいる。足柄平野周辺における TP の屈折率や火山ガラスの化学組成は佐藤ほか (2021a) に示されている。

3.2.2 地質図での水成層の区分

(1) 前川層

前川層は、ここでは菊地・関東第四紀研究会 (1979) の定義によるものとする。大磯丘陵に分布する第四系の最下部層準にあたり、大磯丘陵南西端の小田原市前川付近に分布する。海成のシルト主体層で、層厚は 90 m 以上に達する。地層は概して南に傾斜している。古地磁気は下部が正帯磁、上部が逆帯磁を示し、全体が松山逆磁極期に属し、下部の正帯磁のゾーンは, Jaramillo 正帯磁亜期に属すると考えられている (Koyama and Kitazato, 1989)。なお、前川層の古地磁気データの

うち偏角が新しい地層に比べてより東側を示しており、時計回りのブロック回転が生じたことが示唆されているが、この回転運動がどの程度の規模で起こっているのか、広域的なデータが十分ではなく、いくつかのモデルを示すにとどまっている (Koyama and Kitazato, 1989)。

(2) 羽根尾層及び相当層

羽根尾層 (菊地・関東第四紀研究会, 1979) は、前川層分布域東隣の小田原市羽根尾付近に分布する海成のシルト、砂層主体層で、150 m 以上の層厚を有する。前川層とは直接接していないために、両者の関係は不明であるが、羽根尾層は概して北に傾斜しており、前川層とは地質構造が異なる可能性がある。前述した火山灰層の対比から、前川より西側にも羽根尾層が分布していると考えられるが、ここでも前川層との関係は不明である。また、羽根尾層の古地磁気は正帯磁を示し、Brunhes 正磁極期と考えられている (Koyama and Kitazato, 1989) ことから、羽根尾層が上位になると考えられる。以下の地層は、羽根尾層相当層として地質図にまとめた。

中村川沿いの沖積低地を挟んで、羽根尾層分布の東側、二宮町山西地区には、山西下部層、山西上部層と呼ばれる海成シルト主体層が分布し (森・関東第四紀研究会, 1981)、概して北～北東へ傾斜している。分布の連続性から、羽根尾層とこれらの地層とは一連の堆積物である可能性があるが、前述したテフラの対比では、上総層群の柿ノ木台層に対比される羽根尾層の Hn-1,2 層準は、笠森層に対比される山西下部層よりも下位に当たる。さらに東方の大磯町中里～月京・虫窪にかけては二宮層群と呼ばれる、下位より海成砂～砂質シルト層主体の妙見層、砂質シルト層主体の下田下部層、シルト層主体でテフラ層を多数挟む下田上部層が概して北に傾斜するように分布している (森ほか, 1977; 春川ほか, 1977)。白オビと白オビモドキテフラの対比などに基づく、下田下部・上部層は山西下部層にほぼ対比されると考えられる。

不動川沿いの低地を挟んでさらに東の大磯町国府本郷～生沢いくさわ～寺坂～平塚市高根付近の丘陵にも、妙見層、下田下部・上部層が分布するとされる (森ほか, 1977)。生沢付近にはさらにこれらの地層を不整合に覆って生沢層と呼ばれる砂質または礫質層が分布するとされるが、筆者は十分にその実態を確認することができなかった。ただし、寺坂では不動川低地の北側の鷹取山層分布域に小規模な礫層の分布があり、この地層はどれに対比されるか不明であるが、比較的固結度が高かったため、とりあえず羽根尾層相当層とした。さらに、礫層の一部は後述するように段丘堆積物と判断したものがある。

(3) 釜野層及び相当層

大磯丘陵南部の二宮町中里付近には、層厚 60 m 程度の釜野層と呼ばれる海成シルト主体層が分布する (森・関東第四紀研究会, 1981)。本層は、川勾地区や中里地区で下位の山西下部層などを削り込んで分布し、不整合関係とみられる (春川ほか, 1977; 森・関東第四紀研究会, 1981)。本層上部には、前述したように TE-5 (TII-9) テフラが挟まっていることから、房総半島の地蔵堂層に対比される。類似した層準と考えられる地層は、大磯丘陵西部の田島や剣沢に点在する海成シルト主体層で、KR-28 に対比される火山灰層を挟んでいる。KR-28 が地蔵堂層最下部に挟まる J1 に対比されるとすると、これらの地層全体も地蔵堂層に対される可能性がある。また、剣沢では、KR-28 に対比される地層と TE-5 を挟む地層が連続していないが、分布が近接しており、TE-5 の少し上位から厚い礫層が発達することから、この礫層が発達する層準より下位の地層を一括して釜野層に対比する。

中井町鴨沢から雑色付近に分布する、町田ほか (1974) が鴨沢層と呼んでいる KR-28 の直上付近から始まり、TE-5 (TII-9) を含むローム層に覆われている砂礫層、大磯丘陵北西端、秦野市千村で川音川断層に沿った撓曲崖でみられる TII-9 (TE-5) を挟む礫層主体層 (上杉ほか, 1981b) などは釜野層相当層とする。中井町雑色付近に分布する雑色層 (府川・関東第四紀研究会, 1974, 上杉・遠藤, 1974, 関東第四紀研究会, 1987) と呼ばれる砂礫層は、町田ほか (1974) の鴨沢層層準を含む地層として扱われているが、町田ほか (1974) では 1 サイクル上位の地層とされている。筆者は明確な判断基準を有していないが、砂礫層からなる雑色層の下位に貝化石を含むシルト主体層 (関東第四紀研究会, 1987 が柄沢層としたものに相当する可能性がある) を確認したため、このシルト主体層を剣沢、田島などで観察される釜野層相当層の続きと判断し、雑色層はより新しい地層 (後述の曾我山層) として扱った。

(4) 曾我山層及び相当層

曾我山層は、大磯丘陵西部に広く分布し、最高標高点のある曾我山周辺や南部の前川北方などにみられる礫層主体層で (府川・関東第四紀研究会, 1976; 菊地・関東第四紀研究会, 1977, 1978, 1979 など)、小沢・大木 (1972) の国府津礫層及び曾我山砂礫泥岩互層、矢野 (1986) の国府津礫岩部層及び不動山礫岩部層に大まかには対応するが、高山付近の礫層はこれらよりも新しい時期のものである。既に述べたように、剣沢北 (曾我山) では、TE-5 を挟むシルト主体層から整合で礫層主体層へと上方移化し、この付近では下位の地層とは一連整合とみられるが、丹沢川から南の地域では下位層とは不整合である。礫層主体層は、北東部の雑色

付近へと続き、ここでは間にローム層を挟んで雑色層、下庭層、藤沢層と呼ばれる層準の砂礫層（府川・関東第四紀研究会，1974，上杉・遠藤，1974），同じ地層を指すとみられる町田ほか（1974）の雑色砂礫層，古怒田砂礫層，中井層を一括して曾我山層相当層とした。北部の大井町山田付近でも礫層とローム層の不規則な互層がみられる。北西部の曾我大沢地区では曾我山層の厚い礫層の上位に，早田ローム層と砂礫層の不規則な互層が重なる（森ほか，1982；千葉ほか，1983）。また，概して西部から東部へ向かって，シルト層，砂層と指交するようになり，特に丹沢川上流部では，曾我山層の上部は海成のシルト層が主体となり，前述のように Tky-Ngl に対比される火山灰層が挟まっている。さらに上位・東方へは明沢層と呼ばれる海成のシルト，砂主体層へと移り変わっている（府川・関東第四紀研究会，1976；菊地・関東第四紀研究会，1977，1978；大磯団体研究グループ，1988a など）。層厚は最大 300 m ほどに達する。

曾我山層の礫層は，中礫～大礫サイズの丹沢層群起源などの亜円礫が主体であるが，層準によっては最大径 1.5 m に達する玄武岩・安山岩を主体とする亜角～亜円礫層を挟むことがあり，特に浅間山周辺に発達し，浅間山巨礫層と呼ばれる（府川・関東第四紀研究会，1975；上杉ほか，1985）。これらの巨礫は大磯丘陵の西部にしか分布しないことを考えると，その起源はより西方に求められ，箱根火山起源の可能性が高い（上杉ほか，1985）。箱根火山東麓の外輪山を構成する溶岩類を覆って，最大径 5 m に達する玄武岩，安山岩類の亜角～亜円礫層が，南足柄市関本の西方や箱根町湯本付近に分布する（内田・今永，1988 など）。これらの礫層の年代は不明であるが，少なくとも箱根東京，箱根小原台火砕流堆積物（町田・新井，2003）に覆われている。このような箱根火山東麓部の扇状地が現在の大磯丘陵西部まで広がっていた可能性が高い。

大磯丘陵東部の鷹取山北麓には，Ata-Th テフラを含むローム層に覆われた砂礫層が分布しており（関東第四紀研究会，1987），曾我山層に対比した。

(5) 明沢層，土屋層下部及び相当層

大磯丘陵中央部の小田原市沼代付近から山西北部，中井町半分形付近にかけて明沢層およびその上位の土屋層下部のシルト，砂層主体層が分布し，最大層厚は 100 m 程度に達する（菊地・関東第四紀研究会，1977；関東第四紀研究会，1987；大磯団体研究グループ，1988a など）。明沢層下部には TCu-1 (Tm-2) テフラあるいはその二次堆積物が挟まれており，TCu-1 は沼代北方や上町^{かのまち}では礫層中に軽石主体の二次堆積物として，また丹沢川最上流部や緑ヶ丘では，シルト層中に挟まれている。その上位層準は一般にシルト主体層となり，

明沢付近ではさらに上位に数枚の薄い砂礫層が重なり，再びシルト主体層となる。この上部サイクルが土屋層とされており，土屋ローム層下部（町田ほか，1974 の TAm）に特徴的な発泡のよい軽石の二次堆積層が挟まれている（菊地・関東第四紀研究会，1977）。沼代西部や明沢北部などではさらに上位から土屋層層準の礫層が急激に発達するため，地質図ではこれらの礫層層準を別に区分した。

二宮町緑ヶ丘から大磯町虫窪付近にかけて，向窪層と呼ばれる地層（磯ほか，1976；春川ほか，1977；森ほか，1977）が分布するが，下部に TCu-1 (Tm-2) や Ata-Th を挟んでいることから，明沢層相当層である。二宮町百合が丘付近は宅地開発により露頭がほとんど露出していないが，関東第四紀研究会（1987）に従い，明沢層および土屋層下部相当層とした。これらの地層分布を見ると，百合が丘から緑ヶ丘周辺の丘陵には，曾我山層相当層が欠如している。この付近は全体的にシルト層など細粒相が主体となるため，曾我山層に相当する地層を釜野層あるいは明沢層と見誤っている可能性があるが，鍵テフラなどの欠如のため，よくわからない。

大磯丘陵北東部の平塚市早田，土屋から大磯町黒岩付近にかけては海成と考えられる砂層主体の早田層と，その上位の淘汰が良く細かな円礫層を主体とする七国峠層および，同層準ないし上位のローム層が分布するとされる（遠藤・上杉，1972；町田ほか，1974）。しかし，ゴルフ場や宅地造成などにより現在は断片的な露頭しか観察できない。これらの水成層は明沢層相当層とし，既存文献をもとに地質図を作成したが，正確ではない。一方，大磯町寺坂付近に分布する砂礫層は，向窪層及び土屋層に対比されている（森ほか，1977）。町田ほか（1974）は Tau 層（土屋層相当）としているが，ここではこれらの地層をまとめて，明沢層・土屋層下部相当層に含めた。ただ，その層相は，模式地の早田層や七国峠層に比べて粗く，河川成と考えられ，また軽石礫を多量に含んでいる。

(6) 土屋層中部・上部

関東第四紀研究会（1987）が定義する土屋層のうち，上述の明沢付近に分布する土屋層下部のシルト主体層以外は河川成の礫層が主体であり，その違いを強調するため，土屋層中部・上部で一つの地質区分とした。ただし，厳密には土屋層下部が含まれている可能性がある。

沼代西部では，土屋層下部のシルト主体層の上位にほとんど礫層だけからなる地層が堆積しており，TAu テフラ群のローム層に覆われている（町田ほか，1974）。その一つの TAU-2 (Tu-16) テフラは，下半部が暗褐色スコリア，上半部が灰白色軽石からなり（上杉，

1976), 特徴的である。この礫層は足柄平野側の小田原市曾我別所まで連続していて、釜野層相当層のシルト主体層を不整合に覆っている。礫層は中礫サイズ主体の円～亜円礫層からなり、層厚は最大 30 m に及ぶ。発泡のよい軽石礫を含む層準があり、西部では土屋層下部層準から礫層が発達している可能性がある。

大磯丘陵中央部の二宮町台山周辺や一色北部では、明沢層から土屋層下部と考えられるシルト、砂層主体層に重なって、中礫～大礫サイズの亜円礫（～亜角礫）層が発達し、概して上位及び北方に向かってローム層を挟むようになる。全体の層厚は 30 m 程度である。さらに上位には後述の吉沢層が重なる。大磯丘陵北西端の大井町金子付近の台地下部にも、この層準の礫層が分布すると考えられる（佐藤ほか, 2021a）。

(7) 吉沢層

吉沢層は、大磯丘陵東部に分布する主に海成層と考えられる砂、礫層などからなる地層に対して命名され（町田・森山, 1968）、主体部分は最終間氷期（MIS5e）の地層と考えられている（町田, 1973 など）が、海進直前の河川成の礫層なども含まれており、この層準は厳密には土屋層に相当する（上杉ほか, 1978）。大磯丘陵東部の平塚市高根、出縄から上吉沢、土屋付近にかけて海成の砂、シルト層などが分布し、上部には泥炭層がみられる（上杉ほか, 1978; 辻・南木, 1982 など）。また、さらに北方の平塚市岡崎付近では、伊勢原断層の調査に伴って、吉沢層の海成層が地下に伏在していることが示されている（今永ほか, 1982; 神奈川県, 1996）。さらに北の伊勢原市高森ではローム層に挟まれて、吉沢層の海成層と考えられるサンドパイプを含む泥層が報告されている（笠間・山下, 2005）。大磯丘陵南部の平塚市寺坂南方に分布する吉沢層は、海岸付近に堆積したと考えられる淘汰のよい中礫層からなる（森ほか, 1977 など）。大磯丘陵中部では、明沢周辺に吉沢層の分布が示されている（菊地・関東第四紀研究会, 1977）。明沢の西では、土屋ローム層上部を覆って軽石礫を含む砂礫層～シルト層がみられ、シルト層の中部から海水泥質干潟指標種の *Tryblionella granulata*、汽水生の *Thalassiosira lacustris*, *Diploneis pseudovalis* などの珪藻化石が検出された。シルト層上部では、*Cymbella* 属、*Aulacoseira* 属などの淡水湿地～湖沼環境を示す珪藻化石が産出し、海成層の上限標高は約 120 m と推定される。さらに北方に分布する本層は、淘汰のよい円礫層からなり、海岸付近に堆積した地層と考えられる。

河川成の吉沢層と推定される地層は、台山周辺や一色、土屋西方などに分布し礫層が主体である。さらに緑ヶ丘周辺や虫窪などにも分布し、砂層が多くなるが、これらの地層が海成層である証拠は得られなかった。また、厳密には、これらの層準の大部分は、海進期直

前の土屋層最上部と思われるが、確実な証拠を示せなかった。遠藤・上杉（1972）、町田（1973）、関東第四紀研究会（1987）ともに吉沢層としているため、地質図では、海成層を伴う吉沢層と非海成と考えられる吉沢層を区別して示した。このほか、非海成の吉沢層は、中井町藤沢付近や赤田、小田原市曾我大沢などに点在している（上杉ほか, 1978; 辻, 1980; 森ほか, 1982; 関東第四紀研究会, 1987）。さらに松田市街地北部に広がる丘陵地の下部にも、山崎・町田（1981）、山崎ほか（1982）によってカナン沢礫層と呼ばれている吉沢ローム層に覆われる地層が分布していて、吉沢層に対比される。なお、地質図では吉沢層の小規模な分布を際立たせるため、その上位に重なるローム層を省略している地域がある。

3.3 段丘堆積物及び完新統

吉沢層より新しい後期更新世の地層は、段丘堆積物として表現し、大きくは箱根東京火砕流堆積物・箱根東京軽石層（TP）堆積よりも古い時期と新しい時期の堆積物に 2 分し、中位段丘堆積物と低位段丘堆積物に区分した。段丘面の区分には、鈴木（1963）、菊原（1975）、小島・佐藤（1975）、貞方（1975）、内田ほか（1981）、古賀（1982）、太田ほか（1982a）、関東第四紀研究会（1987）、山崎（1994）、久保（1997）などを参考にした。また、中位段丘堆積物をさらに tm1 と tm2 に区分した。これは大まかには小原台面と三崎面に対応するものである（町田, 1973 など）。地質構造の項にて、重要な地域の段丘堆積物の説明を行う。なお、地質図では、段丘堆積物上に重なるローム層は段丘堆積物とあわせて示してある。

地すべり堆積物は、正確な形成時期が不明であるが、空中写真判読や地層の不連続などから推定されるものを示した。特に重要なものは以下の 3 地点のものである。①大磯丘陵西部の高山と沼代の間にみられるもので、流れ山らしい地形が滑落崖の東に 2 つみられる。この近傍だけに中位段丘面を構成する礫層が分布するが、地すべり後の二次流動によってできたものかもしれない。②大磯丘陵中部の中里付近にある地すべりと推定されるもので、東側のものは、吉沢層を構成する台地の上部がゆるやかに南へクリープ状に変形したもので、その西端に滑落崖がありそこから滑ったとみられる一見段丘面に見える平坦面を伴った別の地すべり塊が西側にある。礫層やローム層のブロックが散在していることから地すべり塊と判断した。③古い空中写真判読から推定されるもので、大磯丘陵東部、公所において、千葉・森（1983）により公所撓曲崖と呼ばれている東西走向、北落ちの構造に沿ってみられる。

大磯丘陵南海岸にそって、完新世に形成された海岸

段丘がみられる（米倉ほか，1968；遠藤ほか，1979；関東第四紀研究会，1987；宮内ほか，2003 など）。これらは大きくは3面あり，上位より中村原面，前川面，押切面と呼ばれる。遠藤ほか（1979），宮内ほか（2003）はさらに細分を行っている。これらの段丘面は足柄平野側には連続しないため，国府津－松田断層の活動と関連して形成されたと考えられている。中村原面を構成している地層の年代については，多くの報告があり（米倉ほか，1968；遠藤ほか，1979；熊木・市川，1981；松島，1982 など），その離水年代は鬼界－アカホヤテフラ降灰直後（約7,000年前）～約6,000年前とされている（松島，1982 など）。前川面及び押切面の形成時期は十分な資料にかけると，前川面は3,000～4,500年前（遠藤ほか，1979；宮内ほか，2003），押切面は約1,000年前（太田ほか，1982b；神奈川県，2003）と推定されている。

また，足柄平野には，御殿場泥流堆積物の作る段丘面が分布するが，詳細は佐藤ほか（2021a）で示されている。沖積層は，微地形分類に基づき，扇状地及び崖錐堆積物，自然堤防及び砂礫堆積物，谷底低地・氾濫原及び後背湿地堆積物，浜堤及び砂丘堆積物，現河川及び海岸堆積物に区分した。

3.4 箱根火山噴出物

箱根火山は伊豆半島北縁部に位置する活火山であり，火山全体の地史は，まずKuno（1938a，1938b，1950，1951）や久野・箱根火山地質図再版委員会編（1972）などによりまとめられた。その概要は古期外輪山および同時期の側火山，新期外輪山，箱根新期火砕流堆積物，中央火口丘の4時期にわけられる区分である。その後，町田・森山（1968），町田（1971），町田ほか（1974），上杉（1976），関東第四紀研究会（1987），箱根団体研究グループ（1992，2012），小林・小山（1996），小林（2008）などによる箱根火山起源のテフラ編年の研究，平田（1999），袴田ほか（2005）などによる溶岩の年代測定，深層ボーリングコアの解析（萬年，2014）などによって，箱根火山の形成年代が具体的に示されてきた。また，高橋ほか（2006），長井ほか（2006），長井・高橋（2007）などによって箱根火山噴出物の全岩化学組成が示され，それらをもとに，特に古期外輪山および同時期の側火山の区分は大きく変更され，日本地質学会国立公園地質リーフレット編集委員会（2007）や長井・高橋（2008）による火山活動史が示されている。それらに従うと，箱根火山噴出物は年代順に，箱根外輪山成層火山群形成期噴出物，箱根外輪山カルデラ形成期噴出物，箱根古期中央火口丘期噴出物，箱根東京火砕流を主体とする堆積物，箱根新期中央火口丘期噴出物に区分される。5万分の1地質編集図の範囲では，箱根外輪山成層火山

群形成期噴出物と箱根東京火砕流堆積物主体層が分布する。前者は，箱根火山東部～北部の外輪山を構成している玄武岩～玄武岩質安山岩溶岩，火山角礫岩，凝灰角礫岩などである。上述したように本層下部の火山灰質砂層～シルト層または凝灰角礫岩中にKR-16，KR-28，TE-5 テフラが挟まれている。柄沢ローム～藤沢ローム期に当たると考えられている。後者は，箱根東京火砕流堆積物と箱根東京軽石層（TP）以外に，その上下の火砕流堆積物，軽石層，ローム層などを含んでいる。それら以外に，山麓部にみられる礫層，崖錐堆積物などを，箱根火山古期山麓扇状地堆積物と箱根火山新期山麓扇状地堆積物・崖錐堆積物に区分したが，前者は5万分の1地質編集図の範囲内には分布していない。後者は箱根東京火砕流堆積物堆積期前後から完新世までの時期に箱根火山山麓部や斜面などに堆積した，斜面堆積物，土石流堆積物などの総称で，ローカルには中位・低位段丘に相当する段丘面を構成しているものもあり，軽石層，スコリア層を挟むこともある。

4. 地質構造

大磯丘陵の活構造は，その西端に位置する国府津－松田断層が特に注目されているが，北縁部には渋沢断層，東端部では公所断層が推定されている。また，丘陵内にも小規模な断層や背斜・向斜構造などが多数あり，大磯丘陵が全体として地殻変動の激しい地域であると捉えるべきである。さらに，箱根火山や富士火山などから飛んできたテフラを主とする厚いローム層が台地や丘陵を覆っているため，断層による変位地形が必ずしもシャープではないところがあるが，地形には明瞭に現れない小断層や地層の急傾斜帯は多くの地点で観察されている。そのため，小規模の断層を活断層として扱ってよいかどうかの判断が難しいものもある。また，新第三系あるいは中期更新世中頃までの地層を変位させているが，それ以降の活動については不明の断層もかなりある。本地質図では，ある程度の連続性が確認あるいは推定される断層のうち，後期更新世以降の活動が不明のものを単に断層あるいは推定断層とし，後期更新世以降の活動が明らかなもの，あるいは推定されるものを活断層あるいは推定活断層として示した。ただし，単に断層として表現したものが，今後活動しないことを保証するものではない。

4.1 国府津－松田断層とその近傍

国府津－松田断層は，足柄平野と大磯丘陵の境界に発達する北北西－南南東走向，陸域では長さ約10 kmの活断層で，山崎（1925），大塚（1929）に図示され，大塚（1930）によって国府津松田断層崖と呼ばれ

た。大磯丘陵内では、さらに 2～3 本の断層に分かれるところもある (Kaneko, 1971; 太田ほか, 1982a; Yamazaki, 1992; 宮内ほか, 2008, 2009 など)。また、南へは相模湾の海底活断層につながり (大河内, 1990; 岩渕ほか, 1991; 丸山, 2015 など)、海陸あわせると国府津－松田断層帯の長さは約 35 km 以上に及ぶとされている (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2015)。北西へは平山－松田北断層帯に属する松田北断層 (山崎・町田, 1981; 活断層研究会編, 1991) へ続く。

地形的な特徴や露頭で観察される国府津－松田断層による地層の変形などは以下のとおりである。

南端の国府津では、断層変位地形は明瞭ではない。しかし、丘陵西斜面に礫層が分布し、西側に傾き下がっている。この礫層は曾我山層と考えられ、丸山・齋藤 (2008) による崖基部でのボーリング調査でも、60° 程度傾斜した厚い砂礫層が確認されている。また、海岸近くでの断層通過予想位置から 80 m 程度東で行われたボーリングでは、現成の海浜成砂礫層の下位に厚い砂礫層が確認され、曾我山層と考えられている (宮内ほか, 2004) が、目立った地層の変形は見られないとされている。

大磯丘陵と相模湾に面する海岸の間には、完新世の海岸段丘が分布する。そのうち、中村原面、前川面は、国府津－松田断層崖基部のやや東から西へ撓曲状に変形している (熊木・市川, 1981; 太田ほか, 1982a など)。

新幹線が断層を横断する位置の少し南側の斜面基部で、トレンチ調査が行われた (水野ほか, 1996b; 山崎・水野, 1999)。そこでは完新世の斜面堆積物や黒色土壤層に小規模な地すべりや地割れが観察された程度で、明瞭な断層は見られなかった。小田原厚木道路北の丹沢川入り口では、曾我山層と考えられる砂礫主体層が西へ急傾斜し、一部では逆転し東へ 60° 傾いているところがある。

田島付近では、断層露頭は見られないが地形的には大磯丘陵西縁斜面の基部が直線状をなしており、剣沢まで断層が北北西－南南東方向に続くとみられる (Kaneko, 1971; 宮内ほか, 2009 など)。剣沢の少し南では土屋層の礫層とそれを覆う T_{Au}-2 (Tu-16) と考えられる軽石・スコリア層を下部に挟む土屋ローム層が最大 55° 程度西に傾斜する。この山麓部から約 500 m 西には、吉沢ローム層よりも新しいローム層 (立川ローム) が分布する小丘が点在し、その間には、小規模な扇状地が並んで西側へ広がっている。この西側の小丘の西端には断層が存在する可能性があるが、水野ほか (1996b) や神奈川県 (2004) による田島地区での群列ボーリング調査では、小丘の西端からわずかに西の低地内に始良 T_n 火山灰 (AT, 約 30 ka: 町田・新井, 2003) を挟むローム層などを切る小断層が見つかった程

度で、大規模な断層が存在するかどうかは不明である。

剣沢入り口付近では明沢層相当層とみられる地層が急傾斜し、一部逆転しているところがみられ (上杉ほか, 1982; 大磯団体研究グループ, 1986)、さらに沢の奥では、剣沢層または足柄層群に対比される礫層や火砕岩との境界あるいは地層中に多数の断層が確認されている (上杉ほか, 1982: 剣沢断層群)。地形的に明瞭な断層は、沢の入り口付近を通過し、ここから東西走向で 1 km ほど西まで低断層崖が続く (Kaneko, 1971)。剣沢入り口の西側でトレンチ調査が実施された (水野ほか, 1996b; 山崎・水野, 1999) が、ここでは扇状地礫層とそれを覆うローム層を変位させる逆断層と、AT を挟むローム層中の多数の地すべり面が観察された。この断層と平行に約 100 m 北にも谷の屈曲を伴うリニアメントがある (太田ほか, 1982a; 宮内ほか, 2009) が、この方向の断層や地層の変形露頭は観察できなかった。なお、二つの断層に挟まれた小丘上でのボーリングコアには、軽石層を変位させる小断層がみられる (佐藤ほか, 2021a)。

上述の東西方向の断層の南には、低位段丘堆積物に属する礫層とそれを覆うローム層あるいは扇状地堆積物からなる台地状の高まりがあり、その南西端は地形的に明瞭な東西走向から北西部で北西－南東走向を示す低断層崖を形成している (Kaneko, 1971; 太田ほか, 1982a; 宮内ほか, 2009)。曾我原地区で実施された神奈川県 (2003, 2004) によるトレンチ調査では、完新世の有機質シルト層などを挟む砂層・礫層を変位させる数本の断層が観察された。約 4,000 年前以降 4 回の活動が読み取られ、最新活動時期は AD1100 年～AD1350 年とされている (神奈川県, 2004)。丸山・齋藤 (2008) によるトレンチ調査では、13 世紀ころ以降の地すべりが観察されている。また、ボーリング調査では、箱根東京火砕流堆積物の断層を挟んでの高度差が最大 36.5 m になることなどが示されている (丸山・齋藤, 2008)。

上曾我から上大井にかけては、大磯丘陵と足柄平野との境界は N30～40°W 方向に直線的に伸びており、国府津－松田断層がこの位置を通過すると考えられる。上曾我の丘陵基部で実施されたトレンチ調査では、箱根東京火砕流堆積物とその下位の軽石層 (TP) が急傾斜、一部は逆転し、またそれらを覆う崖錐成の地層や土壤層中には、小規模な地すべりや亀裂がみられた (水野ほか, 1996b; 山崎・水野, 1999)。上曾我における平野側でのボーリング調査では、TP の下限標高が -87 m と足柄平野内で最も低い位置を示し (水野ほか, 1996a; 山崎・水野, 1999)、この付近での国府津－松田断層による TP の上下変位量は 150 m 程度に達すると考えられる (山崎・水野, 1999)。

大井町上大井から大磯丘陵北西端の大井町松田町境界にかけては、大磯丘陵西縁での断層変位地形はそれほど明瞭でないが、金子では北北西－南南東走向の断層崖が明瞭で、斜面の途中に、台地を構成する中位段丘礫層やその下位の吉沢ロームと思われる軽石層を挟むローム層が急傾斜～直立している露頭が散在していた。一方、基部でのトレンチ調査（水野・山崎，1997）では、完新世のローム層・土壌層中に小規模な地すべり跡が観察されたが、明瞭な断層は確認できなかった。

大井町山田付近では、足柄平野との境界にある断層とほぼ平行にさらに2本の断層が存在し（太田ほか，1982a；宮内ほか，2008，2009），西側の断層との間が細長い高まり，その東側が地溝状の低地となっている。地溝内の下山田地区で行われたボーリング調査（山崎ほか，1982）では，薄い沖積層の下位に30 m以上のローム層が認められている。東側の断層上では，上山田地区にてトレンチ調査が実施され（水野ほか，1996b，1996c），ATを挟むローム層を切る小規模な逆断層群が観察されたが，完新世の活動時期についての情報は得られていない。下山田地区で観察された露頭では，幅20 mほどにわたり吉沢ロームよりは新しいと考えられるスコリア主体のローム層が急傾斜するゾーンがあり，小規模な開口割れ目や，低位段丘堆積物とみられる礫層が挟みこまれているところが観察された。この断層はさらに断続的に南東方向に上曽我付近まで大磯丘陵内に続くと考えられ，箱根東京火砕流堆積物や，早田層・早田ローム層，曾我山層などを変位させる断層が報告されている（森ほか，1882；千葉ほか，1983）。

足柄平野内にある千代台地は山崎ほか（1982）によるボーリング調査によって箱根東京火砕流堆積物がつくる面であることが確認された。この西縁部に活断層が通るのではないかと推定された（Kaneko，1971；太田ほか，1982a など）が，反射法探査やボーリングなどの結果では，確実に断層がある証拠は得られていない（山崎・水野，1999；神奈川県，2004；横倉ほか，2021）。また，足柄平野内の鴨宮地区500 mボーリング調査によると，沖積層の下位には，基底深度まで砂礫層が続いており，大磯丘陵に分布する曾我山層ないしはそれ以降の地層に相当すると考えられている（山崎ほか，1982）。大磯丘陵における曾我山層の分布高度を考慮すると，国府津－松田断層による曾我山層の上下変位量は少なくとも500 mに及ぶと推定される。また，足柄平野内と大磯丘陵内南部にみられる沖積段丘堆積物のほぼ同環境で堆積したと考えられる鬼界－アカホヤ火山灰（K-Ah，約7.3ka：町田・新井，2003）の高度差は約22 mで，これが国府津－松田断層によるK-Ah降灰以降の累積変位量とされる（松島，1982）。

足柄平野から国府津－松田断層を横断する反射法探

査断面（神奈川県，2002；佐藤ほか，2011，2012）によると，足柄平野地下には，深度1.5 km～2.0 km付近までほぼ平行な反射面がみられるが，それらがどの地層にあたるのかは不明である。

4.2 曾我山周辺

曾我山の北北西－南南東方向の尾根をほぼ背斜軸として，西部では曾我山層が概して西に傾斜している（千葉ほか，1983）。一方不動山東の砂利採取場付近では，曾我山層は30°～50°程度の傾斜で東に傾く（町田，1973；菊地・関東第四紀研究会，1977）。古怒田集落の北には，柄沢層，曾我山層（雑色層，下庭層）及びその層準のローム層を変位させる相対的に北ないし東側が沈降する逆断層（柄沢南断層及び古怒田北断層）あるいは撓曲帯が存在し，50 m程度の上下変位が生じている（上杉ほか，1985）。この北側の沈降地帯内の赤田地区には，局所的に吉沢層の小規模な分布が認められる（関東第四紀研究会，1987）。また，その北東の柄沢から震生湖付近にかけては，柄沢北断層（上杉ほか，1985；活断層研究会編，1991）と呼ばれる北東－南西走向のリニアメントが認められ，震生湖近くで箱根東京火砕流堆積物を撓曲変形させている（関東第四紀研究会，1987）。

4.3 沼代～半分形付近

大磯丘陵南西部の高山付近では，土屋層中・上部層準の礫層主体層が分布し（関東第四紀研究会，1987 など），西部の国府津－松田断層沿いでは西傾斜，東の沼代では緩やかな東傾斜を示し，その間にほぼ南北方向の背斜軸がある。この付近では釜野層相当層の上にこれらの礫層が載っていて，曾我山層は侵食されてしまったと思われる。沼代から明沢では，この礫層の下位の明沢層およびそれと整合に重なる土屋層下部の傾斜は緩やかで，両集落の中間付近に小規模な南北方向を軸とする向斜構造が存在する。明沢集落の北側には，吉沢層の小規模な分布があり，既に述べたように珪藻化石から一部は海成層と考えられ，海成層の上限標高は約120 mである。さらにその北でも標高115 m～120 m付近に吉沢層があり，淘汰の良い円礫層からなり，当時の海岸付近に当たると思われる。吉沢層の分布は，背斜軸を超えて足柄平野側にまでは及んでいない。

4.4 松田北断層，松田山麓断層

松田北断層（活断層研究会編，1991）は，松田町付近で足柄平野とその北の丘陵との境界に存在する西北西－東南東走向，長さ4 km程度の活断層である。南東側にある国府津－松田断層からほぼ連続するが，川音川付近で方向を西へ変える。屈曲する位置には，北北

東—南南西走向の川音川断層（上杉ほか，1981a）が存在する。また松田北断層の西側は，丸山断層（林ほか，2007；小田原ほか，2011），日向断層（徐，1995）に連続すると推定される。

松田町北部の丘陵には，基盤の足柄層群を不整合に覆って，後期更新世以降の礫層とローム層が厚く分布しており，吉沢ロームに対比されるカナン沢ローム層を挟んで下位のカナン沢礫層と上位の松田礫層に区別されている（山崎・町田，1981；山崎ほか，1982；Yamazaki，1992）。地質図ではカナン沢礫層を吉沢層相当層とした。また，松田礫層を中位段丘 1 と中位段丘 2 堆積物に区分したが，両層は扇状地あるいは崖錐成の地層で，部分的にローム層を挟みながら断続的に重なっている。また箱根東京火砕流堆積物を挟み，最上部にはさらに新しい時期の礫層も重なっていると考えられるため，両層の識別は正確ではない。

松田北断層の断層崖付近にはほとんど露頭がないが，松田庶子では斜面の工事中に，北東—南西走向で南東へ急傾斜する吉沢ロームと推定されるローム層やそれらを切る西北西—東南東走向や東北東—西南西走向で北へ 80° 程度傾斜した逆断層面が観察された。丘陵内では，北西—南東方向を軸とする背斜・向斜構造や同方向の断層がみられる（山崎・町田，1981；山崎ほか，1982）。松田町市街地の地下では深度 30 m ～ 40 m 付近に火砕流堆積物が分布していて（太田ほか，1982a），これが箱根東京火砕流堆積物となると，松田北断層を挟んでその北側の丘陵地での箱根東京火砕流堆積物（平田，1992 など）との標高差は 70 m ～ 80 m 程度に及ぶと推定される。

丘陵と北側の松田山との境界には松田山麓断層が存在すると推定されている（山崎・町田，1981；Yamazaki，1992）。特に松田庶子北部では明瞭であり，新堀沢と呼ばれる谷壁では，幅 3 m 以上にわたって軽石層を数枚挟む吉沢ローム層が東西走向でほぼ直立し，その上位の礫層とローム層の互層も 50° 以上の南傾斜を示している。この断層は西方や東方では不明瞭であるが，空中写真判読では東へリニアメントが雁行状に分布するように見える。

松田山麓断層のすぐ北には，足柄層群と松田山層を境する断層が存在するとされる。神縄断層は，丹沢層群と足柄層群を境する概して東西方向に延びる断層で，松田山の北に続くとされていた（松島・今永 1968；佐藤，1976；天野ほか，1986 など）。角田（1997）は松田山南の松田山層と足柄層群を境する断層が神縄断層に続くと推定している。しかし，この断層の実態や東方への連続性については，筆者は十分な調査を行っておらず，不明な点が多い。

4.5 川音川断層

川音川断層は，大磯丘陵と丹沢山地の境界に位置する川音川に沿って，北北東—南南西走向，長さ 3 km ほどの断層であり，左横ずれ成分を伴うとされる（上杉ほか，1981a）。松田町茶屋の川音川西岸域の露頭では，雑色ローム層及びそれを覆う礫層（曾我山層相当層）などが，松田山層の礫岩層と断層で接し，断層条線は横ずれ成分が卓越する（上杉ほか，1981a）。また，秦野市千村の川音川支流四十八瀬川東岸域では，TE-5（Til-9）などを挟む砂礫層（地質図では釜野層相当層）とそれらを不整合で覆う早田ローム層が撓曲変形を受けている（上杉ほか，1981b）。川音川より東には松田山層と篠窪層との境界に川音川断層とほぼ同方向の断層が推定される（太田ほか，1982a）が，その実態については不明な点が多い。

4.6 渋沢断層とその周辺

渋沢断層は，国府津—松田断層と並んで古くから注目されており，山崎（1925），大塚（1929）に図示され，大塚（1930）で渋沢断層崖と呼ばれた。大磯丘陵北部と秦野盆地の境界に位置し，ほぼ東西走向で南側隆起，7 km ほどの長さを有する。主断層崖あるいは撓曲崖とその北側に雁行状に数本の撓曲崖がみられ（Kaneko，1971；宮内ほか，2008 など），その間には，小規模な背斜状の高まりが数か所みられる。秦野市千村や栃窪では，多摩ローム層下部あるいは中部層準のローム層などを変位させる逆断層露頭が観察されている（上杉ほか，1982）。さらに東の小原や震生湖北方では，最大比高 80 m ほどに及ぶ撓曲崖がみられる。渋沢断層は，地震調査研究推進本部地震調査委員会（2015）では，国府津—松田断層の副断層として扱われ，国府津—松田断層帯に含められている。

4.7 秦野断層とその周辺

秦野断層（本図幅外：第 1 図）は，秦野市街地の北に東北東—西南西方向に 4 km 程度続く活断層で（宮内ほか，2008），古くから断層変位地形や断層露頭の報告がある（藤本，1928；花井，1934；Kaneko，1971；内田ほか，1981；長瀬ほか，1982 など）。断層露頭は金目川と葛葉川の合流点近傍である落合地区にみられ，内田ほか（1981）によると吉沢ローム層や御岳第 1 テフラ（町田・新井，2003），箱根東京火砕流堆積物などを挟む複数の時期の礫層が断層変形あるいは撓曲変形している。長瀬ほか（1982）はボーリング資料を基に箱根東京火砕流堆積物の上下変位量を 72 m と見積もっている。中位及び低位の段丘面は，撓曲変形をしていて，宮内ほか（2008）は撓曲崖が南西の秦野市鈴張町付近まで連続するように図示しているが，筆者は空中写真

判読から、3つの雁行する撓曲に分かれると判断した。その最も南西側にあたる撓曲帯が地質図で示されている。秦野盆地の中央部で掘削されたボーリング試料の解析によると、掘削深度下限の300 mまでローム層を挟む礫層が観察されている（遠藤ほか，2019）。

4.8 伊勢原断層とその周辺

伊勢原断層は、伊勢原市街地が位置する丘陵地の西端から北へ南北ないし北北西－南南東走向に丹沢山地中に延びる断層であり、推定部分を含んで活断層とされる長さは、東郷ほか（1996a）では13 km程度と図示されている。花井（1934）、金子（1972）、東郷ほか（1996a）などにより断層位置図が示されている。断層露頭がほとんど見つからないため、本断層に対しては多くのボーリング調査（今永ほか，1982；松田ほか，1988；神奈川県，1996；高田ほか，2003）やトレンチ調査・反射法探査（神奈川県，1996）が実施されている。

伊勢原断層は、伊勢原市街地周辺からその南では、市街地がのる起伏にとんだ台地とその西側の沖積低地あるいは扇状地成の低位段丘面が形成する低い台地との境界を通過する西落ちの断層と推定されるが、境界の段丘崖には凹凸があり、大部分は侵食崖で、その少し西を通過すると考えられる。また、低位段丘あるいは基盤岩の小丘状の高まりや自然堤防と思われる高まりが点在していて、主断層がその東側を通過するのか、西側を通過するのかわからない。丘陵南部の大根川沿いで行われた反射法探査（木下ほか，2021）によると、伊勢原断層と考えられる西側が低下した断層構造がみられる。

松田ほか（1988）のボーリング調査や神奈川県（1996）によるトレンチ調査結果から、断層の最新活動時期は5世紀以降18世紀初頭以前となる可能性が高いとされている（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004）。伊勢原市宮下地区でのボーリング調査では、断層は東に約40°傾斜した逆断層と推定され、また富士吉岡テフラ（町田，新井，2003；F-YP）の最大標高差27 mから上下方向の変位速度は0.4 m/千年程度とされている（高田ほか，2003）。一方断層南部のボーリング調査では、上下方向の平均変位速度は0.2～0.25 m/千年程度である（今永ほか，1982；松田ほか，1988；神奈川県，1996）。なお、今永ほか（1982）、神奈川県（1996）によると秦野市鶴巻地区付近でのボーリングで吉沢層海成層の上面高度は約-32 m～-34 mと、周辺に比べて異常に低くなっている。伊勢原台地上の岡崎地区ではその標高は-2 mであり（今永ほか，1982）、さらに北方約5 kmの伊勢原市高森では上限標高+24 m付近にサンドパイプが多数みられる吉沢層がある（笠間・山下，2005）。大磯丘陵北東部での海成吉沢層標高が+15 m～

40 m（町田，1973，2001；長崎，1975）であるので、これらのボーリング地点付近が最も高度が低く、またこの西側に東落ち断層が存在する可能性がある。南西側の東海大学の位置する台地の西縁には、北北東－南南西走向の直線的な崖があり、段丘崖とするには直線的であり、断層崖の可能性が考えられる。ただし、このリニアメントのすぐ北では、より古い地形面に有意な段差が全く見られないため、ここでは断層の可能性を指摘するにとどめる。

4.9 公所断層，下吉沢断層とその周辺

大磯丘陵の東端、平塚市公所^{ぐそ}付近には南北走向東落ちの公所断層が推定されている（貝塚ほか，1977；東郷ほか，1996a，1996b）。しかし丘陵基部にはこれまで地層の変形は観察されておらず、さらに東の沖積面下に伏在している可能性がある。千葉（1982）、千葉・森（1983）は、公所断層と平行な南北方向で丘陵内に分布する西落ちの正断層群からなる根坂間断層とさらに西側に東落ちの正断層群からなる日向岡断層を記載し、吉沢ローム層などを変位させていることを示した。また、その北側に東西走向北落ちの公所撓曲崖を示している。古い空中写真の判読結果では、上述の断層群は明瞭ではないが、大磯丘陵北東部の吉沢ローム分布地域に主として北北東－南南西方向の幅の狭い地溝状のリニアメントが複数認められる（水野，2016）。それらのうち、千須谷付近に分布するリニアメントを活断層の可能性があると地質図に示した。また、山入地区では吉沢ローム層が分布する台地を開析した幅50 m程度の北東－南西走向に延びた谷が数本観察され、これらの谷は地溝状の小断層に規制されて形成された可能性がある。このように、前述した伊勢原断層と東海大学西端部の間から大磯丘陵東端の根坂間にかけての台地は、地溝状の小断層が何本も存在する特異な地域と考えられる。一本の断層ではなく、数本の短い断層に枝分かれしている、あるいは基盤岩の層理面を利用した変位量の小さな層面すべりかもしれない。

平塚市下吉沢地域の鷹取山東縁部は北北西－南南東方向の東落ちリニアメントが明瞭であり、下吉沢断層と呼ばれる（水野，2016）。大塚（1929）やKaneko（1971）に図示されており、吉沢ロームよりは新しいと思われる軽石層を挟むローム層などが直立している露頭が報告されている（水野，2016）。明瞭な断層崖地形は1 km程度であり、その北端から500 mほど西の沢に同走向の断層が確認されていて、雁行状に北西へ延びる可能性があるが、変位地形は明瞭ではなく、延長部は確認できない。

4.10 小向断層及びその南側の丘陵

小向断層（貝塚ほか，1977）は、大磯丘陵南部の高麗山～千畳敷の丘陵北斜面に急崖を形成するほぼ東西方向に延びる北落ちの断層～撓曲帯で、長さは 4 km 程度である。大塚（1929）に最初に図示され、町田・森山（1968）、Kaneko（1971）、町田ほか（1974）、関東第四紀研究会（1987）、水野（2016）などで触れられている。高麗山の北側では吉沢層は標高 40 m ～ 60 m 付近に分布するが、断層変位を受け、町田（1973，2001）は南側の千畳敷（湘南平）の標高約 158 m の面を同時期の波食台として、100 m 近い変位量を推定している。長崎（1975）も千畳敷の標高 150 m を吉沢面としている。しかし、千畳敷に海成層は確認されておらず、明確な証拠を欠くため、地質図ではローム層のみの分布を示した。大磯駅北の標高 110 m 付近に海浜成と考えられる淘汰の良い円礫層が分布し（水野，2016）、この地層を覆うローム層が見つからないものの、吉沢層またはやや新しい中位段丘堆積物に相当する可能性がある。地質図では吉沢層として図示した。小向断層の西の延長は、出縄南では二宮層群（地質図では羽根尾層相当層）の急傾斜部がみられ（水野，2016）、さらに西の大磯町寺坂南にみられる、軽石礫を多量に含む礫層が最大 18° 北北西へ傾斜している撓曲構造（町田・森山，1968；水野，2016 など）へとつながると考えられる（関東第四紀研究会，1987 の生沢撓曲崖）。この礫層は町田ほか（1974）では Tau（土屋層中・上部）とし、森ほか（1977）は向窪層（明沢層相当）とし、さらに上位に土屋層が重なるとしている。地質図では明沢層・土屋層下部相当層として表現したが、森ほか（1977）が土屋層としている地層がどれを指しているのかは明らかにできなかった。一方、この付近の丘陵頂部標高 80 m ～ 85 m には、海浜成と考えられる淘汰の良い円礫層が分布し、その上に KIP-13 から上位の吉沢ロームが重なっていることから、町田（1973，2001）、長崎（1975）、星野（1975）、森ほか（1977）ともにこの礫層を吉沢層としている。この段丘面と千畳敷との標高差は 70 m 以上あり、千畳敷が同じ段丘面とすると、両者の間にも断層などの構造が存在しなければならない。Kaneko（1971）、町田（1973）、関東第四紀研究会（1987）はこの間に北北東～南南西または北東～南西走向の断層（千畳敷西断層：活断層研究会編，1991）を引いている。千畳敷から尾根沿いに南西へ下った西小磯の住宅地東の標高 105 m 付近に、扁平礫を含む中礫サイズの薄い円礫層がある。ここが確認できた最も高所の礫層分布地であるが、ここと千畳敷の間に断層を確認することはできなかった。地質図では、標高 105 m 付近の礫層を吉沢層として表現した。

上述の断層とは別に、高麗山～千畳敷の南の丘陵内

に、概して東北東～西南西走向のいくつかの断層あるいはリニアメントが存在する（Kaneko，1971；東郷ほか，1996a；水野，2016）。これらが活断層かどうかについては十分な証拠が得られなかった。また、高麗山の南側に分布する完新世の段丘は、花水川を境にそれより東では分布しなくなる。花水川付近に東側が沈降するセンスの活断層が存在する可能性があるが、花水川を横断する反射法探査では、活断層の存在を示す明瞭な構造は示されていない（木下ほか，2021）。

大磯町西小磯～馬場北部の丘陵地には、上述した吉沢層よりも少し低い位置に 2 段の段丘面がある。一つは厚さ 15 m 以上のローム層に覆われていて、地層本体はほとんど観察することができないが、斜面に円磨度の高い中礫が点在していて、礫層が存在することは間違いない。もう一つも淘汰のよい中礫サイズの円礫層で、重なるローム層は薄いが TP と思われる軽石層が挟まっている。どちらも海浜成の礫層と思われるが、低位のものはより内陸側に分布し、また概して南に緩く高度を下けているので、河川成の可能性もある。しかし吉沢層が分布している丘陵頂部付近に東西方向の背斜軸があり、緩く南へ傾動している可能性も考えられる。

4.11 七国峠～鷹取山から二宮町南部地区

大磯丘陵東部の七国峠から鷹取山にかけての東西方向の高まりは、同時に七国峠層分布の背斜軸に当たる（Kaneko，1971）。明沢層にあたる早田層と七国峠層は、ともに土屋付近から南の尾根に向かって分布高度が高くなり（遠藤・上杉，1972；町田，1973）、七国峠層と考えられる淘汰の良い円礫層は鷹取山の北で標高約 180 m を示す。海成の吉沢層も、土屋では標高 40 m ～ 60 m である（一部は早田層の可能性もある）が、その南で標高 80 m を超え、さらに標高 110 m ～ 120 m に達すると推定されている（遠藤・上杉，1972；町田，1973；星野，1975）。ただし、標高 100 m を超える位置での吉沢層が海成層かどうかは明らかではない。少なくともその西方の二宮町井ノ口から台山付近には、河川成の土屋層の礫層が分布し、その上位にローム層を挟んで吉沢層の河川相とみられる礫層主体層が重なるがその標高は土屋の南と大差ない。吉沢層は七国峠～鷹取山の尾根を乗り越えてはいないようであるが、その北西側から土屋にむかって堆積域が繋がっていたのか、南側の緑ヶ丘～虫窪から南で当時の海岸に出るのか、海岸線がもっと北にあったのかによって、古地理や地殻変動のイメージは大きく変わってくる。

七国峠南の緑ヶ丘団地北部では、七国峠層と思われる淘汰の良い礫層は、吉沢層に覆われて分布し、標高 90 m 付近にみられ、明らかに高度が南へ下がってい

る。一方、虫窪では、吉沢層が直立している断層露頭が報告されており、南側が約 25 m 落ちている（磯ほか、1976；森ほか、1977）。この断層は、鷹取山断層と呼ばれ（活断層研究会編、1991）、ほぼ東西方向に延び、低断層崖と考えられる地形が鷹取山のすぐ南まで 2 km ほど続く。この断層の南西側では、羽根尾層相当層の二宮層群が緩く北に傾動しながら厚く分布しているが、七国峠－鷹取山の背斜軸より北には分布が確認できないことから、鷹取山断層によって二宮層群の分布が規制されている可能性がある（地質図の E-F 断面参照）。

さらに虫窪集落の東側では、吉沢層とは異なる、中位段丘礫層と判断したほとんどローム層を載せていない中礫サイズの円礫層が分布し、小田原厚木道路に向かって緩く南にさがっている（水野、2016）。この段丘面の傾斜は初生的なものか変形なのかは不明である。生沢～寺坂集落の北側の丘陵基部は、比較的直線的になっていて、断層が通過している可能性があるが、この付近には礫岩層主体の鷹取山層が分布し、薄い砂岩、シルト岩を挟み、また概して南に急傾斜しているので、その組織地形が現れている可能性もある。しかし不動川を挟んで南東側の丘陵地には二宮層群が標高の低い位置から分布しているのに対し、西側の丘陵ではほぼ同じ層準とみられている地層が鷹取山層を被ってより標高の高い位置に分布していることから、不動川の低地に沿って北西側が隆起する断層を推定した。佐藤ほか（2011, 2012）は、湘南海岸に沿った反射法探査断面の速度構造などの解析の結果から、この推定断層の南の延長と海岸が交わる付近に、西側が相対的に隆起した逆断層を推定している。ただし、位置の精度が悪いため、この推定断層を示しているかどうかは不明である。また、海岸のすぐ沖合での音波探査では、断層とみられる構造は確認されていない（丸山、2015）。

生沢から寺坂南にかけては、沖積面からの比高 10 m ～ 30 m 付近に中礫サイズを主とし大礫を含む亜円～円礫主体層があり、砂質シルト層を挟むことがある。これらの地層を段丘堆積物と判断した（水野、2016）が、具体的に年代を示す資料は得られていない。ここでは中位段丘 2 堆積物としておくと、森ほか（1977）が生沢層あるいは土屋層としているものの一部に相当するかもしれない。生沢付近の低地は生沢構造谷と呼ばれる（関東第四紀研究会、1987）が、これらは、南側丘陵内にある小向断層の延長の撓曲による北落ちの構造（生沢撓曲崖）と、北側の鷹取山断層、さらに南の推定断層による南落ちの構造に挟まれて相対的に低くなっているためと考えられる。

二宮町市街地の北東に位置する丘陵地内、富士見が丘東の標高 90 m 付近に 2 か所、段丘面が分布している。星野（1975）によると、河成段丘で、箱根安針テフラ（町

田・新井、2003；AP）または富士岡テフラ層準で離水しているとされ、本地質図で中位段丘 2 とした三崎面（町田、1973）にほぼ相当する。この面は、森ほか（1977）では吉沢面に対比している。また、北のほうが標高が低くなっている（星野、1975）。虫窪付近に分布する吉沢面とこれらの段丘面の標高分布は、ほぼ連続しているようにも見える。一方、二宮町市街地西の吾妻山では、最も高い位置で標高約 120 m に淘汰のよい海浜成とみられる中礫サイズの円礫層が堆積していて、箱根安針テフラ以降のローム層が覆っているとされ、三崎面に対比されている（町田、1973；春川ほか、1977）。また、この地点の北東にあたる大応禪寺南に分布する標高 60 m ～ 65 m の段丘面は少し古い箱根小原台テフラ（OP：町田・新井、2003）前後に離水したとされる（春川ほか、1977）。これらの段丘面分布をみると、西の吾妻山地区が異常に高く、この面が本当に三崎面か疑問が生じる。礫層上に重なるローム中に、2 枚の風化した軽石層を確認した。その直方輝石の屈折率はどちらのテフラも $\gamma=1.708-1.711$ であり、これらの値からは、箱根安針テフラ及び箱根三浦テフラ（MP：町田・新井、2003）としてもおかしくないが、ここでは、吉沢ロームの軽石層にも対比されうること指摘するととどめる。

5. まとめ

大磯丘陵及びその周辺地域の第四紀堆積物と活構造の表現を中心とした 5 万分の 1 地質図を作成した。その特徴は以下のようにまとめられる。

(1) 新第三紀の堆積岩・火山岩類は、主に丹沢山地から大磯丘陵北部、大磯丘陵西部の国府津－松田断層沿い、大磯丘陵中・東部の鷹取山周辺と大磯丘陵南東部の高麗山～千畳敷周辺に分布する。そのうち前期中新世末期～中期中新世に堆積したものは丹沢山地を中心とした範囲に分布する丹沢層群と高麗山～千畳敷付近に分布する高麗山層群である。その他は後期中新世から鮮新世に堆積したと考えられ、北西側から松田山層、篠窪層、剣沢層、谷戸層、鷹取山層、大磯層に区分されるが、その正確な層序関係は明らかではない。本地質図北西端には、下部更新統の足柄層群が分布する。丹沢層群と松田山層、篠窪層とは断層で接するとされ、それらは西方で丹沢層群と下部更新統足柄層群を境する神縄断層の延長とされていた。しかし、松田山層が足柄層群より古い地層で、その境界が断層であるとすると最近の知見に基づく、この境界が神縄断層の延長部と考えることも可能となり、神縄断層の延長部はさらには国府津－松田断層に続く可能性もある。

(2) 大磯丘陵に分布する前期更新世後期～後期更新世前半の地層を、下位より前川層、羽根尾層、釜野層、

曾我山層、明沢層及び土屋層下部、土屋層中部～上部、吉沢層及びそれらの相当層に区分した。これらのうち、前川層、羽根尾層及びその相当層は大磯丘陵南部の海岸沿いに分布し、約 100 ～ 45 万年前に堆積した主として海成の地層からなる。釜野層、曾我山層、明沢層・土屋層下部、土屋層中・上部、吉沢層及びその相当層は、多摩ローム層～吉沢ローム層下部の層準に相当し、約 45 ～ 12 万年前に堆積した。一部ではローム層と指交関係にあり、また、一部は海成層で主に高海面期にあたる。概して西部では礫層が卓越し、その層準は曾我山層から上位であり、大磯丘陵の西に位置する足柄平野の地下には、500 m 以上に及ぶ砂礫層主体層が埋積されている。曾我山層の中には、箱根火山外輪山から供給されたと推定される玄武岩・安山岩の巨礫が含まれている。

(3) 後期更新世以降の吉沢層を除く地層は、主に段丘堆積物と沖積層であり、段丘堆積物は箱根東京軽石層及び箱根東京火砕流堆積物（約 6.6 万年前）を基準にそれより古い中位段丘 1,2 堆積物と新しい低位段丘堆積物に区分した。大磯丘陵南東部に分布する中位段丘 1,2 堆積物は海岸近辺に堆積したと推定される淘汰の良い円礫層からなる。大磯丘陵の南縁には大きく 3 段の完新世海成段丘面が分布し、国府津－松田断層の活動に関連して形成されたと推定されている。足柄平野の中には、約 2,500 年前の御殿場泥流堆積物がつくる段丘面～微高地がみられる。

(4) 足柄平野の西には、箱根火山の外輪山東斜面が広がり、玄武岩～安山岩質の溶岩や火山角礫層から構成されている。その下部には、釜野層や多摩ローム層下部に挟まる数枚のガラス質火山灰層が挟まれている。山麓部には箱根東京火砕流堆積物を主体とした火砕物が分布する。

(5) 大磯丘陵西縁と足柄平野の境界には北北西－南南東方向の国府津－松田断層があり、北部では 3 本に分かれている。各地で中部更新統からそれより新しい地層の急傾斜帯や断層露頭がみられる。曾我山層の上下変位量は 500 m 以上に及ぶ。断層の少し東寄りの位置に中部更新統以降の地層の背斜軸が位置する。国府津－松田断層は北では西方に延びる松田北断層へとつながる。その境界の川音川にそって北北東－南南西方向の川音川断層があり、さらに大磯丘陵の北縁には東西方向、北落ちの渋沢断層があり、秦野盆地と接している。大磯丘陵の東端部には、北側から続く伊勢原断層の末端部が位置し、その南延長は不明であるが、大磯丘陵内に下吉沢断層やその他の短い南北方向の断層がいくつか観察され、さらに相模川流域の低地との境界付近に公所断層が推定される。大磯丘陵南東端の高麗山～千畳敷丘陵北縁には東西方向北落ちの小向断層、その西延長には中部更新統の撓曲帯がみられる。その北

西側の鷹取山を中心とする丘陵との間の低地には、北西側が隆起した断層が推定される。また鷹取山付近には東西方向の背斜軸があり、その南では吉沢層を変位させる南落ちの鷹取山断層がある。

(6) MIS5e の堆積物である吉沢層の海成層上面ないし海岸付近に堆積したと考えられる淘汰の良い円礫層の高度分布をみると、従来最も標高の高いとされた千畳敷には地層を確認することができず、むしろその南や西の標高 110 m ～ 105 m 付近に円礫層の分布が確認され、この地層を吉沢層とした。その北の寺阪南では海成吉沢層の上限分布高度は 85 m ～ 80 m、小向断層を挟んでその北から上吉沢～土屋では 60 m ～ 40 m、片岡付近では 15 m と概して北～北東へ高度を下げていき、伊勢原断層の下盤側に当たる鶴巻付近で最も低い -34 m となっている。大磯丘陵中部の明沢では標高 120 m の吉沢層中に海成～汽水生の珪藻化石を見出した。大磯丘陵南部の吾妻山では、MIS5a と推定される海岸付近に堆積した円礫層の分布標高が 120 m を示しているが、その周囲の同時代の地層の高度に比べて、有意に高いため、この地層も吉沢層に当たる可能性がある。

謝辞：大磯丘陵の地質資料の多くは、1985 年から 1993 年にかけての山崎晴雄博士、下川浩一氏、杉山雄一氏との共同調査結果に基づいている。町田 洋博士、中里裕臣博士からはテフラ露頭とテフラ対比についてご教示をいただいた。宇都宮正志博士と納谷友規博士には、新第三系のサンプルから石灰質ナンノ化石や珪藻化石が産出するか、確認していただくとともに生層序についてご教示いただいた。また、大井信三博士には銚子地域の Kh8b テフラをご提供いただいた。これらの方々に深く感謝申し上げる。

文 献 (*印は参考にした文献)

- 天野一男・高橋治之・立川孝志・横山健治・横田千秋・菊池 純 (1986) 足柄層群の地質－伊豆微小大陸の衝突テクトニクス。北村 信教授記念地質学論文集, 7-29.
- 天野一男・横山健治・立川孝志 (1984) 箱根古期外輪山を切る平山断層。地質学雑誌, 90, 849-852.
- 青池 寛 (1999) 伊豆衝突帯の構造発達。神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), no.9, 113-151.
- 青池 寛・門田真人・末包鉄郎・相川弘二・松島義章・川手新一・山下浩之・梅沢俊一・今永 勇 (1997) 丹沢山地ならびに周辺域の地質。丹沢大山自然環境総合調査報告, 神奈川県, 24-63.
- 青木かおり・入野智久・大場忠道 (2008) 鹿島沖海底コア MD01-2421 の後期更新世テフラ層序。第四紀

- 研究, **47**, 391–407.
- 新井房夫・町田 洋・杉原重夫 (1977) 南関東における後期更新世の示標テフラ層—特性記載とそれに関連する諸問題—, **第四紀研究**, **16**, 19–40.
- * 荒井良祐・伊藤谷生 (1997) 更新統足柄層群におけるテクトニックな孔隙率減少, **地質学雑誌**, **103**, 357–367.
- 有馬 眞・青池 寛・川手新一 (1999) 丹沢山地の構造発達史, **神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学)**, no. 9, 57–77.
- * 足柄団体研究グループ (1983) 足柄地域の火山性堆積盆地—足柄地域の新第三系・第四系の研究 (1) —, **地球科学**, **37**, 194–204.
- 足柄団体研究グループ (1986) 足柄層群の層序と地質構造—足柄地域の新第三系・第四系の研究 (2) —, **地球科学**, **40**, 47–63.
- 千葉達朗 (1982) 根坂間活断層露頭について, **神奈川自然誌資料**, **3**, 23–28.
- 千葉達朗 (1986) 大磯丘陵, **日本の地質「関東地方」編集委員会編, 日本の地質 3, 「関東の地質」**, 共立出版, 91–94.
- 千葉達朗・森 慎一 (1983) 大磯丘陵東縁の活断層—根坂間活断層露頭について (その 2) —, **平塚市博物館研究報告「自然と文化」**, no. 6, 31–62.
- 千葉達朗・米澤 宏・関東第四紀研究会 (1983) 国府津—松田断層地域の第四系 (その 2) —大磯丘陵西部団研 1982 年度の成果—, **関東の四紀**, no. 10, 3–14.
- 遠藤邦彦・上杉 陽 (1972) 大磯・横浜地域の古期テフラについて, **第四紀研究**, **11**, 15–28.
- 遠藤邦彦・関本勝久・辻 誠一郎 (1979) 大磯丘陵西南部, 中村川下流域の完新世の層序と古環境, **日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要**, **14**, 9–30.
- 遠藤邦彦・上杉 陽・鈴木正章・宮原智哉・須貝俊彦・石綿しげ子・堀 伸三郎・杉中佑輔・大里重人・谷 芳生 (2019) 神奈川県秦野盆地で採取されたオールコアボーリング試料のテフラ層序とその意義, **日本第四紀学会講演要旨集**, no. 49, 21.
- 藤本治義 (1928) 秦野盆地付近の地形と地質, **東京高師博物学雑誌**, no. 36, 26–29.
- 府川宗雄・関東第四紀研究会 (1974) 大磯丘陵団研第 1 年目の成果について—大磯丘陵中央部の地質層序—, **関東の四紀** no. 1, 2–8.
- 府川宗雄・関東第四紀研究会 (1975) 大磯丘陵西部地域の第四系地質層序ならびに地質構造—1974 年度団研の成果—, **関東の四紀**, no. 2, 2–8.
- 府川宗雄・関東第四紀研究会 (1976) 大磯丘陵西部地域団体研究, 1975 年度の成果について, **関東の四紀**, no. 3, 2–8.
- 古澤 明 (2017) レーザーアブレーション ICP 質量分析装置を用いた火山ガラスの分析による十和田カルデラ起源大不動テフラと八戸テフラの識別, **地質学雑誌**, **123**, 765–776.
- * 袴田和夫・今永 勇・生命の星地球博物館岩石ボランティアグループ (2001) 国府津—松田断層に接する小田原市上曾我竺土寺に見出された露頭, **神奈川自然誌資料**, **22**, 81–83.
- 袴田和夫・杉山茂夫・今永 勇・萬年一剛・大木靖衛 (2005) 箱根火山の K-Ar 年代, **火山**, **50**, 285–299.
- 箱根団体研究グループ (1992) 箱根火山南東麓の地質 (その 1) —真鶴半島周辺のテフラと溶岩—, **関東の四紀**, no. 17, 35–43.
- 箱根団体研究グループ (2012) 箱根火山南東麓の地質 (その 5), **関東の四紀**, no. 32, 3–13.
- 箱根発生期団体研究グループ (2018) 箱根火山北麓の初期火山性噴出物にみられる傾斜水成層, **地球科学**, **72**, 117–123.
- 花井重次 (1934) 丹沢山地東南山麓の地形に就て (第一報), **大塚地理学会論文集**, **4**, 1–20.
- 春川光男・磯 望・上杉 陽・森 慎一・長崎 正 (1977) いわゆる二宮層の区分と対比について (第二報)—二宮町南西部を中心として—, **関東の四紀**, no. 4, 18–32.
- * 林 広樹・為広 遼 (2017) 神奈川県山北町平山における日向断層の新露頭, **活断層研究**, **46**, 1–4.
- 林 広樹・伊藤谷生・上杉 陽・笠原敬司・関口涉次・高橋雅紀・津久井雅志・松本拓己・山水史生・柳沢幸夫 (2007) 伊豆衝突帯北東部における大深度陸上掘削の成果, **月刊地球**, 号外, No. 57, 140–147.
- * 平田大二・田口公則・山下浩之 (2002) 2001 年台風 15 号の影響により露出した西小磯海岸の大磯層, **神奈川自然誌資料**, **23**, 63–64.
- 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**, no. 11, 1–10.
- 平田由紀子 (1999) 箱根火山の発達史, **神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学)**, no. 9, 153–178.
- 本間睦美・上杉 陽・中井 均・染野 誠 (1985) 二宮層群妙見層の古地磁気, **関東の四紀**, no. 11, 17–22.
- 星野良久子 (1975) 大磯丘陵東半部の吉沢面とその傾動, **関東の四紀**, no. 2, 28–32.
- Huchon, P. and Kitazato, H. (1984) Collision of the Izu block

- with central Japan during the Quaternary and geological evolution of the Ashigara area. *Tectonophysics*, **110**, 201–210.
- 茨木雅子 (1978) “西小磯層”・“大磯層”の浮遊性有孔虫について. 静岡大学地球科学研究報告, **3**, 1–8.
- 今泉俊文・石山達也・宮内崇裕・東郷正美・鈴木毅彦・佐藤比呂志・戸田 茂・田力正好 (2011) 断層活動履歴や平均変位速度の解明のための調査観測, 神縄・国府津―松田断層帯の変動地形と活動様式・活動性の解明. 神縄・国府津―松田断層帯における重点的な調査観測 平成 22 年度成果報告書, 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所, 108–126.
- * 今永 勇 (1976) 箱根火山北麓地蔵堂の地質. 神奈川県立博物館研究報告, **9**, 77–84.
- * 今永 勇 (1977) 足柄山地矢倉岳北方畑沢の地質. 神奈川県立博物館研究報告, **10**, 37–42.
- 今永 勇 (1986) 足柄層群の層序と構造. 月刊地球, **8**, 637–641.
- Imanaga, I. (1999) Stratigraphy and tectonics of the Ashigara Group in the Izu collision zone, central Japan. *Bull. Kanagawa Prefect. Mus. (Nat.Sci.)*, **28**, 73–106.
- * 今永 勇 (1999) 足柄層群の構造. 神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), no. 9, 41–56.
- 今永 勇・杉山茂夫 (1994) 大磯丘陵の篠窪火砕岩について. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), no. 23, 87–90.
- * 今永 勇・山下浩之 (1999) 足柄・丹沢・大磯・三浦半島に分布する新生代火成活動の K-Ar 年代. 神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), no. 9, 179–188.
- 今永 勇・松島義章・平田大二 (1982) 相模川西岸地域の地質地殻変動. 神奈川県試験研究連絡協議会環境部会共同研究報告書, no. 5, 25–36.
- 石橋克彦 (1988) “神奈川県西部地震”と地震予知 I, II. 科学, **58**, 537–547, 771–780.
- 石橋克彦 (1993) 小田原付近に発生した歴史地震とその地学的意義. 地学雑誌, **102**, 341–353.
- Ishibashi, K. (2004) Seismotectonic modeling of the repeating M7-class disastrous Qdawara earthquake in the Izu collision zone, central Japan. *Earth, Planets, Space*, **56**, 843–858.
- 石黒 進 (1974) 大磯丘陵東南部の地質. 神奈川県温泉研究所報告, **5**, 141–148.
- 石浜佐栄子・山下浩之・平田大二・小田原 啓・檀原 徹・岩野英樹・林 広樹・井崎雄介 (2012) 大磯丘陵に分布する新第三系の微化石年代とフィッション・トラック年代. 神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), no. 14, 137–144.
- 磯 望・春川光男・森 慎一・長崎 正・上杉 陽 (1976) 大磯丘陵東部の第四系 (その 1) ―大磯町西部を中心として―. 関東の四紀, no. 3, 9–17.
- Ito M. (1985) The Ashigara Group: A regressive submarine fan-fan delta sequence in a Quaternary collision boundary, north of Izu Peninsula, central Honshu, Japan. *Sedimentary Geology*, **45**, 261–292.
- Ito M. (1986) Neogene depositional history in Oiso Hill : Dvelopment of Okinoyama Bank chain on landward slope of Sagami Trough, central Honshu, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **92**, 47–64.
- *Ito, M. and Masuda, F. (1986) Evolution of clastic piles in an arc-arc collision zone: Late Cenozoic depositional history around the Tanzawa mountains, central Honshu, Japan. *Sedimentary Geology*, **49**, 223–259.
- *Ito, T., Uesugi, Y., Yonezawa, H., Kano, K., Someno, M., Chiba, T. and Kimura, T. (1987) Analytical method for evaluating superficial fault displacements in volcanic air fall deposits: Case of the Hirayama fault, south of Tanzawa mountains, central Japan, since 21,500 years B.P. *Jour. Geophy. Res.* **92**, B10, 10,683–10,695.
- 岩渕 洋・加藤幸弘・浜本文隆・近藤 忠・進林一彦 (1991) 相模湾におけるマルチ・チャンネル反射法音波探査. 海洋調査技術, **3**, (2) 39–51.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) 伊勢原断層の長期評価について. https://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/35_isehara.pdf. (閲覧日: 2020 年 12 月 1 日)
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2015) 塩沢断層帯・平山―松田北断層帯・国府津―松田断層帯 (神縄・国府津―松田断層帯) の長期評価 (第二版). 55p. https://www.jishin.go.jp/main/chousa/15apr_chi_kanto/ka_13.pdf. (閲覧日: 2020 年 12 月 1 日)
- 貝塚爽平・松田時彦・町田 洋・松田磐余・菊地隆男・丸田英明・山崎晴雄・村田明美 (1977) 首都圏の活構造. 「東京直下型地震に関する調査研究 (その 4) ―活断層および地震活動状況等に関する考察―」. 東京都防災会議, 165–220.
- 亀尾浩司・三田 勲・藤岡導明 (2002) 房総半島に分布する安房層群天津層 (中部中新統～下部鮮新統) の石灰質ナンノ化石層序. 地質学雑誌, **108**, 813–828.
- 神奈川県 (1996) 平成 7 年度地震調査研究交付金 伊勢原断層に関する調査成果報告書. 219p.
- * 神奈川県 (1999) 平成 10 年度地震関係基礎調査交付金事業 秦野断層・渋沢断層に関する調査 成果報

- 告書. 89p.
- 神奈川県 (2002) 平成 13 年度地震関係基礎調査交付金事業 神奈川県活断層 (神縄・国府津ー松田断層帯) 調査事業成果報告書. 127p.
- 神奈川県 (2003) 平成 14 年度地震関係基礎調査交付金 神奈川県活断層調査事業神縄・国府津ー松田断層帯に関する調査成果報告書. 78p.
- 神奈川県 (2004) 平成 15 年度地震関係基礎調査交付金 神縄・国府津ー松田断層帯に関する成果報告書. 76p.
- Kaneko, S. (1970) Deformation of Hakone Volcano, southwest of Tokyo, Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, **76**, 247–257.
- Kaneko, S. (1971) Neotectonics of Oiso Hills and contiguous districts in south Kanto, Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, **77**, 345–358.
- 金子史朗 (1972) 地形図説 2. 古今書院, 229p.
- 蟹江康光・平田大二・今永 勇 (1999) 大磯丘陵と相模湾, 沖ノ山堆列の地質と微化石年代. 神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), no. 9, 95–110.
- * 狩野謙一・上杉 陽・伊藤谷生・千葉達朗・米澤 宏・染野 誠 (1984) 丹沢南部・大磯丘陵周辺における中期更新世以降の断層活動. 第四紀研究, **23**, 137–143.
- * 狩野謙一・染野 誠・上杉 陽・伊藤谷生 (1988) 足柄地域北西部における中期更新世以降の断層活動. 静岡大学地球科学研究報告, **14**, 57–83.
- 関東第四紀研究会 (1987) 大磯丘陵の層序と構造. 関東の四紀, no. 13, 3–46, および 2 万 5 千分の 1 暫定地質図「大磯丘陵」.
- 笠間友博 (2008) 中井町で出現した水成層に覆われる TCu-1 テフラの露頭. 神奈川自然誌資料, **29**, 7–10.
- 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**, 1–5.
- * 笠間友博・山下浩之 (2008) 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**, 1–8.
- 活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層ー分布図と資料ー. 東京大学出版会, 437p.
- Kazaoka, O., Suganuma, Y., Okada, M., Kameo, K., Head, M.J., Yoshida, T., Sugaya, M., Kameyama, S., Ogitsu, I., Nirei, H., Aida, N. and Kumai, H. (2015) Stratigraphy of the Kazusa Goup, Boso Peninsula: An expanded and highly-resolved marine sedimentary record from the Lower and Middle Pleistocene of central Japan. *Quaternary International*, **383**, 116–135.
- 菊地隆男・関東第四紀研究会 (1977) 大磯丘陵曾我山南部の第四系ー大磯丘陵西部団研 1976 年度の成果ー. 関東の四紀, no. 4, 2–17.
- 菊地隆男・関東第四紀研究会 (1978) 大磯丘陵曾我山南部の第四系 (その 1) ー大磯丘陵西部団研 1977 年度の成果ー. 関東の四紀, no. 5, 2–9.
- 菊地隆男・関東第四紀研究会 (1979) 大磯丘陵曾我山南部の第四系 (その 2) ー大磯丘陵西部団研 1978 年度の成果ー. 関東の四紀, no. 6, 2–11.
- 菊原和子 (1975) 国府津・松田断層地域についての二・三の知見. 関東の四紀, no. 2, 38–43.
- * 木村正昭・藤岡換太郎 (1981) 神奈川県大磯丘陵で発見された枕状溶岩. 地質学雑誌, **87**, 837–840.
- 木下佐和子・伊藤 忍・山口和雄・横倉隆伸 (2021) 反射法地震探査による相模平野南西部の浅部地下構造. 海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-7, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- 小林 淳 (2008) 箱根火山中央火口丘群の噴火史とカルデラ内の地形発達史ー噴火活動と密接な関連を有する地形ー. 神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), **13**, 43–60.
- 小林 淳・小山真人 (1996) 箱根火山西麓ー南麓地域のテフラ層序と火山噴火史. 地学雑誌, **105**, 431–447.
- 古賀まどか (1982) 秦野盆地西縁・四十八瀬川流域の河成段丘. 関東の四紀, no. 9, 49–58.
- * 小出良幸・山下浩之・平田大二・菅井美里・中村裕子・前田 信・小嶋 結 (2002) 神奈川県大磯丘陵に産する火山岩の岩石学的特徴. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), no. 31, 9–18.
- 小島伸夫 (1954) 大磯地塊の地質について. 地質学雑誌, **60**, 445–454.
- 小島泰江・佐藤優子 (1975) 秦野盆地形成における活断層の意義. 関東の四紀, **2**, 33–37.
- * 国土地理院 (2006) 1:25,000 土地条件図「小田原」.
- * 小山真人 (1986) 伊豆半島の地史と足柄・大磯地域の更新世. 月刊地球, **8**, 743–752.
- 小山真人 (1995) 西相模湾断裂の再検討と相模湾北西部の地震テクトニクス. 地学雑誌, **104**, 45–68.
- * 小山真人・天野一男 (1985) 神奈川県西部, 足柄層群の古地磁気 (2). 第 77 回日本地球電磁気学会講演会後援予稿集, 216.
- Koyama, M. and Kitazato, H., 1989, Paleomagnetic evidence for Pleistocene Clockwise rotation in the Oiso Hills: A possible record of interaction between the Philippine Sea Plate and northeast Japan. *In Deep Structure and Past Kinematics of Accreted Terranes, Geophys. Mono-*

- gr., **50**, American Geophysical Union, 249–265
- * 小山真人・北里 洋・矢野 亨 (1986) 古地磁気から見た大磯丘陵の構造運動. 月刊地球, **8**, 620–625.
- 久保純子 (1997) 相模川下流平野の埋没段丘からみた酸素同位体ステージ 5a 以降の海水準変化と地形発達. 第四紀研究, **36**, 147–163.
- 熊木洋太・市川清次 (1981) 大磯丘陵南苑部の中村原面・前川面の変位について. 国土地理院時報, **55**, 24–28.
- Kuno, H. (1938a) Geologic map of Hakone Volcano and adjacent areas.
- Kuno, H. (1938b) Geologic map of the eastern part of Hakone Volcano.
- Kuno, H. (1950) Geology of Hakone volcano and adjacent areas, *Part I. Jour. Fac. Sci. Univ., Tokyo, Ser. II*, **7**, 257–279.
- Kuno, H. (1951) Geology of Hakone volcano and adjacent areas, *Part II. Jour. Fac. Sci. Univ., Tokyo, Ser. II*, **7**, 351–402.
- 久野 久 原著・箱根火山地質図再版委員会編 (1972) 箱根火山地質図及び説明書. 大久保書店, 52p.
- 町田 洋 (1971) 南関東のテフラクロノロジー—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 (1973) 南関東における第四紀中・後期の編年と海成地形面の変動. 地学雑誌, **82**, 1–24.
- 町田 洋 (2001) 小田原図幅, 横須賀・三崎図幅, 平塚図幅, 藤沢図幅. 小池一之・町田 洋編, 「日本の海成段丘アトラス」, 東京大学出版会.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 東京大学出版会, 336p.
- 町田 洋・新井房夫・村田明美・袴田和夫 (1974) 南関東における第四紀中期のテフラの対比とそれに基づく編年. 地学雑誌, **83**, 302–338.
- 町田 洋・新井房夫・杉原重夫 (1980) 南関東と近畿の中部更新統の対比と編年—テフラによる一つの試み—. 第四紀研究, **19**, 233–261.
- 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. 地理学評論, **41**, 241–257.
- * 萬年一剛 (2008) 箱根カルデラ—地質構造・成因・現在の火山活動における役割—. 神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), **13**, 61–76.
- 萬年一剛 (2014) 箱根火山群, 強羅付近の後カルデラ地質発達史. 地質学雑誌, **120**, 117–136.
- 萬年一剛・堀内誠示・田口公則・山下浩之・平田大二・川手新一・蛭子貞二・谷口英嗣 (2003) 箱根地域・早川凝灰角礫岩から得られた微化石年代とその意義. 地質学雑誌, **109**, 661–664.
- * 萬年一剛・小林 淳・山下浩之 (2005) 神奈川県山北町・浅間山の隆起開始年代—伊豆弧北東端のアクティブテクトニクスの対するひとつの制約. 地質学雑誌, **111**, 111–114.
- 丸山 正 (2015) 相模湾北西部沿岸海域における高分解能音波探査. 活断層・古地震研究報告, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, No. 15, 179–209.
- 丸山 正・齋藤 勝 (2008) 神奈川県西部, 国府津—松田断層の活動性調査. 活断層・古地震研究報告, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, No. 8, 133–162.
- 松田時彦 (1985) 大磯型地震について. 月刊地球, **7**, 472–477.
- 松田時彦 (1993) 相模湾北西部地域の地震テクトニクス. 地学雑誌, **102**, 354–364.
- 松田時彦・由井将雄・松島義章・今永 勇・平田大二・東郷正美・鹿島 薫・松原彰子・中井信之・中村俊夫・松岡数充 (1988) 伊勢原断層 (神奈川県) の試錐による地下調査—過去約 7000 年間の堆積環境と元慶 2 年地震の変位—. 東京大学地震研究所集報, **63**, 145–182.
- Matsumaru, K. (1973) Miocene larger foraminiferal zonation in Japan. *The Memoirs of the Geological Society of Japan*, no. 8, 85–93.
- 松島義章 (1982) 足柄層群中部・上部層の貝化石群集について. 国立科学博物館専報, **15**, 53–62.
- * 松島義章・秋本国夫 (1978) 藤沢市北方の下末吉層相当層産出の貝化石について. 地学研究, **29**, 313–326.
- 松島義章・今永 勇 (1968) 神縄逆断層について. 神奈川県立博物館研究報告, **1**, 65–73.
- * 松島義章・小泉明裕 (1993) 足柄層群塩沢層下部 (前期更新統の後期) からシカ類肢骨片と, メタセコイア属・オオバラモミ球果化石の産出. 神奈川自然誌資料, **14**, 7–10.
- Mikami, K. (1961) Geological and petrological studies on the Tanzawa Mountainland, Part 1. *Sci. Repts. Yokohama Nat. Univ., sec. II*, **8**, 57–110.
- 宮内崇裕・伊藤谷生・佐藤比呂志 (2003) 掘削調査による国府津松田断層の活動履歴復元と断層形状の解明. 大都市大震災軽減化特別プロジェクト I, 地震動 (強い揺れ) の予測「大都市圏地殻構造調査研究」平成 14 年度報告書, 文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所・京都大学防災研究所・独立行政法人防災科学技術研究所, 250–255.
- 宮内崇裕・小島 淳・大野 恵・上杉 陽・佐藤比呂

- 志 (2004) 中深度ボーリング調査に基づく国府津松田断層の完新世地震性地殻変動. 大都市大震災軽減化特別プロジェクト I, 地震動 (強い揺れ) の予測「大都市圏地殻構造調査研究」平成 15 年度報告書, 文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所・京都大学防災研究所・独立行政法人防災科学技術研究所, 380-389.
- 宮内崇裕・池田安隆・今泉俊文・佐藤比呂志・東郷正美 (2008) 1/25,000 都市圏活断層図「秦野」第 2 版. 国土地理院技術資料 D・1-No.502.
- 宮内崇裕・池田安隆・今泉俊文・佐藤比呂志・東郷正美 (2009) 1:25,000 都市圏活断層図「小田原」第 2 版. 国土地理院技術資料 D・1-No.524.
- 水野清秀 (2016) 大磯丘陵東部に分布する第四紀堆積物の地質構造調査 (予報). 平成 27 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 地質調査総合センター速報 No. 71, 153-160, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 水野清秀・吉川清志 (1991) 中期更新世テフラ, Ng-1 火山灰の広域性の検討. 第四紀研究, **30**, 435-438.
- 水野清秀・納谷友規 (2011) 広域テフラ対比と海成層層準の認定に基づく関東平野中央部のボーリングコアの対比. 平成 22 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 地質調査総合センター速報, no. 56, 121-132, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 水野清秀・山崎晴雄 (1997) 国府津-松田断層のトレンチ掘削調査 (補備調査). 地質調査研究資料集, No.303 (平成 8 年度活断層研究調査概要報告書), 125-128.
- 水野清秀・下川浩一・山崎晴雄・杉山雄一 (1993) 伊豆北縁部プレート境界付近に分布する古期第四系の層序と対比. 日本第四紀学会講演要旨集, no. 23, 76-77.
- 水野清秀・山崎晴雄・下川浩一・佐竹健治・井村隆介・吉岡敏和 (1996a) 平成 7 年度活断層調査研究報告 No.28, 国府津-松田断層のボーリング, 物理探査等による総合地質調査. 地質調査研究資料集, No. 252.
- 水野清秀・山崎晴雄・下川浩一・佐竹健治・井村隆介 (1996b) 平成 7 年度活断層調査研究報告 No. 29, 国府津-松田断層のトレンチ掘削による活動履歴調査. 地質調査研究資料集, No. 253.
- 水野清秀・山崎晴雄・下川浩一・佐竹健治・井村隆介・吉岡敏和 (1996c) 国府津-松田断層の活動履歴及び活動性調査. 地質調査研究資料集 No. 259 (平成 7 年度活断層研究調査概要報告書), 81-88.
- 森 慎一・長崎 正・上杉 陽・春川光男・磯 望 (1977) 大磯丘陵東南部の第四系. 神奈川地学, **6**, (4), 38-50.
- 森 慎一・関東第四紀研究会 (1980) 大磯丘陵中南部の第四系 (その 1) - 大磯丘陵西部団研 1979 年度の成果 - . 関東の四紀, no. 7, 1-10.
- 森 慎一・関東第四紀研究会 (1981) 大磯丘陵中南部の第四系 (その 2) - 大磯丘陵西部団研 1980 年度の成果 - . 関東の四紀, no. 8, 1-8.
- 森 慎一・米澤 宏・関東第四紀研究会 (1982) 国府津-松田断層地域の第四系 (その 1) - 大磯丘陵西部団研 1981 年度の成果と課題 - . 関東の四紀, no. 9, 1-9.
- 森 慎一・山下浩之・有馬 眞・藤岡換太郎 (2012) 丹沢-大磯地域に分布する火山岩類の K-Ar 年代と南部フォッサマグナ地域における鮮新世火山フロントの西方移動. 岩石鉱物科学, **41**, 67-86.
- 長橋良隆・吉川周作・宮川ちひろ・内山 高・井内美郎 (2004) 近畿地方および八ヶ岳山麓における過去 43 万年間の広域テフラの層序と編年. 第四紀研究, **43**, 15-35.
- 長井雅史・高橋正樹 (2007) 箱根火山外輪山噴出物の全岩主化学組成. 日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要, **42**, 71-95.
- 長井雅史・高橋正樹 (2008) 箱根火山の地質と形成史. 神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), **13**, 25-42.
- 長井雅史・高橋正樹・箱根団体研究グループ (2006) 箱根火山南東麓の地質 (その 4) - 溶岩類の全岩化学組成と層序 - . 関東の四紀, no. 27, 3-29.
- 長崎 正 (1975) 大磯丘陵東部の地殻変動-吉沢面 (下末吉面) の変形について - . 関東の四紀, no. 2, 23-27.
- * 長崎 正 (1978) 相模積成盆地地域における下末吉期の古地理の変遷について - とくに下末吉面の形成について - . 関東の四紀, no. 5, 22-25.
- 長瀬和雄・木村政子・相原宗由・小林徳博・島田利子・山谷秀樹 (1982) 秦野逆断層の変位量. 地質学雑誌, **88**, 401-403.
- 中満隆博・林 広樹 (2007) 神奈川県山北町南部に分布する足柄層群下部の浮遊性有孔虫生層序. 日本古生物学会 2007 年年会予稿集, 69.
- 中村一明・島崎邦彦 (1981) 相模・駿河トラフとプレートの沈み込み. 科学, **51**, 490-498.
- 中里裕臣 (2020) 上総・下総層群における海水準変動と更新世テフラの層位. 日本地質学会関東支部シンポジウム「関東のテフラ-最近の年代観と供給源 -」講演要旨集, 5-8.
- 中里裕臣・中澤 努 (2008) 犬吠層群倉橋層 Kh6b テフ

- ラの分布と給源. 日本第四紀学会講演要旨集, no. 38, 8-9.
- 七山 太・中里裕臣・大井信三・中島 礼 (2016) 茂原地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 101p.
- 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.
- * 西島晶子 (1985) 箱根火山北東麓関本丘陵における地形発達史. 関東の四紀, no. 11, 43-51.
- * 小田原 啓 (2005) 二宮町地下水観測井のコア試料にみられる鷹取山層および二宮層群. 神奈川県温泉地学研究所報告, 37, 61-64.
- * 小田原 啓 (2007) 小田原市前川の大深度温泉井の地質. 神奈川県温泉地学研究所報告, 39, 85-87.
- 小田原 啓 (2009) 神奈川県大磯丘陵鷹取山に分布する谷戸層について. 日本地質学会第 116 年学術大会講演要旨, 195.
- 小田原 啓・林 広樹・山下浩之 (2009) 神奈川県二宮町梅沢海岸の谷戸層の微化石年代. 神奈川県温泉地学研究所報告, 41, 47-50.
- 小田原 啓・林 広樹・井崎雄介・染野 誠・伊藤谷生 (2011) 伊豆地塊北端部, 伊豆衝突帯の地質構造. 地質学雑誌, 117, 補遺, 135-152.
- 大河内直彦 (1990) 相模湾の活構造とテクトニクス. 地学雑誌, 99, 458-470.
- 大磯団体研究グループ (1986) 剣沢黒色火山岩 (E 層) について - 1986 年前期団研速報 - . 関東の四紀, no. 12, 3-9.
- 大磯団体研究グループ (1988a) 国府津 - 松田断層地域の第四系 (その 3). 関東の四紀, no. 14, 3-22.
- 大磯団体研究グループ (1988b) 剣沢 G 層中のテフラ群 - 1985・1986 年室内団研報告 - . 関東の四紀, no. 14, 23-31.
- * 岡 重文・島津光夫・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.
- 長田敏明・上杉 陽・原田昌一・長崎 正 (1988) 大磯丘陵東部鷹取山礫岩層下部から産した二枚貝化石. 関東の四紀, no. 14, 43-46.
- 太田陽子・松田時彦・小池敏夫・池田安隆・今泉俊文・奥村 清 (1982a) 国府津・松田断層に関する調査報告. 神奈川県地震災害対策資料, 三浦半島および国府津・松田地域の活断層に関する調査報告書, 神奈川県, 81-173.
- 太田陽子・池田安隆・今泉俊文・松田時彦 (1982b) 三浦半島および国府津・松田断層に関する補足調査の概要. 神奈川県地震災害対策資料, 三浦半島および国府津・松田地域の活断層に関する調査報告書, 神奈川県, 174-195.
- 大塚弥之助 (1929) 大磯地塊を中心とする地域の層序について (其一) (其二). 地質学雑誌, 36, 435-456, 479-497.
- 大塚弥之助 (1930) 大磯地塊を中心とした地域の最新地質時代の地史 (上) (下). 地理学評論, 6, 1-20, 113-143.
- 大塚弥之助 (1931) 大磯層その他に就いて. 地質学雑誌, 38, 174-187.
- 大塚弥之助 (1934) 身延山北部の化石と, 箱根早川凝灰岩の貝化石. 地質学雑誌, 41, 562-568.
- * 小沢 清 (2000) 神奈川県山北町の足柄山地西部における温泉井のコアの石灰質ナノ化石年代. 神奈川県温泉地学研究所報告, 31, 121-126.
- 小澤 清・江藤哲人 (2005) 神奈川県中・東部地域の大深度温泉井の地質および地下地質構造. 神奈川県温泉地学研究所報告, 37, 15-38.
- 小沢 清・堀内誠示 (2005) 神奈川県中・東部地域の温泉井および露頭地質試料の石灰質ナノ化石分析結果. 神奈川県温泉地学研究所報告, 37, 65-74.
- 小沢 清・大木靖衛 (1972) 大磯丘陵南西部の地質. 神奈川県温泉研究所報告, 3, 73-82.
- 小沢 清・荻野喜作・横山尚秀 (1982) 足柄平野の地質 (その 1). 神奈川県温泉地学研究所報告, 13, 193-200.
- * 小沢 清・江藤哲人・大山正雄・長瀬和雄・松沢親悟 (1999) 温泉掘削井による神奈川県中央部の地下地質. 神奈川県温泉地学研究所報告, 30, 41-52.
- Raffi, I., Backman, J., Fornaciari, E., Pälike, H., Rio, D., Lourens, L. and Hilgen F. (2006) A review of calcareous nannofossil astrobiochronology encompassing the past 25 million years. *Quaternary Science Reviews*, 25, 3113-3137.
- 陸地測量部 (1926) 関東震災地一帯に於ける土地の隆起及沈下状態. 地震研究所集報, 1, 65-68.
- 貞方 昇 (1975) 足柄平野の地形, 特に沖積段丘について. 地理科学, no. 24, 9-18.
- 酒井豊三郎 (1990) 千葉県銚子地域の上部新生界 - 岩相・古地磁気・放散虫化石層序 - . 宇都宮大教育研報, 23, 1-34.
- * 産業技術総合研究所 (2008) 活断層の追加・補完調査成果報告書 No.H19-2 神縄・国府津 - 松田断層帯の活動性調査. 22p.
- 佐竹健治・石田瑞穂・杉山雄一 (1997) 地震構造図. 50 万分の 1 活構造図 8「東京」(第 2 版), 地質調査所.
- Sato, H., Hirata, N., Koketsu, K., Okaya, D., Abe, S., Ko-

- bayashi, R., Matsubara, M., Iwasaki, T., Ito, T., Ikawa, T., Kawanaka, T., Kasahara, K. and Hardar, S. (2005) Earthquake source fault beneath Tokyo. *Science*, **309**, 462–464.
- 佐藤比呂志・岩崎貴哉・石山達也 (2010) プレート境界から分岐した活断層の長期評価—相模トラフ横断地殻構造探査. *科学*, **80**, 825–831.
- 佐藤比呂志・岩崎貴哉・飯高 高・蔵下英司 (2011) 断層帯の三次元的形状・断層帯周辺の地殻構造解明のための調査観測, 制御震源地震探査による地殻構造の解明. 神縄・国府津—松田断層帯における重点的な調査観測 平成 22 年度成果報告書, 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所, 5–69.
- 佐藤比呂志・岩崎貴哉・飯高 高・石山達也・蔵下英司 (2012) 断層帯の三次元的形状・断層帯周辺の地殻構造解明のための調査観測, 制御震源地震探査による地殻構造の解明. 神縄・国府津—松田断層帯における重点的な調査観測 平成 21～23 年度成果報告書, 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所, 5–77.
- * 佐藤興平・小野晃司・松本哲一・中野 俊 (2019) 南部フォッサマグナの更新統足柄層群の塩沢層に挟まる火砕岩層の K-Ar 年代. 群馬県立自然史博物館研究報告, **23**, 65–76.
- 佐藤 正 (1976) 中津川右横すべり断層 (新称). *地質学雑誌*, **82**, 617–623.
- 佐藤善輝・水野清秀・中島 礼 (2021a) 足柄平野および大磯丘陵西部における浅部地下地質および後期更新世テフラの分布. 海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」海陸シームレス地質図 S-7, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- * 佐藤善輝・水野清秀・久保純子・中島 礼 (2021b) 相模川下流平野における第四紀地下地質と埋没段丘面分布. 海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」海陸シームレス地質図 S-7, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- * 下川浩一・山崎晴雄・水野清秀・奥村晃史 (1993) 蒲原丘陵及び大磯丘陵の前・中期更新統の古地磁気記録. 日本第四紀学会講演要旨集, no. 23, 78–79.
- 徐 垣 (1995) 足柄層群南縁の衝上断層 (日向断層) とその地震テクトニクス上の意義. *地質学雑誌*, **101**, 295–303.
- 染野 誠・上杉 陽・千葉達朗・狩野謙一・伊藤谷生 (1984) 足柄層群上部層～多摩下部ローム層の層序・年代・構造. 日本地質学会第 91 年学術大会講演要旨, 511.
- * 杉原重夫 (1980) 静岡県, 熱海沖初島の海成段丘と断層地形. 明治大学人文科学研究所紀要, **19**, 1–25.
- 杉村 新 (1972) 日本付近におけるプレートの境界. *科学*, **42**, 192–202.
- 鈴木 進 (2017) 大磯町大磯の高麗山層群北大磯層より産出した放散虫化石とその年代. 神奈川地学会誌 2017, 21–26.
- 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. *地理学評論*, **36**, 24–41.
- 鈴木毅彦・早津賢二 (1991) 関東—中部地方の第四紀テフラ研究—とくに中期更新世テフラの重要性—. *第四紀研究*, **30**, 361–368.
- Tada, T. and Sakata, S. (1977) On a fault model of the 1923 great Kanto earthquake and its geotectonic implication. *Bull. Geogr. Surv. Inst.*, **22**, Part2, 103–121.
- 田口公則 (2008) 早川凝灰角礫岩産の軟体動物化石. 神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), **13**, 157–160.
- 田口公則・松島義章 (1997) 大磯丘陵における大磯層及び鷹取山礫岩層産の貝化石. 神奈川自然誌資料, **18**, 13–22.
- * 田口公則・松島義章・大島光春・樽 創・生命の星地球博物館古生物ボランティアグループ (2007) 横浜市南西部の上部更新統から見出された熱帯種タイワンシラトリ化石. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), **36**, 33–38.
- 高田圭太・原口 強・早田 勉 (2003) ボーリング調査により明らかとなった伊勢原断層の性状. 活断層研究, **23**, 37–44.
- 高橋雅紀 (2008) 3.6 南部フォッサマグナ. 日本地質学会編, 「日本地方地質誌 3 関東地方」, 朝倉書店, 260–275.
- 高橋正樹・内藤昌平・中村直子・長井雅志 (2006) 箱根火山前期・後期中央火口丘噴出物の全岩化学組成. 日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要, **41**, 151–186.
- * 竹内圭史・及川輝樹・斎藤 眞・石塚 治・実松健造・駒澤正夫 (2015) 20 万分の 1 地質図幅「横須賀」(第 2 版). 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 田村糸子・鈴木毅彦 (2001) 中期更新世広域テフラ Ng-1 と飛騨地域に分布する高山軽石層との対比. *第四紀研究*, **40**, 295–305.
- Tamura, I., Yamazaki, H. and Mizuno, K. (2008) Characteristics for the recognition of Pliocene and early Pleistocene marker tephra in central Japan. *Quaternary International*, **178**, 85–99.
- 田中館秀三 (1925) 関東大地震と海岸の昇降運動 (其一～其四). *地学雑誌*, **38**, 130–135, 188–201,

- 324-329, 374-390.
- 東郷正美・宮内崇裕・佐藤比呂志 (1996a) 2.5 万分の 1 都市圏活断層図「藤沢」. 国土地理院技術資料, D-1-No.333.
- 東郷正美・宮内崇裕・佐藤比呂志 (1996b) 2.5 万分の 1 都市圏活断層図「平塚」. 国土地理院技術資料, D-1-No. 333.
- 徳橋秀一・遠藤秀典 (1984) 姉崎地域の地質. 地域地質調査報告 (5 万分の 1 図幅), 地質調査所, 136p.
- 辻 誠一郎 (1980) 大磯丘陵の更新世吉沢層の植物化石群集 (I). 第四紀研究, **19**, 107-115.
- 辻 誠一郎・南木睦彦 (1982) 大磯丘陵の更新世吉沢層の植物化石群集 (II). 第四紀研究, **20**, 289-304.
- * 津久井雅志・山崎 優・松井智之・小山田浩子・上杉 陽・林 広樹・柳沢幸夫・笠原敬司 (2006) 伊豆弧北端の火山岩類と地殻構造—山北南大深度観測井の箱根火山, 先箱根火山岩類から—. 地質調査研究報告, **57**, 197-215.
- 角田史雄 (1997) 足柄山地東部の松田山累層と神縄断層について. 地質学雑誌, **103**, 435-446.
- * 角田史雄 (2002) 南部フォッサマグナ地域の足柄堆積盆地における前期更新世の撓曲とその形成過程. 地質学雑誌, **108**, 483-498.
- * 津屋弘達 (1942) 神縄衝上断層の西翼に就いて. 震研彙報, **20**, 322-336.
- 内田法英・上杉 陽・千葉達朗 (1981) 秦野盆地北東部の河成段丘とその変形. 関東の四紀, no. 8, 33-44.
- 内田智雄・今永 勇 (1988) 南足柄市無礼山の箱根古期外輪山溶岩. 神奈川自然誌資料, **9**, 79-81.
- * 上本進二・上杉 陽 (1998) 小田原市千代台地の 3 遺跡における地震跡—国府津—松田断層の最新活動期に関する若干の資料—. 関東の四紀, no. 21, 41-53.
- 上杉 陽 (1976) 大磯丘陵のテフラ. 関東の四紀, no. 3, 28-38.
- 上杉 陽・遠藤邦彦 (1974) 大磯丘陵の第四系について. 関東の四紀, no. 1, 9-21.
- 上杉 陽・長崎 正・森 慎一 (1978) 下末吉埋没土層の時代について. 関東の四紀, no. 6, 10-21.
- 上杉 陽・森 慎一・長崎 正・磯 望・春川光男 (1979) テフラを中心にみた二宮層群. 関東の四紀, no. 6, 12-23.
- 上杉 陽・米沢 宏・千葉達朗・狩野謙一 (1981a) 川音川横すべり断層—大磯丘陵北西縁の活断層—. 第四紀研究, **20**, 35-42.
- 上杉 陽・狩野謙一・伊藤谷生 (1981b) 丹沢山地南部—大磯丘陵の後期第四紀断層運動. 日本地質学会第 88 年学術大会巡検案内書, 73-86.
- 上杉 陽・千葉達朗・米沢 宏 (1982) いわゆる国府津・松田断層について—その研究史と実態—. 関東の四紀, no. 9, 21-32.
- 上杉 陽・伊藤谷生・歌田 実・染野 誠・澤田臣啓 (1985) 大磯丘陵西部雑色—古怒田間に露出した衝上断層. 関東の四紀, no. 11, 3-15.
- * 上杉 陽・内田法英・千葉達朗・関東第四紀研究会 (1996) 神奈川県秦野盆地の河成礫層群とそれを切る秦野断層—富士・箱根系テフラ群と広域テフラ—. 「第四紀露頭集—日本のテフラ」, 日本第四紀学会, 197.
- * 上杉 陽・青木さと子・落合暁子・長崎 正・岡 重文・原田昌一・関東第四紀研究会 (1998) 吉沢ローム層最下部—下部標準柱状図. 関東の四紀, no. 21, 3-18.
- 上杉 陽・畠山桐子・川上直樹・森本正子・由井将雄・立山美津子・水谷有子・小林ひろみ・関東第四紀研究会 (2000) 多摩中部ローム層標準柱状図. 関東の四紀, no. 22, 3-38.
- 宇都宮正志・大井信三 (2019) 上総大原地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 127p.
- 宇都宮正志・水野清秀・田村糸子 (2019) 下部更新統上総層群黄和田層下部—中部に挟まれるテフラ層の層位と特徴. 地質調査研究報告, **70**, 373-441.
- 山下浩之・萬年一剛・川手新一・笠間友博・平田大二・蛭子貞二・谷口英嗣 (2008) 箱根火山基盤岩類の再検討. 神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), **13**, 135-156.
- * 山下浩之・石浜佐栄子 (2012) 大磯丘陵新第三系における火山岩および火山岩礫の岩石学的特徴. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), **14**, 145-162.
- 山崎直方 (1925) 関東地震ノ地形学的考察. 震災予防調査会報告, 100 乙, 11-54.
- * Yamasaki, N. (1926) Physiographical studies of the great earthquake of the Kanto district, 1923. *Jour. Fac. Sci., Imp. Univ., Tokyo, SecII*, **2**, 76-119.
- 山崎晴雄 (1985) 足柄平野の地質と地殻変動. 月刊地球, **7**, 466-472.
- Yamazaki, H. (1992) Tectonics of a plate collision along the northern margin of Izu Peninsula, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **43**, 603-657.
- 山崎晴雄 (1993) 南関東の地震テクトニクスと国府津・松田断層の活動. 地学雑誌, **102**, 365-373.
- 山崎晴雄 (1994) 開成町とその周辺の地形と地質. 開成町編. 開成町史自然編, 2-100.

山崎晴雄・町田 洋（1981）足柄平野北縁の活断層と地形発達．日本第四紀学会講演要旨集，no. 11，96-97.

山崎晴雄・水野清秀（1999）国府津・松田断層の最新活動史と地震テクトニクス．第四紀研究，**38**，447-460.

山崎晴雄・垣見俊弘・加藤 完・池田喜代治・高橋 誠・永田松三・伊藤吉助（1982）3. プレート北端部の構造運動の調査研究．科学技術庁研究整備局編．昭和55年度特別研究推進調整費フィリピン海プレート北端部の地震テクトニクスに関する特別総合研究中間報告書．368-393.

* 山崎晴雄・水野清秀・加藤 完・下川浩一（1991）地殻構造及び地殻活動史に関する研究，地殻活動史に関する研究，断層の活動史に関する研究．科学技術振興調整費「マグニチュード7級の内地地震の予知に関する研究（第I期昭和62～平成元年度）成果報告書，科学技術庁研究開発局，79-92.

* 山崎晴雄・水野清秀・下川浩一（1993）伊豆地塊の衝突によってプレート境界域に生じた回転運動と火山活動．日本第四紀学会講演要旨集，no. 23，80-81.

柳沢幸夫・渡辺真人・高橋雅紀・田中裕一郎・木村克己・林 広樹（2005）大深度ボーリング試料による地質年代調査．大都市大震災軽減化特別プロジェクトI地震動（強い揺れ）の予測「大都市圏地殻構造調査研究」平成16年度成果報告書，文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所・京都大学防災研究所・防災科学技術研究所，338-358.

矢野 亨（1986）大磯丘陵南部地域の層序とその地質時代および堆積環境．静岡大学地球科学研究報告，**12**，191-208.

横倉隆伸・山口和雄・伊藤 忍・水野清秀（2021）反射法地震探査データによる国府津－松田断層帯の地下構造．海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」海陸シームレス地質図 S-7，産業技術総合研究所地質調査総合センター．

米倉伸之・鈴木郁夫・長谷川太洋・上杉 陽・遠藤邦彦・岡田篤正・河名俊男・石川佳代・福田正巳（1968）相模湾北岸の沖積段丘，とくに下原貝層のC-14年代について．第四紀研究，**7**，49-55.

（受付：2021年1月25日；受理：2021年3月4日）