

# 小田原市久野「子供のもり」公園造成地露頭の火山灰層序学的な意義

上杉 陽、小沢 清、萬年一剛、長瀬和雄

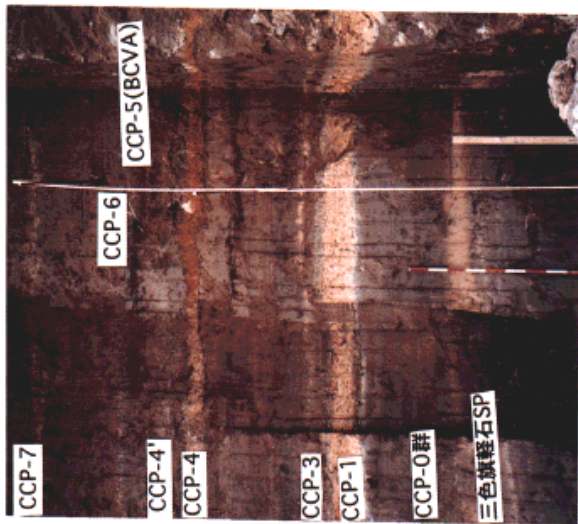


写真1

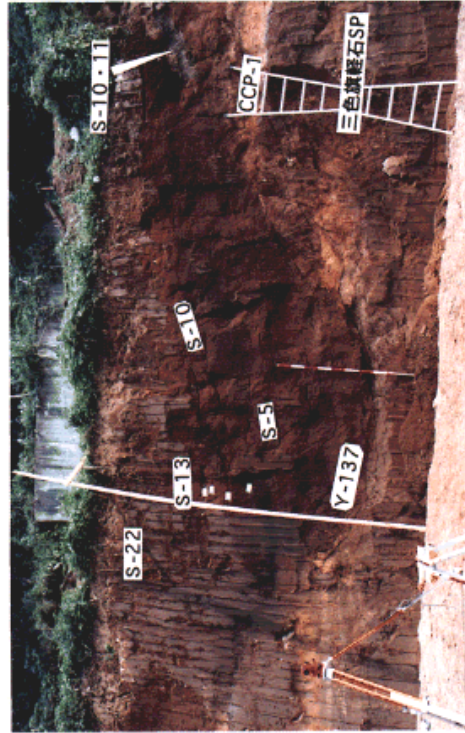


写真2

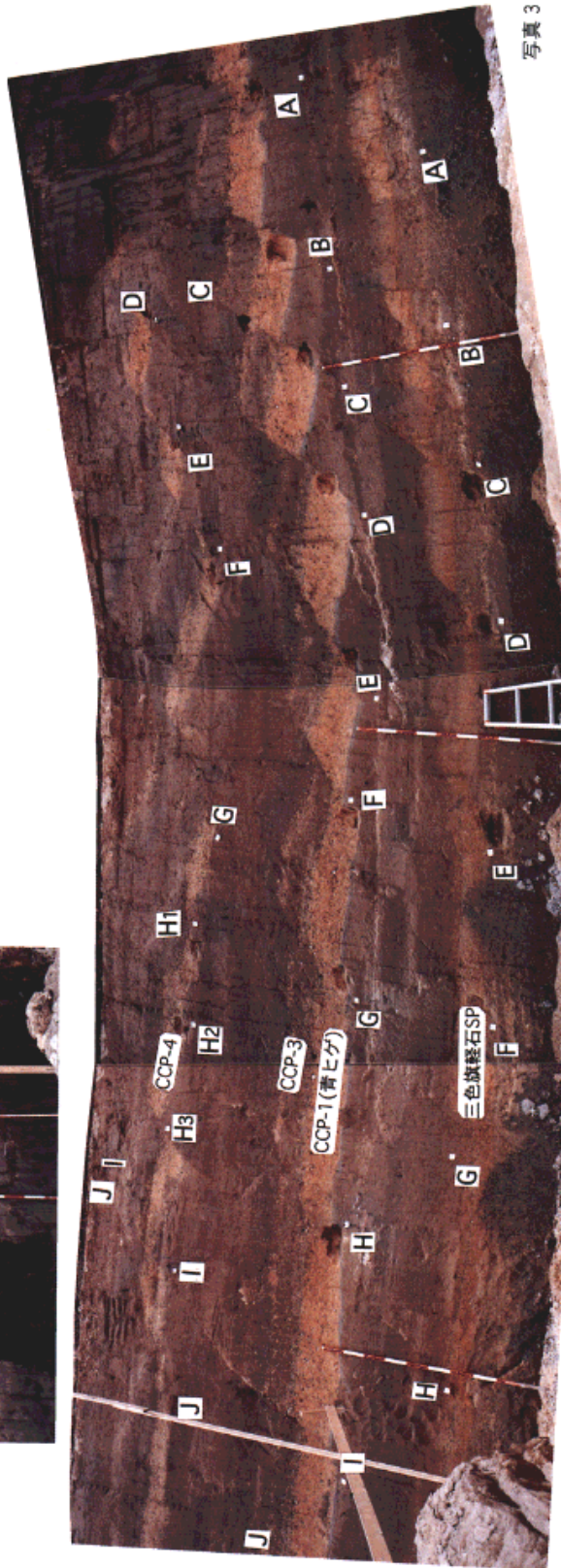


写真3

写真1 主要テフラ (位置は図2の新層5～7間)

Plate 1 Main tephras.

写真2 中央埋設谷 (図2・図4 上段参照)

Plate 2 The central fossil valley. See Fig.4.A.

写真3 「子供のもり」公園造成地露頭の小断層群 (断層番号は図2に同じ)

Plate 3 Minor faults. Numerals and alphabets are same in Fig.2 and Table 1.

# 小田原市久野「子供のもり」公園造成地露頭の火山灰層序学的な意義

上杉 陽<sup>1</sup>、小沢 清<sup>2</sup>、萬年一剛<sup>2</sup>、長瀬和雄<sup>3</sup>

Tephrostratigraphical significance of the new outcrop in the Kodomo-no-mori park, Odawara City, Kanagawa Prefecture, Japan

by

Yo UESUGI<sup>1</sup>, Kiyoshi OZAWA<sup>2</sup>, Kazutaka MANNEN<sup>2</sup> and Kazuo NAGASE<sup>3</sup>

## Abstract

In the summer of 1998, a splendid profile of tephra and minor faults was emerged at a site of foundation work for a new park, named 'Kodomo-no-mori', in Odawara City. In this outcrop, two stages of minor faults and cracks development and thirty four identical eruption events younger than 52 ka were recognized. Using these tephra layers, ages of the two stages of minor faults and cracks development found in this outcrop were determined. The ages of these two events are 13 to 7.5 ka and 3.2 to 3.0 ka. The minor faults and cracks development in 3.2 to 3.0 ka accompanied by Yubune-I scoria of Fuji volcano is widely detected in the surrounding area; central cone of Hakone volcano, eastern slope of Fuji volcano, southeastern slope of Ashitaka volcano, the eastern half of Yamanashi prefecture and Kanagawa prefecture

## 1. はじめに

この露頭は小田原厚木道路の荻窪インターチェンジの西北西 750m 地点にあった。小田原市の「子供のもり」公園造成地（国土地理院発行 25000 分の 1 地形図：小田原北部：北緯 35°15'2"・東経 139°7'47"）の南壁（高さは 10m 以下、長さ 150m）で、98 年 7 月当時、富士系・箱根系降下火山砕屑物（テフラ）とこれらを切る多数の小断層が観察できた。

以下、2 章で本露頭の記載が箱根火山の生成史解明にどのような意味を持つのかについて、3 章で本露頭に露出したテフラ群について、4 章で本露頭で観察された小断層群や地割れについて、それぞれ、記載する。

## 2. 本露頭の火山構造地質学的位置

フィリピン海プレート北東部（伊豆半島北縁部）は概略北西 - 南東方向の広域的な水平圧縮応力場に置かれているとされるが、この場合、この領域では北西 - 南東方向の割れ目噴火～岩脈が発生しやすい。箱根火山も、富士火山も、この方向の長大な割れ目群から噴出を開始し、徐々に主噴出域が特定の割れ目線に固定されていったと考えられる（上杉、1993・1998）。久野（1972）の言う中央火口丘地帯を含む金時 - 幕山構造線、現富士火山の頂上部を含む北西麓長尾山～南東麓平塚を結ぶ線が両火山の主割れ目域になっていった。箱根火山では、

この主割れ目域に、より新しい噴出物（図 1A の CC）があり、古い噴出物は、順次、その両脇に押しつけられているかに見える（図 1A の南東部 YS や OS）。この主割れ目域中の北西側外輪山斜面で行われた御殿場市の温泉ボーリング（地点 3、4 など）では、箱根火山～古箱根火山噴出物の基底高度は、それぞれ、標高 - 684m と - 693m と非常に深かった。また、地点 5・6 の基盤湯が島層群の上面高度は +390m、+550m であった（木宮、狩野、1987；久野、1972）。北東側足柄山地中の箱根火山熔岩類の基底高度は地点 7 では +750m である。地点 4 と 7 との高度差は実に 1440m を越えている。この高度差は箱根火山最高峰神山の海拔高度 1438m にほぼ等しい。箱根火山はフィリピン海プレート北縁部の極めて激しい地殻変動帯中に誕生し、激しい地殻変動とともに成長してきたと言える。

ところで、誕生後しばらくは、両火山ともに、北西 - 南東方向の主割れ目域のどこからでも自由に噴出できたであろうが、徐々にこの線上の特定域に主噴出域が限定されていった。富士火山で言えば、現頂上部一帯であり、箱根火山の場合は現中央火口丘域一帯であった。では、主噴出域（山体中心部）が、現在の位置に規制された原因は何か。

図 1A の北側と南側に先箱根期基盤岩類・火山岩類からなる相対的隆起部（山地）がある。これらに挟まれた相

<sup>1</sup> 都留文科大学文学部

〒402-0054 山梨県都留市田原 3 丁目 8 - 1

<sup>2</sup> 神奈川県温泉地学研究所

〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 586

<sup>3</sup> 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

論文, 神奈川県温泉地学研究所報告第 31 巻, 第 1 号, 16 - 30, 1999.

対的な凹地部に蝶が羽を広げる形状で箱根火山岩類が分布する。箱根火山古期外輪山カルデラ（久野、1972）の北側の縁は北北東-南南西走向左横すべり逆断層である平山断層（Ito et al., 1987、上杉ほか、1996b）に切れ、南側の縁は同じく主として北北東-南南西走向左横すべり逆断層である北伊豆断層系（丹那断層など、久野、1972 など）に切られるかに見える。箱根火山中央火口丘群は左横すべり運動を続ける両断層の中間の斜め伸張帯（トランステンション場）に発生している。箱根火山は真鶴半島～暮山～金時山ないしは丸山を通る主割れ目域に発生し、上記のトランステンション場（高橋、小山、1993）に、マグマの主湧出域（山体中心部）がしばられていった。今回紹介する「子供のもり」公園造成地帯は、以上のような volcano-tectonic な場の中でどこに位置するのか。図 1A にあるとおり、箱根火山古期外輪山壁を切るかに見える北伊豆断層系はカルデラ壁以北では、向きをやや北東よりに変えて分岐するように見える。北側のものが、中央火口丘地帯と新时期外輪山地帯との境界をなす。久野（1972）の地質図では推定断層線が引かれていないが、神奈川県教育委員会が 1980 年に出版した 5 万分の 1 地質図幅「御殿場・小田原」では、断層～推定断層が描かれている。この線は北伊豆地震の際の小断層や地割れに関する複数の記載をまとめた松田（1972）の「箱根町断層」をも考慮して引かれたものと思われる。この線の南側にも、同様な構造線を推定しうる。上記の新时期外輪山噴出物地帯とそれ以南の早川熔結凝灰岩類 HY、須雲川安山岩類 SK、古期成層火山噴出物 OS などが分布する南東側カルデラ壁地帯との境界線である。これを須雲川線と仮称する。この推定線のすぐ北側に沿って、東側古期外輪山の南端の塔の峰（566.3m）があり、ここから、須雲川線にほぼ並行する稜線が北東側に伸びている。先端部が平行する 2 本の稜線に分岐し、間に鋭く切れ込む同方向の直線谷がある。

「子供のもり」公園造成地帯はまさに稜線が分岐する高度 160m 地点にある。直ぐ北東側が上記の直線谷である（図 1B 参照）。予察的な地質調査によれば、この直線谷の北側と南側では岩質が異なる。従って、この谷は断層線谷～断層谷の可能性もある。そこで、建設省国土地理院が 1977 年 11 月 23 日 10 時 45 分頃に高度 1330m から撮影したカラー航空写真 [CKT-77-1、コース 23-3～5] の実体視による写真判読を行った。図 1B に見られるごとく、多数のマイクロリニアメントが検出された。主として前述の直線谷方向（N50E 方向）のもの、それとやや斜交する N85E 方向のもの、これらとほぼ直交する北西側から切り込む谷方向（N10W、N30W 方向）のもの 2 群に区分

きる。

マイクロリニアメントとは、これらの空中写真の実体視から読みとれる野を越え山を越えて走る直線状の色調境界線（linea image）ないしは直線状の凹地列～凸地列

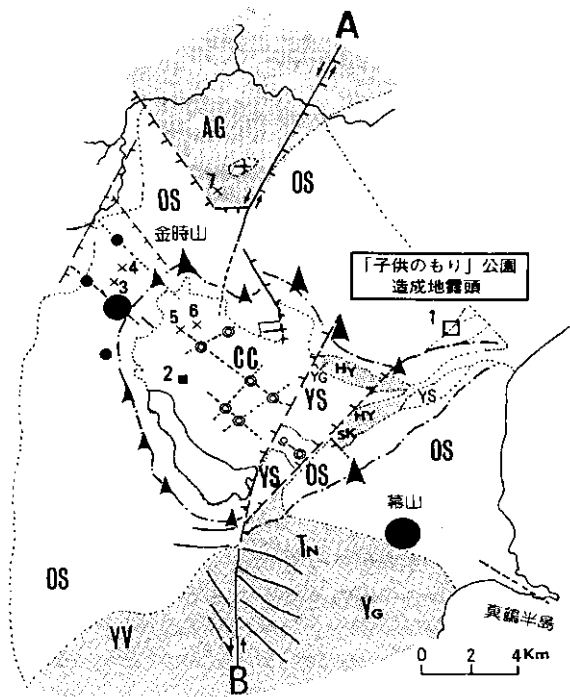


図 1A 露頭位置図(上杉、米澤(1987)に加筆修正)

A 箱根火山北半分を切る左横すべり平山断層、B 南端部を切る北伊豆断層系、CC 中央火口丘期噴出物、YS 新时期外輪山～新时期軽石流期噴出物、OS 古期成層火山期噴出物、YV 湯河原火山噴出物、AG 足柄層群、HY 早川熔結凝灰岩類、SK 須雲川安山岩類、TN 天照山玄武岩類、YG 湯が島層群。地点 1「子供のもり」公園造成地帯露頭、地点 2 箱根ロープウェイ姥子駅北方露頭、地点 3・4・5・6・7 の各地点の先箱根基盤岩類上面高度は海拔-684m、-693m、+390m、+500m、+750m。

Fig. 1A Tectono-volcanic situation of the kodomo-no-mori park outcrop (locality 1).

A: the Hirayama fault, B: the northern Izu fault system, CC: central cones of the Hakone volcano, YS: the younger somma, OS: the older somma, AG·HY·SK·TN·YV·YG: pre Hakone rocks.

(lineament) である。これには人工的なもの（高圧線跡、直線的な地境、直線状の古道、直線状の水跡跡、直線的な植生境界など）と自然なもの（高角の地層境界線、高角の岩脈、高角断層線など）がある。上記マイクロリニアメントが実態として何であるかの調査は、前述の直線谷の地質調査とともに今後なされるが、図 2 の南壁露頭に見られる小断層の走向の大半は上記の N50E、N85E 方向のマイクロリニアメントの走向に近いものである。

本露頭の記載保存は、直接的には上記の直線谷の成因、ひいては須雲川線ないしは箱根火山の東への流出口である須雲川～早川谷の成因を探る上で、将来、貴重な資料となる可能性がある。

### 3. 露出したテフラ層

#### 3.1. テフラ層の区分と対比

図2は図1Bに太実線で示されている本露頭の南壁を北側から概観した図である。露出する地層は全て火山碎屑物である。富士系テフラと箱根系テフラが模式的に観察できる。中央部と西端部により新しい時期の降下火山碎屑物層で埋積される化石谷(中央埋没谷、西端埋没谷、図4A、B)があり、これ以外の部分に概略5.2万年前とされる東京軽石流 TPf1(中村ほか、1992)以上の火山碎屑物が露出する。図3-1はテフラ柱状図の凡例である。図3-2~3はこの南壁で見られるテフラの標準柱状図である。図2の断層番号5と7の間の露頭屈曲点付近のテフラ群(第13層~第31層)と中央埋没谷のテフラ(第1層~第12層)、西端埋没谷の下方に露出するテフラ(第

31層~34層)をつなぎ合わせて表示した。テフラ岩体の区分原則は上杉(1999)に詳しいが、要するに風化帯~土壤帯をもって区分する。即ち、1枚のテフラ層の上面には必ず、1枚の風化帯~土壤帯がある。但し、これは、それぞれの噴出源に近い地域で見分けられることで、噴出源から離れるとテフラが薄くなり、土壤層が数枚の薄いテフラ層を越えて形成され、区分が困難となっていく。

各テフラ層境界は実線で示され、規模が大きい境界ほど柱状図から左にはりだして図示されている。1枚のテフラ層内には複数のフォールユニット~フローユニットがある。下位から a、b、c、d...のようにアルファベット順に記載する。フォールユニット境界は破線や点線で示されている。各ユニット間には風化帯がほとんど出来ない程度の時間間隙しかない。

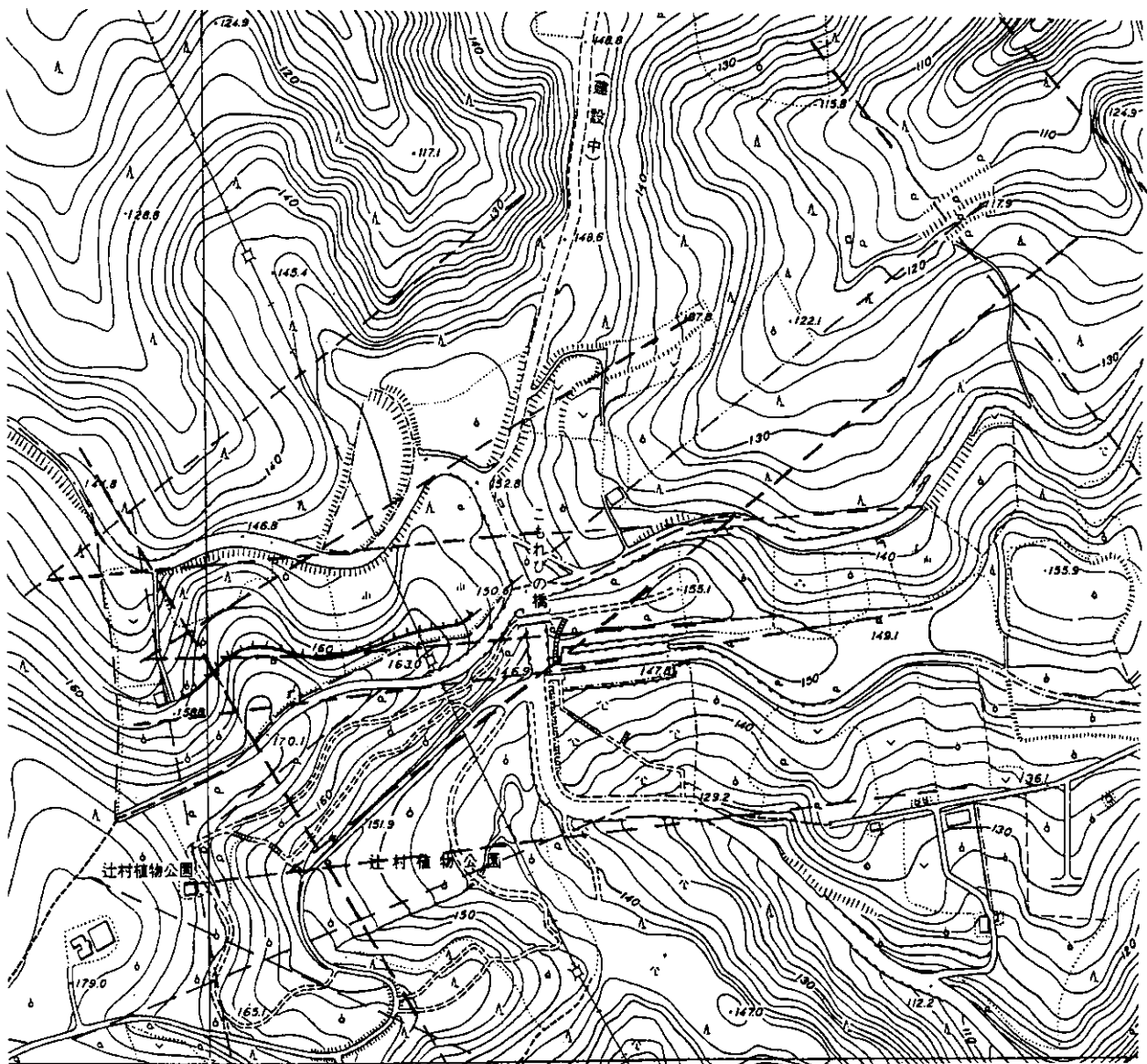


図1B 「子供のもり」公園造成地露頭の周辺概況図(小田原市 1/2,500 国土基本図「荻窪」使用)

破線はカラー空中写真[CKT-77-1,C23-3~5]より読みとったマイクロリニアメント。実線は造成地露頭南壁(北面露頭)の概略の位置。

Fig.1B Index map showing study area. The thick solid line with bars shows the edges of outcrop and dashed lines show micro-lineaments detected by stereoscopic interpretation of aerial photographs.

表1 「子供のもり」駐車場造成地南壁露頭に見られる被覆層を切る小断層群の走向傾斜・見かけ変位量 (cm)  
Table1 Strike, dip and throw of each minor fault. See fig.2 for location and fig.3 for stratigraphy.

断層の記号	P	O	N	M	Mf	L	K	J	I	H	H3	H2	H1	G	F	E	D	C	B	A	8	7	5	4	3	2	1	0
走行・傾斜																												
CCP-3		n.d.	N45E	N51E	N45E	n.d.	N46E	N46E	—	N40E	N62E	N62E	N38E	N55E	N37E	N50E	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		70S	63S	68S	—	55S	55S	55S	—	62S	72S	45S	43S	43S	52S	60S												
CCP-1	N30E	N76E	N62E	N50E	—	N40E	N63E	N55E	N50E	**	**	**	N38E	N56E	N38E	N44E	N38E	N33E	N43E	N52E	EW	N50E	N52E	N30E	N20E	N56E	N72E	
	40S	75N	80S	79S	—	73S	60S	72S	70S	68S	70S	71S	64S	63S	78S	81S	34S	55S	55S	75S	65S	61S	48S	80S	35S			
SP	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	N50E	**	**	**	n.d.	N51E	n.d.	N48E	N43E	—	—	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	N70E	
									80S					80S		70S	60S										43S	
見かけ変位 (cm)																												
CCP-3	n.d.	21	23	42	n.d.	11	19	*	43	6	27	49	41	46	37	n.d.	n.d.	n.d.										
CCP-1	44	8	—	13	8	9	40	12	**	**	**	14	17	20	37	29	30	15	n.d.	n.d.	16	20	20	23	28	11		
SP	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9.5	**	**	**	18	7	—	10	15	—	—	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4	—	3	23	
正断層・逆断層	正	正	正	正	逆	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正	正

—: 変位が認められず \* : H1 ~ 3 に分岐 \*\* : H に収束 n.d.: 露出状態や露頭条件等により測定できず

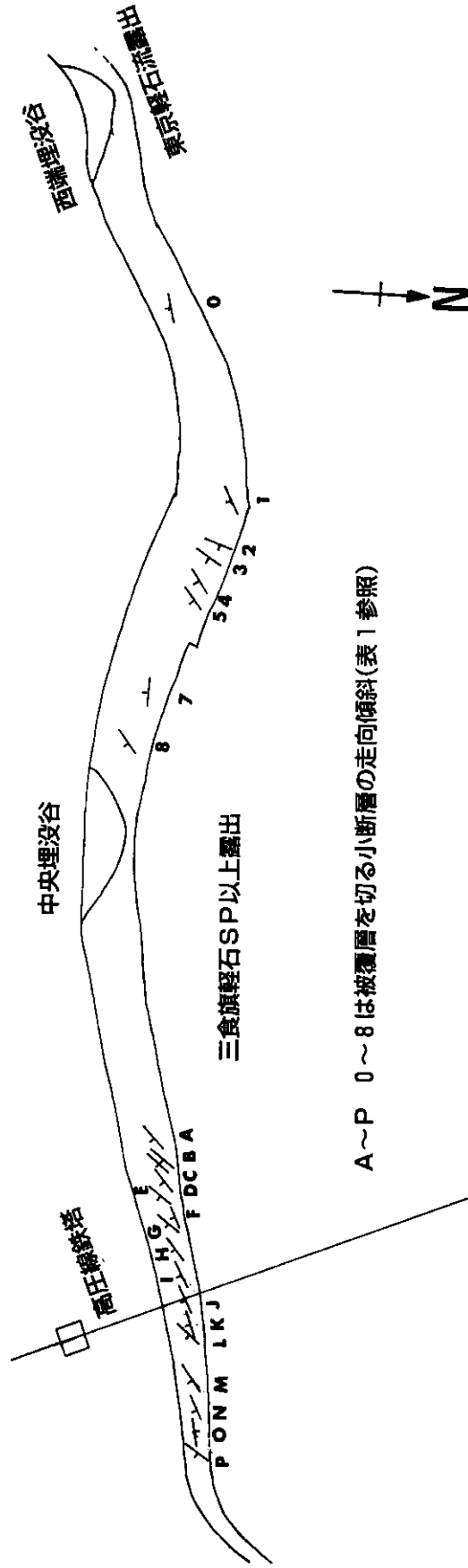


図2 「子供のもり」公園造成地南壁露頭に見られる被覆層を切る小断層群  
Fig.2 Minor faults distribution at the locality 1. See Table 1.

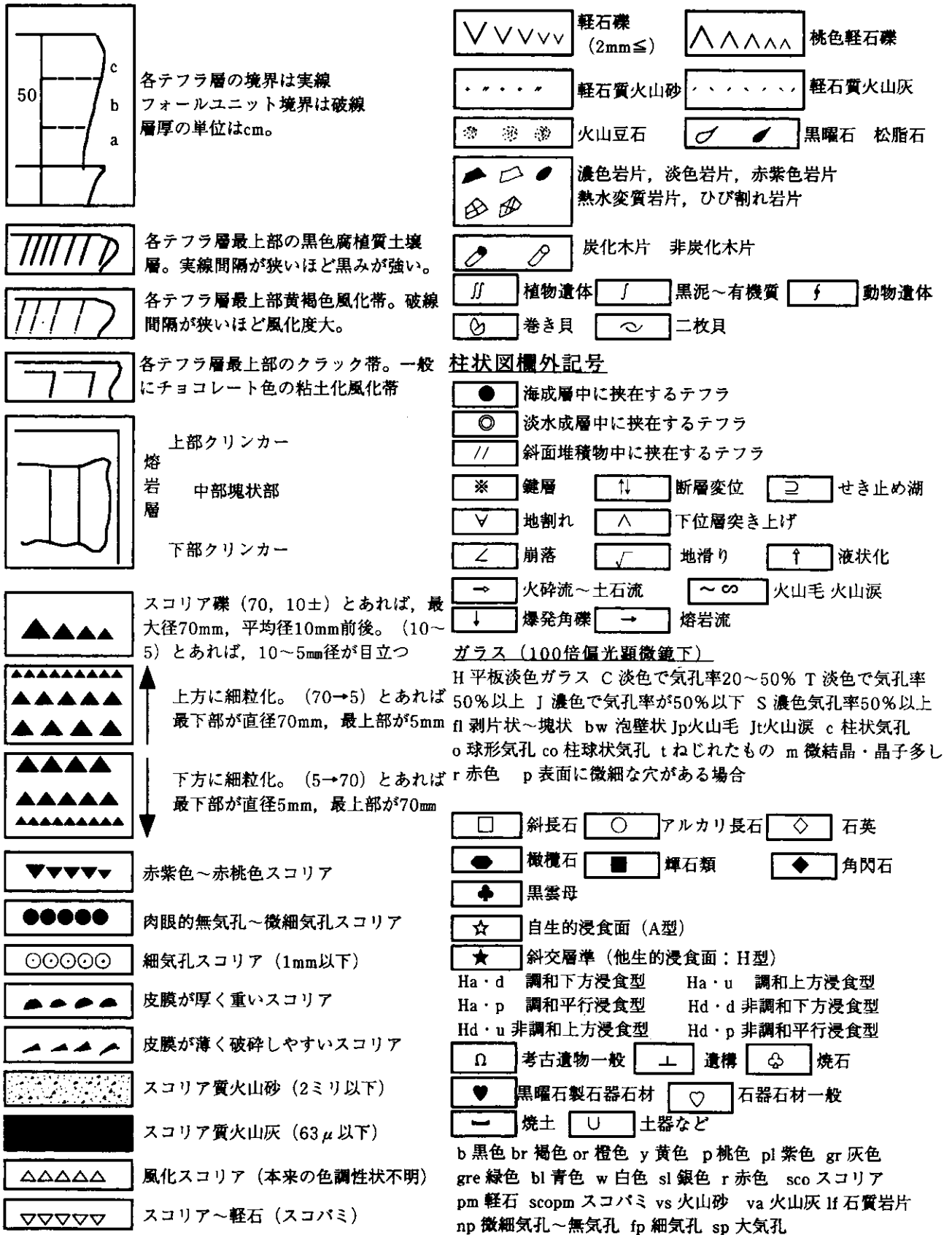


図 3-1 テフラ柱状図凡例  
Fig. 3-1 Legend of tephrostratigraphic columns.

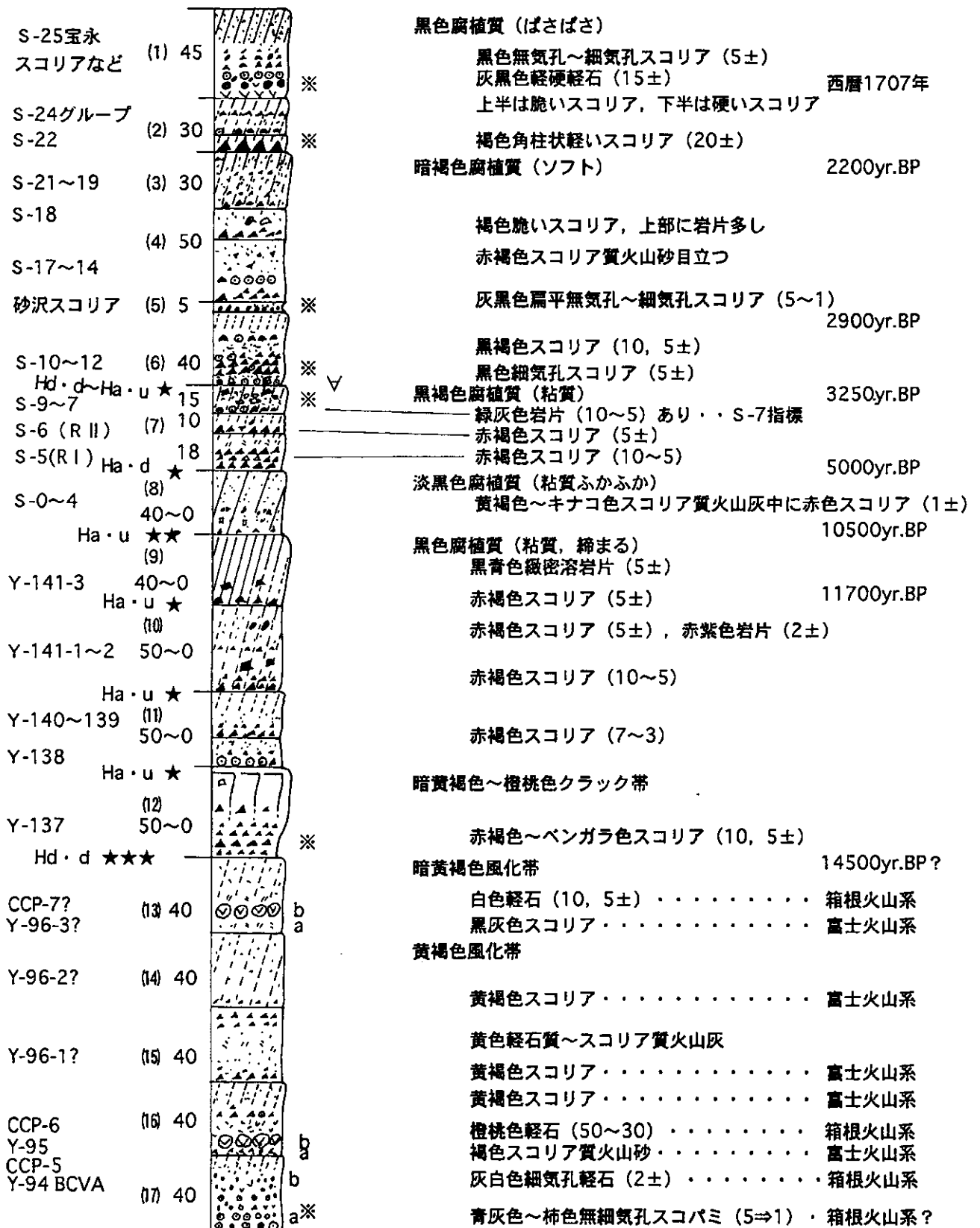


図 3-2 「子供のもり」公園造成地テフラ柱状図—その 1—  
Fig.3-2 Tephrostratigraphic columns for the outcrop.

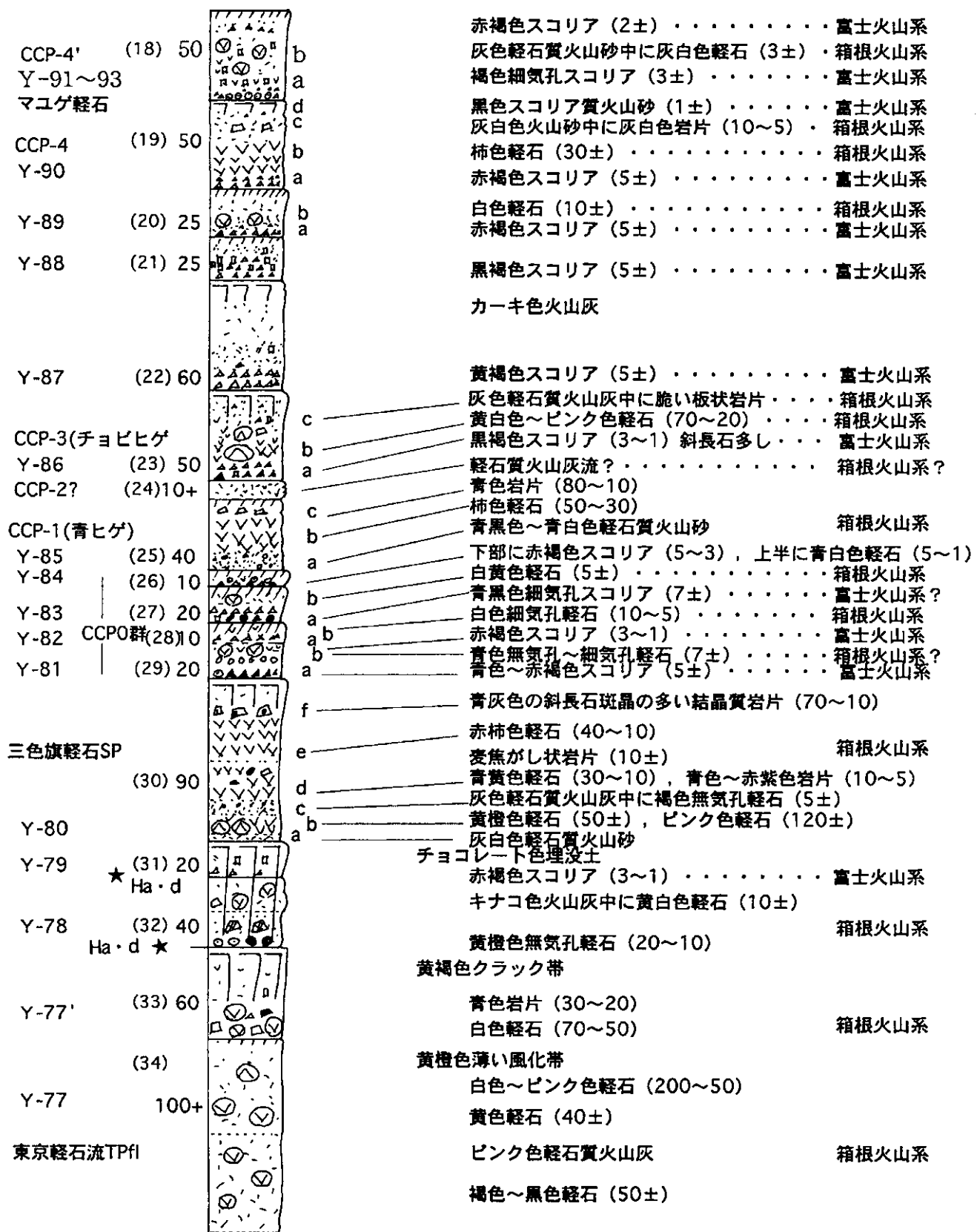


図 3-3 「子供のもり」公園造成地南壁露頭テフラ柱状図—その 2—  
Fig.3-3 Tephrostratigraphic columns for the outcrop.



図 3-2~3 の最左欄に対比可能な富士系テフラの標準テフラ番号や箱根系テフラ番号（三色旗軽石 SP、CCP-1~7 など）が表示されている。写真 1 には三色旗軽石 SP~CCP-7 が、写真 2 には Y-137 以上が見られる。

露頭で直ちにそれと確認できるのは、第 1 層（S-25 番テフラ層：西暦 1707 年の宝永スコリア層）、第 5 層（S-13：砂沢スコリア Zu）、第 6 層（S-10~12 層）、第 17 層（Y-94 番：BCVA）、第 30 層（三色旗軽石 SP）である。上記のもの 1 枚だけで確認できるテフラ層との関係や上下のテフラ層との組み合わせで、ほぼ間違いなく対比できるのが、第 2 層最下部の S-22（湯船第二スコリア層）、第 7 層中の S-7（緑灰色緻密岩片を含む硬くて重いスコリア）、2 枚組の特徴的な赤褐色化スコリア（S-6 と S-5）、第 12 層（Y-137）、第 16 層の CCP-6、第 19 層の CCP-4、第 23 層の CCP-3（チョビヒゲ軽石）、第 25 層の CCP-1（青ヒゲ軽石）である。

図 3-2 最右欄には、これまでに得られている様々な年代資料（泉ほか、1977；上杉、木越、1986；上杉ほか、1992；町田、新井、1992；中村ほか、1992 など）から求めた概略の年代値が表示されている。図 3-2~3 最右欄には、各フォールユニットの給源が富士系、箱根系に分けて表示してある。なお、こうしたテフラ層序は本露頭ばかりではなく、愛鷹山麓、富士東麓、箱根火山東方地域で共通している。

本露頭は富士山頂から N118°E 方向 39km 地点に、箱根火山中央火口丘神山から N72°E 方向 11km 地点に当たる。

富士系テフラの模式地は新富士火山テフラ（S-25~S-0-1）~古富士火山最上部（Y-141-3~Y-.125）が静岡県駿東郡駿河小山町のすぎな沢、古富士火山上部~中上部（Y-129~Y-95）が同町上紫怒田飛地、古富士火山中上部~最下部が同町の生土西沢川奥にある（上杉、1990；上杉ほか、1992；上杉ほか、1980）。これらの模式地は富士系テフラの主分布軸に近い富士山東方にもうけられている。本露頭は方角も距離も模式地から相当はなれている。そのうえ、箱根系テフラは富士系テフラに比べると枚数が少ない。富士系テフラ層が薄く、上記の富士系標準テフラ柱状図のどこに、箱根系テフラが挟在するのか不明確な場合が多い。中央火口丘期の箱根火山噴出物だけ取りあげても、今なお、富士系テフラ層との層位関係が曖昧なテフラは無数にある（例えば小林、1999）。

新たに箱根系テフラが発見されるたびに、曖昧に混乱を含んで、その後位が表示されてきた（上杉ほか、1980；上杉ほか、1996c）。混乱を含みながらも、概略 3200 年前の S-10 直下の CCP-19 まで記載登録が進んでいる（上杉ほか、1995）。以下、主要な箱根系テフラの肉眼的な特徴を下位から順に略記する。

#### <東京軽石流 TPfI>

本露頭の最下部に露出する軽石流堆積物を東京軽石流 TPfI とした。但し、これは 1m 弱上位に三色旗軽石 SP があったために、それとの関係で Y-77 番テフラ：東京軽石流 TPfI と判断したのであって、単独では東京軽石流 TPfI と断定は出来ない。

#### <三色旗軽石 SP>

関東ローム研究グループ（1965）は、三色旗軽石 SP、青ヒゲ軽石、チョビヒゲ軽石、マユゲ軽石などの箱根系軽石群を命名したが、これらの模式地（K1-22 地点）は本露頭直近にあつた三色旗軽石 SP は本露頭の第 30 層で 6 枚のフォールユニットから構成され、富士系テフラユニットが見えない。この時期には箱根火山単独でテフラ層を形成した可能性が高い。下半の a、b、c の 3 フォールユニットが青灰色火山砂に見え、中位の d フォールユニットが白色~黄色に見え、上位の c フォールユニットが赤く見えるため、三色旗軽石と命名されたのであろう。最上部の f フォールユニットは火山砂中に岩片が散在する様相を呈し、いわゆる“block and ash flow 相”に近い。斜長石斑晶が目立つ青灰色岩片が特徴で、これで、後述する青ヒゲ軽石と判別できることも多い。

#### <CCP-1:青ヒゲ軽石>

本露頭第 25 層で層厚 40cm。a、b、c の 3 フォールユニットからなり、肉眼で識別できるような富士系スコリアからなるフォールユニットがない。箱根系テフラだけで 1 テフラ層を形成している。最下部の a フォールユニットが青黒色~青白色の微細な気孔からなる軽石質火山砂で、b フォールユニットが三色旗軽石 SP の e フォールユニットほどの赤味はないが、柿色の目立つ軽石礫で構成される。c フォールユニットは青色岩片であり特徴がない。最下部の青い a フォールユニットに着目して、「青ヒゲ軽石」と命名したらしい。

なお、1960 年代から富士・箱根両火山の火山灰編年学的研究を精力的に続けた町田洋は、本露頭からみて S60W 方向 8.5km の芦の湯の露頭（上二子山北東部）を模式地として、中央火口丘期のテフラ群 CCP-1~8 を識別し、関東ローム研究グループ（1965）の青ヒゲ軽石は芦の湯の CCP-1 に当たるとした（町田、1971）。その後、町田、新井（1992）は、全国的な火山灰アトラスを発表したが、その中で、テフラの命名法を統一し、CCP-1 を HK-CC1 とした。HK は給源火山が箱根であることを示している。従来 CCP としていたのを CC としたのは、必ずしも軽石礫ばかりで構成されているわけではなく、岩片で構成されるフォールユニットもある点などを考慮したものである。本露頭の記載は箱根火山内のローカルテフラの記載なので、従来どおり、HK はつけず、CCP と表記しているが、全国対比に用いる場合は、町田、新井（1992）の表記に従う方がよい。

#### <CCP-3:チョビヒゲ軽石>

本露頭の第 23 層中の軽石部分が関東ローム研究グループ（1965）のチョビヒゲ軽石、町田（1971）の CCP-3 である。軽石部分だけ見ると、青ヒゲ軽石より薄いので、チョビヒゲと称したのであろう。第 23 層はここでは 3 フォールユニットからなり、最下部の a フォールユニットは富士系のスコリアである。b フォールユニットが箱根系の軽石層で、ピンク色の軽石礫を含んでいる。c フォールユニットも同じく箱根系の block and ash flow から構成されている。角礫の形状が板状で脆いのが特徴であ

る。

なお、直下の第 24 層は軽石質火山灰相を示している。

小林 (1999) は上記の芦の湯では赤色化軽石と類質岩片を含む白色軽石層で、町田、新井 (1992) の HK-CC2 に当たるとした。

#### <CCP-4 ~ 4' : マコゲ軽石

関東ローム研究グループ (1965) は本露頭の第 19 層と第 18 層をあわせてマコゲ軽石としたものと思われる。第 19 層は a、b、c、d の 4 フォールユニットから構成され、a、d が富士系スコリアであり、b が箱根系軽石、c が箱根系の block and ash flow で灰白色岩片が目立つ。

直上の第 18 層は富士系の Y-91 ~ Y-93 テフラ層に当たるとされる。詳細は明らかではないが、いずれにしろ、箱根火山内や西方の愛鷹山麓でも、第 18 層とセットで箱根系軽石層が認められる。ここでは最下部に富士系のスコリア礫があり、直上に灰色の軽石質火山灰中の灰白色の軽石礫が散在する。この第 19 層が顔の上半のマコゲに見えたのであろう。なお、町田 (1971) は CCP-4 は箱根火山南西の三島軽石に当たるとし、これは、その後、由井 (1983) などにより、検証されている。

#### <CCP-5: BCVA

本露頭の第 17 層は青灰色 ~ 柿色の微細な気孔からなるスコパミ (軽石とスコリアの中間的なもの) で、上半に灰白色の軽石礫がある。色彩からして、この上半の軽石が箱根系であることは明白であるが、下半の給源ははっきりしない。町田ほか (1971) では上半を CCP-5 としているが、新井ほか (1977) では、本層全体を CCP-5 と推定している。

本層は北方相模川上流域で、皆川 (1968・1969) により、青色粗粒火山灰 (BCVA) と命名されたもので、上記の町田ほか (1971) では、給源は箱根火山であろうと推定している。このテフラ層の等層厚線図 (上杉、1998) を描いてみると、確かに箱根火山方面から北方に向けて薄くなるが、必ずしも中央火口丘地域に等層厚線図が収れんしない。かんらん石班晶を晶出する南方の伊豆半島系火山起源の可能性もあれ詳細は不明である。

#### <CCP-6

本露頭の第 16 層中のフォールユニット b に当たる橙桃色軽石礫を新井ほか (1977) の表 1 に火山岩石学的に登録された CCP-6 群の一つと判断した。富士系テフラの模式地である上紫怒田では Y-95 層ばかりではなく、その上位の Y-96-1 ~ 2 層中にも箱根系と思われる白色軽石礫 ~ 白色軽石質火山灰が挟在する。また、本露頭の第 15 層中部は軽石竺 ~ スコリア質火山灰で、ここにも箱根系噴出物が挟在する可能性が高い。つまり、Y-95 ~ 96-2 中の箱根系テフラ群を CCP-6 群とするのが妥当なのであろう。

#### <CCP-7

本露頭の第 13 層中のフォールユニット b に当たる。上杉ほか (1980) で CCP-6' とし、上杉ほか (1996d) で CCP-7 と訂正したものに当たる。新井ほか (1977) によれば、Y-97' 中のグリース状雲母 Gr よりは下位である。

第 13 層が確実に Y-96-3 ~ 97 層であり、CCP-7 に当た

ることを確認するためには上位の Y-97' テフラ層中のグリース状雲母 Gr (38270±1890years BP: 叶内、杉原、1994) を確認せねばならない。しかし、本露頭では第 13 層直上に斜交層準があり、そこで切られて Y-97' が露出しなかった。従って、対比の精度が落ちる。

#### <Y-137

本露頭の第 12 層に当たる。ベンガラ色の特徴的なスコリア層で、風化するといわゆるシュリンブピンク ~ 朱肉色となることがある。古富士火山最末期のテフラで重鉱物班晶、とりわけかんらん石班晶が極限的に多い。なお、かんらん石中の Mg / (Mg+Fe) は 0.7 ~ 0.9 にも達する (上杉、津久井、1985; 1993)。模式地では 4 層に細分されるテフラ群で、かんらん石 - 斜方輝石 - 単斜輝石ダイアグラム上での組成変動はかんらん石 - 斜方輝石間で動く古富士火山型の変動傾向を示す (上杉、1998)。

本層の下位には、南関東全域で大規模な斜交層準があり、この時期 (概略 1.45 万年前) 以降が晩氷期海進期となる。直下の顕著な埋没土層は相模野考古学者により、相模野第埋没土層 B1 と呼ばれることが多い。Y-137 自体は考古学者がハードロームと呼ぶものの本体であり、関東ローム研究グループ (1965) が立川ローム層最上部の青柳ローム部層としたものの一部である。

#### <Y-141-3

本露頭の第 9 層に当たる。南関東のローム台地上では、スコップで削ると“てかてか”と光る締まった黒色土層となる例が多い。黒色土となっていると新富士火山系とする説もあるが、本層は新富士火山系のいわゆる累積性クロボク土ではなく、古富士火山最末期のスコリア質テフラを母材とする非累積性クロボク土と思われる。スコリア礫そのものは、Y-137 ほどではないが、やはり、特徴的にベンガラ色で、緻密な青黒色の岩片を多く含む。

#### <蕩船第一.スコリア S-10・11

本露頭の第 6 層中下部に当たる。気孔が少なく重いスコリア礫で S10 と 11 層に細分できる。多数の熱水変質岩片があるのも大きな特徴である。南関東全域で下位層を切って他生的調和下方浸食型浸食面 Ha・d を形成している。本層前後や本層中、特に S-10 ~ 11 間には、南方天城火山カワゴ平火口噴出の流紋岩質火山灰が挟在する (上杉ほか、1998)。

このため、本スコリア礫間の充填物だけ別に集めて検鏡すると、柱状気孔集合体ガラス Tc、ガラス板に 20 ~ 50% の柱状気孔が着くガラス Cc、平板上に柱状気孔が着くガラス Hc や無気孔厚板 ~ 剥片・塊状ガラス HfI を検出できる。

#### <砂沢スコリア Zu

本露頭の第 5 層に当た観特徴的な青灰色 ~ 青黒色の扁平破断面が多い無気孔スコリア礫が多い。周辺のスコリア礫に比べて、無気孔であるから風化が遅れ、周辺に比して青味の目立つざらざら ~ ボロボロした層をなすので、肉眼的に直ぐに発見できる。但し、この点は、最上部の第一層 (宝永スコリア層) と同じであるから、この両者の判別は難しい。

うめぼし色の高温酸化岩片を多数含む点、最下部が軽石質である点も同じである。層厚は砂沢スコリア Zu の方が薄い。

<S-22

本露頭の第 2 層最下部にある褐色の軽くて固い角柱状大粒スコリア礫から構成される。

仮比重が非常に低く、簡単に水に浮くのが特徴である。弥生時代最初期の指標テフラである。

### 3.2. 富士・箱根両火山の連動噴火図

3-2~3 のテフラ柱状図にあるように両火山は間に風化帯や土壌帯が形成されるような時間間隙をおかずに、フォールユニット単位の時間間隙で連続して噴火している例が多数ある。例えば、Y-81 期、82 期、83 期などの CCP-0 群噴火期、Y-86 期の CCP-3 噴火期、Y-89 期、Y-90 期の CCP-4 噴火期などである。

本露頭だけにしか、こうした断面構成がみられないと言うのでは疑問が残るが、こうした断面構成は箱根火山南西麓の生沢遺跡（静岡県埋蔵文化財研究所、1999）など多数の地点で同様に観察できる。既に述べたように、両火山はほぼ同一の構造地質学的な場に置かれており、同期連動噴火が起こることは何ら不思議ではない。

概略 3200years BP の湯船第一スコリア期（S-10・11 期）の同期連動噴火のように、先に箱根火山が噴火を開始しているかに見える例（上杉ほか、1992）もあるが、多いのは最初に富士火山が噴火し、続けて箱根火山が噴火するタイプである。南海トラフ系大地震と富士火山噴火との関連性は、しばしば注目されるが、これらとフィリピン海プレート北縁部の平山断層～北伊豆断層系、国府津松田断層などの大断層の活動や伊豆系諸火山の噴火活動との同期連動関係をも視野に入れるべきと思われる（上杉、1993）。

## 4. 多数の小断層群、地割れの成因と発生期

### 4.1. 多数の南落ち正断層

写真 3 に典型的に見られるように、本露頭には多数の被覆層を切る小断層がある。表 1 には、これら小断層の走向傾斜や見かけの落差が記載されている。写真 3、表 1 から読みとれるように、小断層の見かけの落差は上位のテフラ層ほど大きく、下位ほど小さい。このことは本露頭の小断層のほとんどが、根なしの小断層群であり、たとえ地下深部に起震断層があったとしても、それに直結していないことを示唆している。但し、小田原市一帯はもともとテフラ岩体を切る小断層・地割れが多い地域ではあるが、どこでも本露頭と同程度に地割れや小断層が

集中しているわけではない。

小田原市の箱根火山山麓傾斜地～台地には東京軽石 TP（Y-76 番テフラ層）、三浦軽石層 MP、安針軽石 AP、小原台軽石 OP などの著名な箱根系軽石層がある。これらの軽石層の直下には厚い埋没土層が形成されている。東京軽石 TP～安針軽石 AP 直下のもはまとめて武蔵野埋没土層 MB と呼ばれてきた（町田、1971）、小原台軽石 OP 直下のもは小原台埋没土層 OB と呼ばれる（町田、1971）、これらの厚い埋没土層は不透水層～難透水層となり、直上の気孔の多い軽石層は保水層～透水層となりやすい。地表からしみこんだ水は、これらの埋没土層直上の気孔の多い軽石層に集中し、軽石は水を含んで粘土化し、軽石層は不均質に局地的に収縮する。時には層厚が 5 分の 1 に収縮することもある。

こうして形成された埋没土層直上の粘土化軽石層は地震動や集中豪雨があるたびに地滑りを起こしやすい。この場合、多くの地滑りは埋没土層面の傾斜方向に動き、二次的～三次的滑り面が厚い粘土質軽石層中に派生し、これより上位の地層は埋没土層面の細かい凹凸に応じて、不均質に引張られ、圧縮され、あるいは左右に横滑りし、様々な被覆層断層群を発生す引数枚の埋没土層間の相対的に地下水圧が強い部分からは多数の割れ日系をつたって、液状化した三浦軽石 MP、安針軽石 AP、小原台軽石 OP などが様々な形状の碎屑性岩脈（clastic dyke）を形成する。

本露頭には東京軽石流 TPf1 以上のソフト～ぼろぼろな地層しか露出せず、武蔵野埋没土層 MB や小原台埋没土層 OB が露出しなかった。滑り面は一番高度が低い西端埋没谷部分（図 4B）でしか観察できなかった。表 1 や写真 2 に示した小断層群は、こうした地滑り面よりは上位の展張場での正断層群と思われる。

ところで、本露頭の小断層群の圧倒的多数は南落ちである。図 1B にあるように、本露頭域の地表部は北傾斜であり、北落ちの正断層が増えることが期待されるが、実際には南落ち正断層が圧倒的に多かった。これについては、深い部分の武蔵野埋没土層 MB が南落ちとなっている可能性、複数の平行する地すべり性小断層間の微細なアンチセチックな正断層群である可能性など、様々なケースが想定される。この点は、前述の北東側直線谷の成因、多数のマイクロリニアメントの成因とともに今後の課題となる。

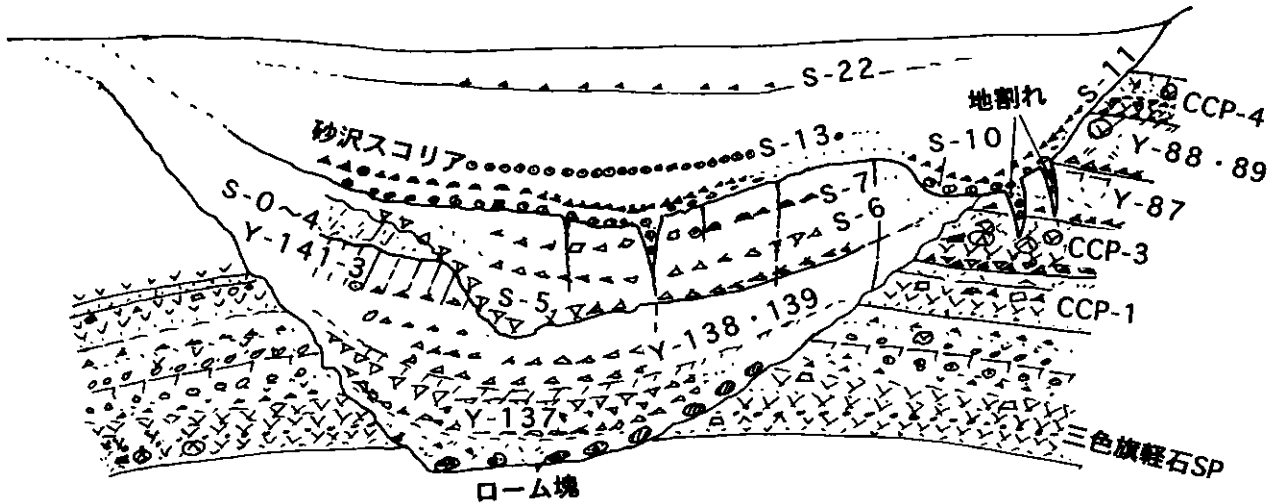


図 4A 「子供のもり」公園造成地南壁露頭中央の埋没谷  
Fig.4A Cross section of the central fossil valley. See Fig.2 for location.

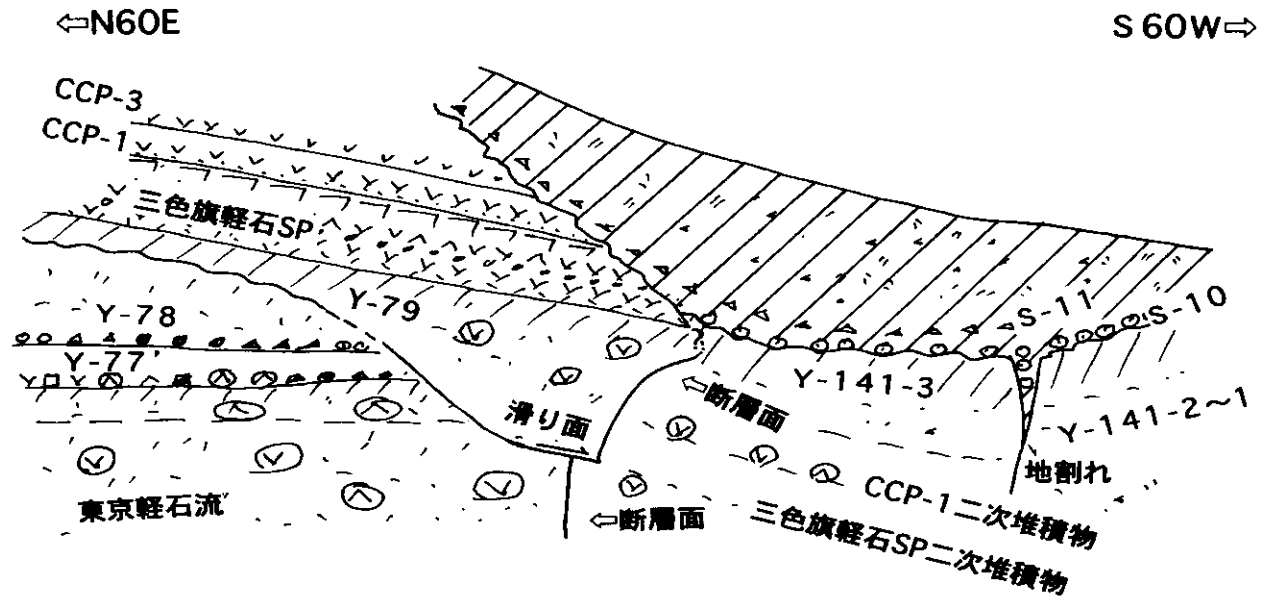


図 4B 「子供のもり」公園造成地南壁露頭西端の埋没谷  
概略的年代

S-22 : 2200 years BP, S-13 : 2850 years BP, S-10 : 3200 years BP, S-7 : 3700 years BP, S-5 : 5000 ~ 4500 years BP, S-0 : 10500 ~ 6200 years BP, Y-141-3 : 11200 ~ 11700 years BP, Y-137-1 ~ 4 : 1.45 ~ 1.35 万 years BP, CCP-4 : 4.1 万 years BP, CCP-3 : 4.5 万 years BP, CCP-1 : 4.6 万 years BP, 三色旗軽石 SP : 4.9 万 years BP, 東京軽石 TP : 5.2 万 years BP

Fig.4B Cross section of the western edge fossil valley. See Fig.2 for location.

#### 4.2. 地割れ・小断層群の発生期

表 1、写真 3 にみられる多数の小断層群の発生期を火山灰層序学的に知るには地震動が生じた時期前後のテフラ群がなければならぬが、写真位置以上のテフラ群は、残っていなかった。断層の発生期は第 18 層 (CCP-4') 以降としかわからない。

図 4A、B は、それぞれ、中央埋没谷と西端埋没谷の露頭スケッチである。ここから、2 つの地震動発生期が読みとれる。まず、西端埋没谷スケッチからは以下のような地史が読みとれる。

1) 東京軽石流 TPfl の流下と谷埋め、2) Y-79 ~ Y-78

間の浸食谷の形成、3) Y-79 ~ CCP-3 (チョビヒゲ軽石) などの堆積、4) これらを切る浸食谷の形成、5) これらの浸食谷の埋没 (二次堆積の三色旗軽石 SP や CCP-1 などが堆積する)、6) Y-141 期、あるいはそれ以前のこれら埋没谷の固定、7) 断層の発生とそれによる上記埋没谷側の沈降、Y-79 下面での地滑り発生による断層面の切断 ~ 屈曲、8) S-10 期以前の浸食谷の形成と S-10 期直前の浸食谷の安定化、9) S-10 テフラ層の降下とほぼ相前後する地震の発生による安定化浸食谷斜面での地割れの発生、S-10 スコリア礫の地割れへの落ち込み、10) S-11 の降下堆積と地割れの被覆。

次に、中央埋没谷スケッチからは以下のような地史が読みとれる。

1) Y-137 降下以前に浸食谷形成が続き、Y-137 降下直前に浸食谷が安定斜面化、2) Y-137、Y-138・139、Y-141-1~2、Y-141-3 などが、多少は下位や側面を切りながらも、全体としては、この浸食谷を埋積、3) 新しい浸食谷がほぼ同じ場所に形成され、S-10 直前に斜面安定化、4) S-10 テフラの降下とほぼ相前後する地震の発生による安定化浸食谷での地割れの発生と S-10 スコリア礫の地割れへの落ち込み、5) S-11 の降下堆積と地割れの被覆。

以上のような地史のシナリオから、2 つの地震動発生期が読みとれる。一つは西端埋没谷から読みとれる Y-140~S-10 期、もう一つは、西端埋没谷と中央埋没谷双方から読みとれるほぼ S-10 期前後である。

前者については、周辺地域の地割れ発生期~噴火期の例などを考えると Y-138~140 期(小田原市諏訪ノ原など)、Y-141-3~S-0-1 期間(1.05 万 years BP; 平山断層 平山: 上杉、米沢、1987; 上杉ほか、1996b)、S-0-3 期直前(92 years BP; 富士東方すぎな沢: 上杉ほか、1996a)、S-0-4 期直前(7500 years BP; 同左: 上杉ほか、1996a; 上杉ほか、1992)、S-2 期直前(6100 years BP; 同左: 上杉ほか、1996a)などが候補となるが、この西端埋没谷では S-10 期直前の浸食面で証拠が消されており、これ以上の特定は出来ない。

#### <S-10 期頃の地割れ発生

後者の 2 つの埋没谷からともに読みとれる地割れ発生期である S-10 期頃というのは、周辺地域で地殻変動~火山噴火が相次いだ時期であった。図 1A 地点 2 の姥子では S-9 期終了後に、箱根火山神山崩れ・芦ノ湖再生 箱根火山大湧谷火砕流 富士火山 S-10 スコリア噴出・地割れ発生 天城火山カワゴ平軽石(KGP)噴出、北方に降下堆積 富士火山 S-11 スコリア噴出という連続的な地震動・火山噴火があった(大木、袴田、1975; 上杉ほか、1992)。実はほとんど同時期に大島火山でも浸食谷を覆って O15(概略 3250~3150 years BP)、O14(概略 3150~3050 years BP)と大規模な噴火が開始され、この両テフラ層中には天城火山からのカワゴ平軽石 KGP の繊維状発泡ガラス、薄片状ガラスが多数認められる(上杉ほか、1994)。

富士火山東斜面 1440m 地点の太郎坊では、宮地(1996)により S-10 スコリア降下直前の地割れが発見されている。愛鷹火山南東麓の桃沢川西岸上長窪の桜畑上遺跡でも S-10 期頃に地割れが発生し、S-11・12 に覆われている。神奈川県綾瀬市吉岡遺跡では S-9~10 期間に地割れ崩落が発生した(上杉ほか、1996d)。富士火山北方相模川上流の大月遺跡でも 1996 年 6 月の第 8 次調査の際に、S-10・

11 降下前に地滑りや地割れが発見された。

本露頭で発見された地割れ(概略 3200~3000 years BP)は、まず第一に箱根火山神山が噴火し、芦ノ湖が再生するという事象の傍証であり、第二に、広範に大規模火山活動・地震動が相次いだ一種の天変地異期(上杉、1992)の傍証でもある。

#### 5. まとめと今後の課題

小田原市久野「子供のもり」公園造成地雨壁露頭(図 1・2)には東京軽石流 TPfl から宝永スコリア層までの 34 層のテフラが観察された(図 3-2~3、写真 1・2)。この断面では富士火山系、箱根火山系のテフラが、しばしば、フォールユニット単位の時間間隔しかおらずに、続けて堆積していた。また、この露頭では多数の小断層群が発見された(写真 3、表 1)。また、地割れ・小断層の発生期が 2 期認められた(図 4A、B)。一つは 1.3~0.75 万年前であり、もう一つは芦ノ湖が発生した概略 3200~3000 年前であった。

写真 1 掲載の根なしの小断層群の発生期は、以上の 2 期のいずれかである可能性が高い。しかし、この露頭の東翼部にだけ、これ以外の時期の地震動が記録されている可能性が全くないわけではない。今後、地域を広げて確認する必要がある。

#### 謝 辞

この露頭の重要性に最初に気づかれたのは小田原市在住・大類正久氏であった。氏から連絡を受けた小田原市は調査を神奈川県温泉地学研究所に依頼し、本露頭の記載保存が進められることとなった。ここに記して大類正久氏に感謝の意を表します。

本露頭の調査記載に当たっては、小田原市公園緑地課及び神奈川県温泉地学研究所の伊東博、棚田俊牧の両氏にご協力をいただいた。

静岡県埋蔵文化財調査研究所の笹原千賀子、前嶋秀張、加藤勝仁、岩崎しのぶ、佐野暢彦、小田原市教育委員会の諏訪 順、明治高校の由井将雄、山梨県埋蔵文化財センターの笠原みゆき、伊藤伸一、小林浩二、長沢宏昌の各氏には、未公表資料の一部使用をお認めいただくなど大変お世話になりました。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献

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指標テフラ層—特性記載とそれに関する諸問題—, 第四紀研究, 16(1), 19-40.

- 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 airfall deposits case of the HIRAYAMA fault, south of TANZAWA mountains, Central Japan, since 21,500 years B.P. J. Geophys. Res. 92 (B10), 10683 - 10695.
- 泉 浩二、木越邦彦、上杉陽、遠藤邦彦、原田昌一、小島泰江、菊原和子 (1977) 富士東麓の沖積世ローム層の代, 第四紀研究, 16(2), 87-90.
- 神奈川県教育委員会 (1980) 5 万分の 1 地質図幅「御殿場・小田原」.
- 叶内敦子、杉原重夫 (1994) 蛇石大石湿原 40m コアの層序と花粉分析, 日本第四紀学会講演要旨集, 24, 58-59. 関東ローム研究グループ (1965) 関東ローム—その起源と性状, 築地書館, 378 頁.
- 木宮一邦、狩野謙一 (1987) 箱根火山北西麓でのボーリング結果とそのテクトニックな意義, 地震学会春季予稿集, 1, 98.
- 小林 淳 (1999) 箱根火山の最近 5 万年間のテフラ層序と噴火史, 第四紀研究, 38 (4), 327-343.
- 久野 久 (1972) 箱根火山地質図説明書, 久野久原著「箱根火山地質図説明書」再版委員会, 大久保書店, 52 頁.
- 町田 洋 (1971) 南関東のテフロクロノロジー(1) - 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), 1-20.
- 町田 洋、新井房夫 (1992) 火山灰アトラス[日本列島とその周辺], 東大出版会, 276 頁.
- 町田 洋、鈴木正男、宮崎明子 (1971) 南関東の立川・武蔵野ロームにおける先土器時代遺物包含層の編年, 第四紀研究, 10 (4), 290-305.
- 松田時彦 (1972) 1930 年北伊豆地震の地震断層, 星野通平、青木斌編, 伊豆半島, 東海大学出版会, 73-93.
- 皆川紘一 (1968・1969) 相模川山間部のローム層と第四紀地史, 第四紀研究, 7, 101-108; 8, 1-9.
- 宮地直道 (1996) 富士山東斜面に分布する新富士火山のテフラと熔岩, 日本第四紀学会編, 第四紀露頭集—日本のテフラ, 日本第四紀学会, 242.
- 中村俊夫、岡重文、坂本亨 (1992) 東京軽石流堆積物中の炭化木片の加速器質量分析計による放射性炭素年代, 地質学雑誌, 98 (9), 905-908.
- 大木靖衛、袴田和夫 (1975) 箱根芦ノ湖誕生のなぞをさぐる, 国土と教育, 30, 2-9.
- 静岡県埋蔵文化財調査研究所 (1999) 生茨沢遺跡, 静岡県埋蔵文化財調査研究所調査報告, 第 114 集, 56 頁.
- 高橋正樹、小山真人 (1993) 伊豆半島は衝突したか? マグマ活動からのアプローチ, 日本地質学会等第 100 年学術大会講演要旨, 91.
- 上杉 陽 (1990) 富士火山東方地域のテフラ標準柱状図 - その 1: S-25 ~ Y-114, 関東の四紀, 16, 3-28.
- 上杉 陽 (1992) 南関東テフラから見た天変地異, 月刊地球, 1992 年号外 No. 5, 102-106. 上
- 杉 陽 (1993) 富士火山のテフラ層序学的噴火予測, 第四紀研究, 32, 5, 271-282.
- 上杉 陽 (1998) 富士吉田市の地史, 富士吉田市市史編纂事務局編, 富士吉田市史, 史料編第一巻[自然考古], 139-399.
- 上杉 陽 (1999) 火山灰に見る自然環境, 松浦秀治、上杉陽、藁科哲男編, 考古学と年代測定学・地球科学, 同成社, 195-228.
- 上杉 陽、土肥由美子、佐藤仁美、伊藤ひろみ、宮地直道 (1996a) 富士山東麓すぎな沢の更新世最末期~完新世テフラ群 - 特に富士黒土層について -, 日本第四紀学会編, 第四紀露頭集 - 日本のテフラ, 日本第四紀学会, 241.
- 上杉 陽、伊藤谷生、米澤宏、染野誠、千葉達朗、狩野 謙一 (1996b) 伊豆半島北縁の平山断層 - テフラからみた変遷史 -, 日本第四紀学会編, 第四紀露頭集 - 日本のテフラ, 日本第四紀学会, 210-211.
- 上杉 陽、木越邦彦 (1986) 富士黒土層の 14C 年代, 火山, 第 2 集, 31 (4), 265-268.
- 上杉 陽、御堂島正、上本進二、木村吉行、阿部友寿、柏木善治 (1996c) 神奈川県丹沢山地南東縁、神戸・上宿遺跡のテフラ層位, 日本第四紀学会編, 第四紀露頭集 - 日本のテフラ, 日本第四紀学会, 198.
- 上杉 陽、小沢清、長瀬和雄、山本幸子 (1998) 神奈川県伊勢原断層トレンチで検出された縄文中期軽石質火山灰, 日本第四紀学会講演要旨集, 28, 78-79.
- 上杉 陽、白石浩之、上本進一、砂田佳弘、米澤宏、由井将雄 (1996d) 神奈川県綾瀬市蟹ヶ谷、吉岡遺跡群のテフラ層位, 日本第四紀学会編, 第四紀露頭集 - 日本のテフラ, 日本第四紀学会, 199.
- 上杉 陽、新川和範、木越邦彦 (1994) 伊豆大島火山千波崎地層切断面露頭群のテフラ - 標準柱状図 -, 第四紀研究, 33(3), 165-187.
- 上杉 陽、津久井雅志 (1985) 富士系テフラの鉱物組成の変遷 (講演要旨), 火山, 第 2 集, 30(2), 116.
- 上杉 陽、米澤宏 (1987) 伊豆半島北縁平山断層の活動期, 地震, 40, 122-124.
- 上杉 陽、米澤宏、開原志寿江、中村仁子、岩井郁乃 (1980)

富士山東麓の古期テフラ累層,自然と文化(平塚市博物館  
研究報告), (3), 33-46.

上杉 陽、米澤宏、宮地直道、千葉達朗、肥田木守、細  
田一仁、米澤まどか、由井将雄(1992)富士系火山泥  
流のテフラ層位,関東の四紀, 17, 1-19.

上杉 陽、米澤宏、上本進二(1995)道志川中下流青野  
原バイパス関連遺跡の降下火山碎屑物層位について,か  
ながわ考古学財団調査報告, 5, 8-24.

由井将雄(1983)箱根火山西麓のテフラ層序, 関東の四  
紀, 10, 21-32.