

平成16年度 地震関係基礎調査交付金

京都府活断層調査

[京都大学桂キャンパス地区調査]

成果報告書

平成17年3月

京 都 府

目 次

1 . 調査概要	1
1 . 1 調査件名	1
1 . 2 調査目的	1
1 . 3 調査期間	1
1 . 4 調査数量	1
1 . 5 調査委員会の構成	1
1 . 6 調査機関	1
1 . 7 調査業者	1
1 . 8 調査結果の概要	2
2 . 調査内容	3
2 . 1 既存ボーリングデータの収集・整理	4
2 . 2 露頭調査	4
3 . 調査結果	7
3 . 1 既存ボーリングデータの収集・整理結果	7
3 . 2 露頭調査結果	1 2
4 . まとめ	2 3
4 . 1 露頭調査結果	2 3
4 . 2 檜原断層の活動性	2 5
4 . 3 調査地域の地質的意味	2 9
参考文献	3 2
巻末資料	
火山灰分析結果	1
花粉分析結果	1 6
フィッシュントラック年代測定結果	2 2

以 上

1 . 調査概要

本調査の概要は、以下のとおりである。

1.1 調査件名

平成16年度地震関係基礎調査交付金

京都府活断層調査(三峠・京都西山断層帯の調査)

1.2 調査目的

本調査の目的は、三峠・京都西山断層帯に属する榎原断層や西山断層などの断層の活動性や基本的性状を把握することである。そのため、榎原断層、西山断層、およびその周辺地域における既存調査資料を収集整理するとともに、京都大学桂キャンパスDクラスター地区の造営に伴って出現した露頭の観察およびその地質層準を特定するために各種の試料分析を行った。

1.3 調査期間：平成16年9月10日～平成17年3月24日

1.4 調査数量：地形地質調査 一式

ボーリング柱状図資料 40資料程度以上

露頭調査 3箇所程度以上

1.5 調査委員会の構成：表-1に示すとおりである。

表-1 京都府活断層調査委員会

	氏名	所属
委員長	岡田篤正	京都大学大学院理学研究科教授
副委員長	植村善博	佛教大学文学部教授
委員	尾池和夫	京都大学総長
	東郷正美	法政大学社会学部教授
	梅田康弘	京都大学防災研究所地震予知研究センター教授
	竹村恵二	京都大学大学院理学研究科教授
	吉岡敏和	独立行政法人産業技術総合研究所活断層研究センター 活断層調査研究チーム長
	堤 浩之	京都大学大学院理学研究科助教授

1.6 調査機関：京都府総務部防災室

1.7 調査業者：株式会社 阪神コンサルタンツ

1.8 調査結果の概要：調査結果の概要をまとめると以下のとおりである。



図 - 1：調査概略位置図

図 - 1 に示す露頭調査地域は櫻原断層の500～600m西側に位置し、観察されるおもな地質種類は丹波層群に属する基盤岩と、それを不整合に覆って分布する大阪層群であり、これらの両者には複数の正断層が観察される。

露頭観察の結果、基盤岩の直上に分布する大阪層群より3枚の火山灰が識別された。火山灰分析、花粉分析、フィッシュトラック年代測定などの分析結果より、それぞれ下位よりピンク火山灰、および光明池火山灰、上桂火山灰などに対比される可能性の高い火山灰であり、これまでの地質情報と整合する結果として得られた。これらの結果より、基盤岩を不整合に覆って分布する地層は、大阪層群海成粘土のMa2相当層準に対比されることが確実と判断される。また、花粉分析結果においても、メタセコイアを明確に含有する結果が得られており、Ma3よりも明らかに下位の層準を示すことより、これも矛盾のない結果となっている。

一方、基盤岩と大阪層群に影響を与える正断層群は、櫻原断層によって生じた隆起帯における引っ張り応力場に生じた正断層と推定され、その変位は露頭観察および火山灰層序との関係より、Ma2相当層準より上位の地層には影響を与えていないことが明らかとなった。

なお、既存資料として収集したボーリング柱状図データは、上記の露頭調査地域に含まれる資料はわずかであり、今後における広域的な地質解析資料に対する基礎資料としたい。

2 . 調査内容

本活断層調査は、三峠・京都西山断層帯のうちの榎原断層周辺地域を対象として、ボーリング柱状図を主体とする既存データを収集解析するとともにそれらのデジタルデータベース化を行うとともに、図 - 2 に示す京都大学桂キャンパスDクラスター地区において敷設されている工事用道路沿いに露出する切土法面を対象として露頭調査を実施した。各調査内容および方法について以下にまとめる。

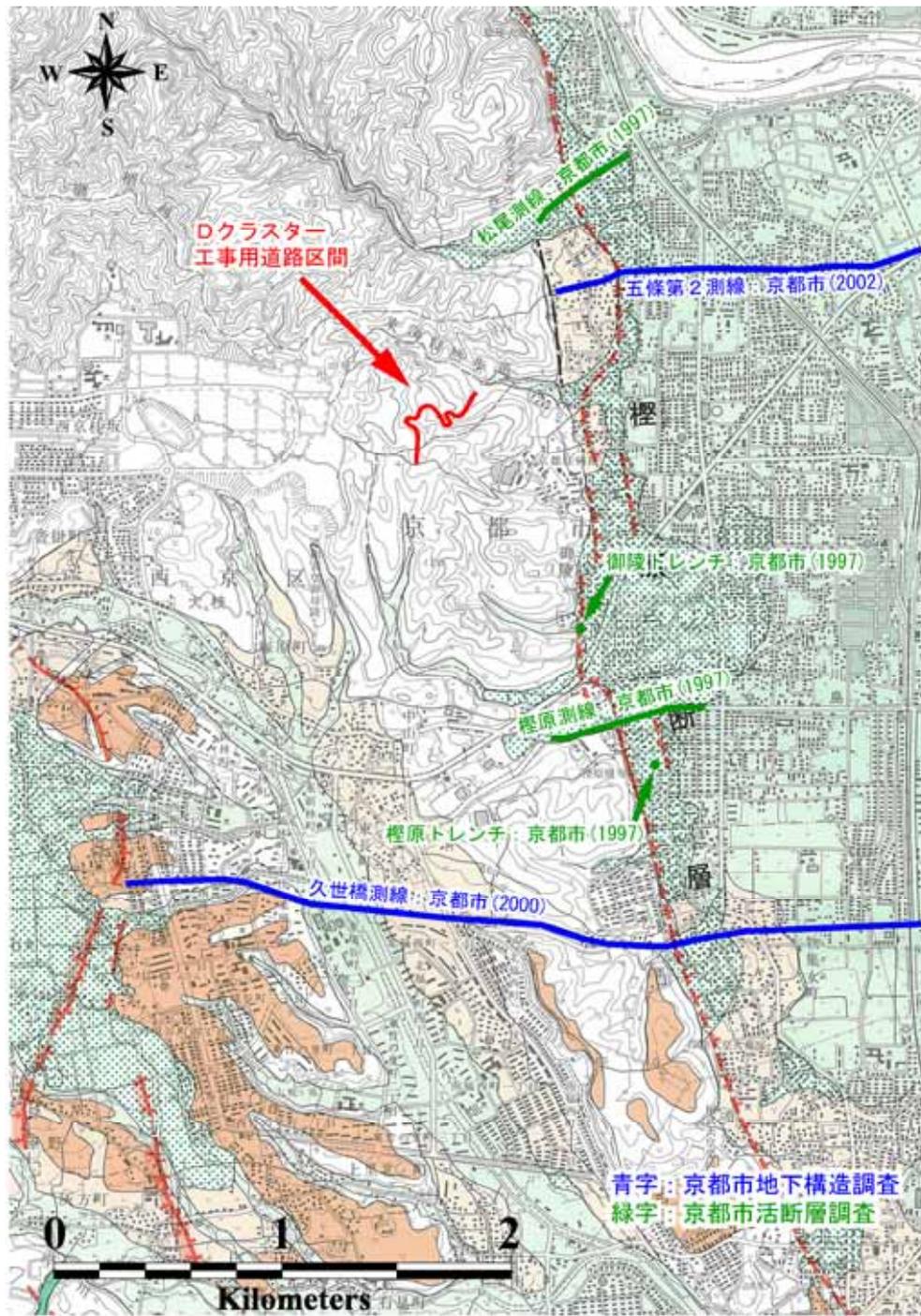


図 - 2 調査概要位置図

2.1 既存ボーリングデータの収集・整理

京都大学桂キャンパスの建設に伴って実施されたボーリング調査結果報告書を収集し、ボーリング柱状図のデジタルデータ化を行った。データ化の対象とした項目は、おもに土質種類および標準貫入試験(N値)である。

2.2 露頭調査

露頭調査は、露出する切土法面を肉眼観察することによって地層の特徴を把握し、調査地域の地質構造を明らかにすることを目的とする。本調査では、肉眼観察において火山灰起源と思われる地層が大阪層群中に見出されたため、その地質年代特定のため、火山ガラスの屈折率測定などの火山灰分析を実施した。また、花粉分析やフィッシュトラック年代測定などの分析を併用し、調査地域に分布する大阪層群のより精度の高い年代の決定を試みた。

以下に各試料分析の概要と方法を簡略にまとめる。

(1) 火山灰分析

火山灰は、一般に広域に分布してほぼ同時に堆積するため、降灰年代が判明している火山灰との対比を行うことにより、火山灰を含む地層の形成年代をほぼ特定することができる。以下に分析内容を概述する。

前処理・粒子組成分析

試料を 120～250 メッシュ(1/8～1/16mm)に粒度調整するために、流水中で洗浄およびふるい分けを行う。ふるい分けした極細砂粒子を屈折率 1.545 の光硬化樹脂で封入し、プレパラートを作成する。作成したプレパラートを顕微鏡観察し、約 10,000 粒子の組成を把握し、火山ガラスの形態分類を行う。

火山ガラス・鉱物の屈折率測定

テフラ起源と推測される火山ガラス、斜方輝石、角閃石は、温度変化型屈折率測定装置(MAIOT)を用いて屈折率を測定する。1 試料あたり 30 個の火山ガラスおよび鉱物それぞれを測定するが、含有量の少ない試料ではそれ以下になる場合もある。

温度変化型屈折率測定法は、火山ガラスと浸液の屈折率が合致した温度を測定することにより、各浸液ごとに決められた浸液温度と屈折率の換算式から火山ガラスの屈折率を計算して求める方法である。

エネルギー分散型 EPMA 法

火山ガラスや鉱物試料にエネルギー分散型 X 線マイクロアナライザー(EMAX-5770)を用いて電子線を照射すると、各元素に固有のエネルギーを持つ特性 X 線が発生する。この特性 X 線の波長あるいはエネルギーのスペクトルを半導体検出器において検出・計測し、試料の元素組成を決定する分析法である。

(2) 花粉化石分析

堆積物は、種子植物やシダ植物などから放出された花粉あるいは胞子の化石を含むことがある。花粉および胞子の形態は個々の植物群により特異的であるので、それから母植物群を知ることができる。これら植物群の質的あるいは量的構成を知ることにより、過去の植生を復元し、堆積当時の気候や古環境の推定が可能となり、さらに特徴的な植物種を検出することによって、地層の堆積年代を推定できる場合がある。

前処理

2～3g 程度の試料中に含まれる腐植物を除去するため、10%水酸化カリウム水溶液中において加熱処理して、水洗する。試料中に含まれる無機物は、50%フッ酸処理により溶解除去する。水洗、酢酸による脱水の後、アセトリシス処理（無水酢酸：濃硫酸 = 9：1 を混合した溶液による加熱処理）を行って有機物、花粉の内容物、付着物を除き、水洗した後、グリセリンに浸し保存する。

グリセリンに浸した化石花粉集合標本を含む溶液を適度な濃度に調整し、スライドグラス上に1滴たらしめてサフランin-Oで染色後、カバーグラスをかけて検鏡のためのプレパラートを作成する。

花粉化石組成

光学顕微鏡でプレパラート全面を観察し、花粉および胞子を同定する。樹木花粉が200個を超えなかった場合はさらにもう1枚プレパラートを作成し、計数を行う。

(3) 珪藻化石分析

珪藻は珪質の殻をもつ単細胞植物プランクトンの一種で、主に河川や湖沼などの淡水域と、河口、沿海、外洋などの汽水もしくは海水域に生息する。珪藻化石分析は堆積物中に含まれている珪藻化石を抽出し、堆積物生成当時の水域の環境を推定する方法である。

珪藻は水域の水溫、塩分濃度、酸性度などの環境要因に対応した種類が、各々の環境許容範囲の中で生息している。抽出された珪藻化石を分析することによって堆積物生成当時の水域の環境を復元することができ、淡水成層か海水成層かの判定も可能となる。

前処理

1g程度の試料を泥化させるために15%過酸化水素水に浸し、その後、石灰質分を溶解させるために塩酸処理を行い、水洗を繰り返す。蒸留水を加えて粗粒粒子が沈殿した後、ただちに駒込ピペットで沈殿した懸濁液を吸い取る。吸い取った懸濁液をカバーグラス上に適量移し、乾燥させ、封入剤（ブルーラックス、マウントメディアなど）を使ってスライドグラスにカバーグラスを張り付けてプレパラートを作成する。

珪藻化石組成

プレパラートを生物顕微鏡（200倍）で観察し、珪藻化石の準定量的な産出頻度と海生種および淡水生種の量比を調べ、堆積環境の推定を行う。

(4) フィッショントラック年代測定

火山灰や岩石中に含まれるジルコンやカンラン石、火山ガラスなどの鉱物には、微量ながらウランが含まれており、天然ウラン中の 99.3%をしめる ^{238}U は、ごくまれに原子が自発核分裂を起こす。この自発核分裂によって生じた ^{238}U の核分裂片(フィッション)が岩石中を通過するとき飛跡(トラック)を残す性質を利用して年代を求めるのが、フィッショントラック法である。

フィッショントラックは岩石が生成したときから蓄積し始めるので、内部に残っている ^{238}U の量とフィッショントラックの数から岩石の年代を計算することができる。さらに、フィッショントラックは熱によって消失するので、人為的な加熱や火山の噴火後に形成されたトラック数からそれより後の年代を知ることができる。約 1 万年より古い年代が測定可能であり、10 万年以上前の年代測定によく用いられる。

前処理(ジルコンの場合)

粉碎した岩石試料や火山灰を 60~200 メッシュでふるい分けを行い、ふるい分けした試料の中で軽い粒子を、水ひにより除去する。得られた試料を重液(プロモホルムなど)に浸して重鉱物を取り出し、取り出された重鉱物をアセトンやアルコールなどで充分洗浄する。得られた重鉱物試料は、ハンドマグネットにより強磁性鉱物を除去し、電極分離器を用いてジルコンを得る。

火山ガラスの場合は、加熱を避けること以外はとくに注意する点はない。

測定

前処理により得られた鉱物を上下に切り分け、下の部分の切断面を研磨し、研磨面に誘導核分裂によるトラックを検知できるフィルム(雲母の薄層など)を貼付けて、原子炉の中で中性子を照射する。この時、 ^{238}U は影響を受けないが ^{235}U は誘導核分裂を起こし、この核分裂による飛跡(トラック)は、鉱物内から研磨面を横切って検知フィルムにも痕を残す。この後、研磨面をエッチングすると、 ^{238}U の自発核分裂によるトラックと ^{235}U の誘導核分裂によるトラックの両方があらわれる。一方検知フィルムには ^{235}U 誘導核分裂によるトラックのみがあらわれる。誘導核分裂によるトラック数からは鉱物内のウランの量が分る。 ^{238}U の自発核分裂によって生じたトラック数と比較すると、フィッショントラック年代が求められる。

3. 調査結果

3.1 既存ボーリングデータの収集・整理結果

京都大学桂キャンパスの建設に伴って実施されたボーリング調査結果の収集、および整理を行って、柱状図のデジタルデータベース化を行った。収集整理したボーリング柱状図は表 - 2 にまとめるとおりであり、柱状図位置図およびボーリング柱状図を図 - 3 に示すとともに、南北方向に作成した柱状断面図を図 - 4 に示す。図 - 4 に示されるように、基盤岩深度(標高)は断面の北端で約 200 m、南端で約 70 m となり、南部ほど低い標高に分布する傾向が見られる。

なお、既存資料として収集したボーリング柱状図データは、図 - 3 に示すように、露頭調査地域に含まれる資料がわずかであり、露頭調査地域の地質解析に対して有効とはならなかった。今後における広域的な地質解析資料に対する基礎資料として、図 - 5 にまとめて示す。

表 - 2 (1) ボーリング柱状図データ一覧表 : 1

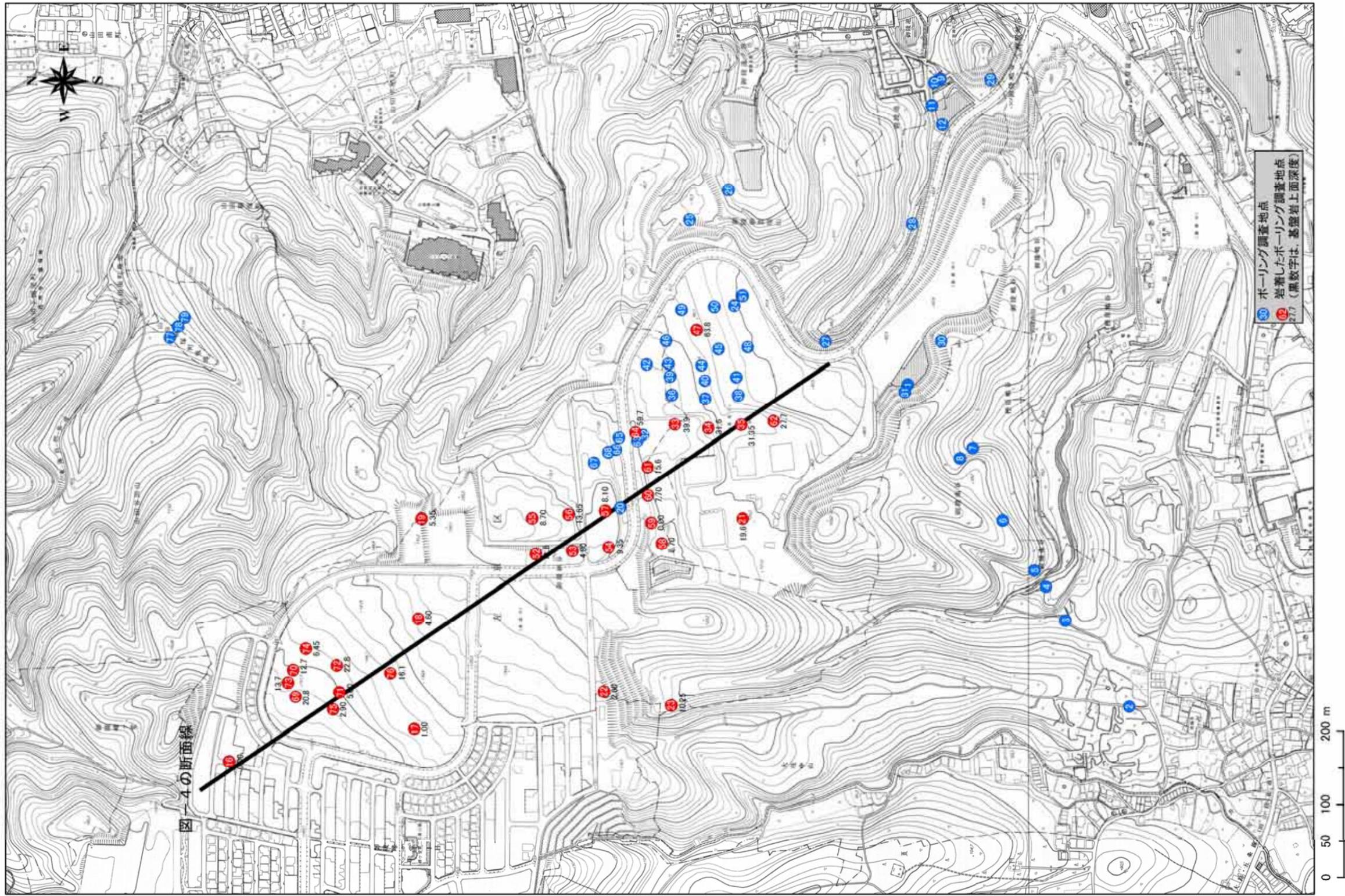
No.	x	y	z	掘削深度	孔番	報告書名	実施年
1	-113835.403	-28787.326	95.170	30.200	B-1	(仮称)京都西部地区地盤調査	S.61
2	-114138.293	-29226.055	92.360	20.300	B-2	(仮称)京都西部地区分水路地盤調査	S.62
3	-114050.716	-29108.844	80.690	17.450	B-3		
4	-114024.522	-29062.807	67.550	15.200	B-4		
5	-114008.675	-29040.862	80.480	15.250	B-5		
6	-113965.151	-28972.599	84.870	15.200	B-6		
7	-113923.876	-28873.645	74.850	9.500	B-7		
8	-113906.414	-28887.932	82.550	9.250	B-7-(2)		
9	-113880.121	-28370.571	50.630	10.000	B-8		
10	-113871.654	-28375.599	50.920	10.000	B-9		
11	-113867.950	-28406.290	54.990	13.600	B-13		
12	-113882.502	-28433.013	53.450	12.800	B-14		
13	-126671.023	-27049.992	32.600	15.050	B-10		
14	-126680.436	-27055.126	39.400	19.600	B-11		
15	-126688.565	-27071.812	41.330	20.300	B-12		
16	-112907.624	-29301.661	182.650	20.000	B-1		
17	-113160.944	-29256.483	153.060	20.000	B-2		
18	-113166.591	-29106.427	123.500	10.000	B-3		
19	-113170.625	-28970.086	145.420	20.000	B-4		
20	-113442.500	-28955.565	131.530	20.400	B-5		
21	-113609.847	-28969.817	129.990	30.000	B-6		
22	-113420.153	-29205.658	108.940	10.000	B-7		
23	-113512.042	-29225.020	104.000	10.250	B-8		
24	-113598.338	-28679.215	105.340	20.500	B-9		
25	-113537.067	-28562.182	69.870	15.000	B-10		
26	-113590.076	-28521.565	67.220	15.000	B-11		
27	-113722.943	-28728.782	67.870	15.250	B-12		
28	-113841.353	-28567.690	60.410	10.000	B-13		
29	-113948.377	-28371.645	78.200	45.220	B-14		
30	-113881.281	-28728.093	95.150	25.420	B-15		
31	-113831.026	-28797.624	100.620	25.400	B-16		

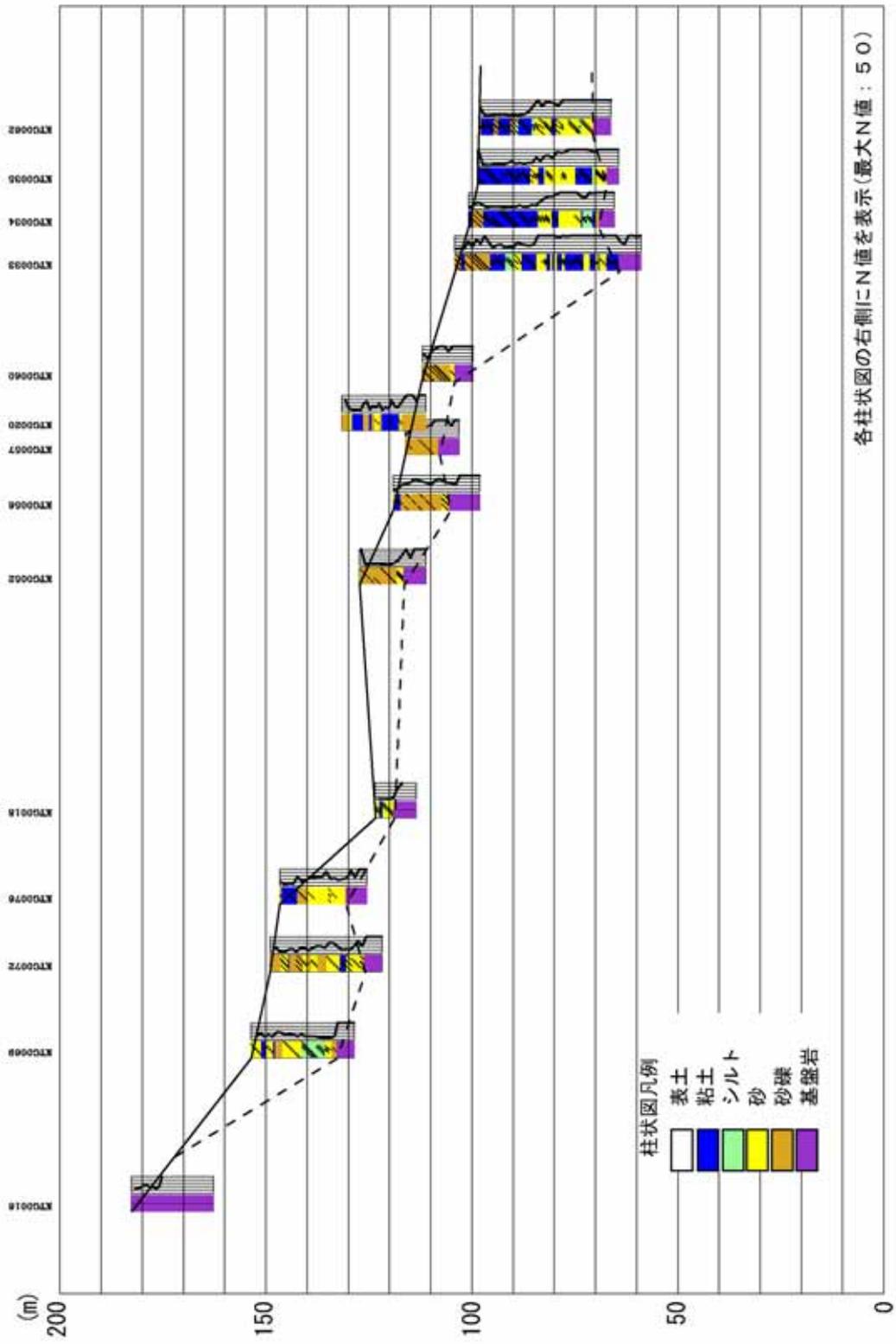
ただし、位置座標系は平面直角座標第 一系(日本測地系)である。

表 - 2 (2) ボーリング柱状図データ一覧表 : 2

No.	x	y	z	掘削深度	孔番	報告書名	実施年
32	-113473.275	-28856.115	108.400	23.390	1	京都大学 (桂)総合研 究棟 等新 営に伴う地 盤調査等	H.12
33	-113516.998	-28841.513	104.200	45.320	2		
34	-113562.791	-28846.803	100.730	35.250	3		
35	-113607.549	-28842.147	98.630	34.200	4		
36	-113512.880	-28801.728	104.000	43.500	5		
37	-113558.651	-28807.018	99.710	38.250	6		
38	-113603.410	-28802.362	93.800	42.250	7		
39	-113510.274	-28776.362	103.250	43.420	8		
40	-113558.043	-28782.152	98.890	36.380	9		
41	-113600.823	-28777.496	95.960	48.250	10	京都大学 (桂)総合研 究棟 等新 営に伴う地 盤調査等	H.12
42	-113478.383	-28760.073	104.330	35.450	11		
43	-113508.205	-28758.969	102.570	47.500	12		
44	-113553.248	-28761.331	98.950	41.500	13		
45	-113576.791	-28738.781	95.400	30.350	14		
46	-113505.101	-28727.130	101.120	30.430	15		
47	-113546.817	-28712.528	97.000	69.250	16		
48	-113616.377	-28735.641	90.650	42.250	17		
49	-113525.823	-28684.762	97.630	40.430	18		
50	-113570.807	-28680.782	94.560	42.500	19		
51	-113609.334	-28666.017	89.460	51.350	20		
52	-113327.084	-29018.179	127.210	16.020	21		
53	-113376.815	-29014.003	123.490	10.430	22		
54	-113426.547	-29008.832	119.490	15.070	23		
55	-113321.910	-28969.446	123.800	14.160	24		
56	-113371.641	-28964.273	119.160	21.040	25		
57	-113421.577	-28959.621	116.240	13.070	26		
58	-113499.065	-29004.326	110.690	10.020	27		
59	-113484.780	-28975.785	113.500	5.300	28		
60	-113480.090	-28938.688	111.940	12.200	29		
61	-113479.840	-28900.037	107.250	20.300	30		
62	-113652.307	-28837.491	98.240	32.000	31		
63	-113465.926	-28863.889	110.850	35.500	A		
64	-113463.082	-28853.184	110.570	60.230	B		
65	-113440.316	-28859.772	110.690	36.500	D		
66	-113436.101	-28875.917	110.140	35.500	E		
67	-113406.486	-28894.115	117.000	30.450	1	京都大学桂団地 基幹・環境整備(陸 橋等)工事	H.14
68	-113426.185	-28879.636	111.205	22.450	2	京都大学桂 団地総合研 究棟 新営 に伴う地盤 調査等	H.14
69	-112998.925	-29212.663	153.610	25.000	1		
70	-112995.175	-29176.054	152.120	24.000	2		
71	-113058.613	-29206.548	149.130	22.000	3		
72	-113054.863	-29169.940	148.910	27.000	4		
73	-112988.312	-29193.445	152.520	22.000	5		
74	-113012.559	-29147.534	147.940	18.000	6		
75	-113049.933	-29229.753	151.970	22.000	7		
76	-113128.246	-29180.564	146.630	21.000	8		
77	-112826.618	-28723.037	57.700	10.300	1	京都大学桂キャン パスロクスター調 整池設計に伴う地 盤調査	H.16
78	-112837.809	-28707.682	55.100	10.500	2		
79	-112847.055	-28694.994	60.700	10.500	3		

ただし、位置座標系は平面直角座標第 系(日本測地系)である。





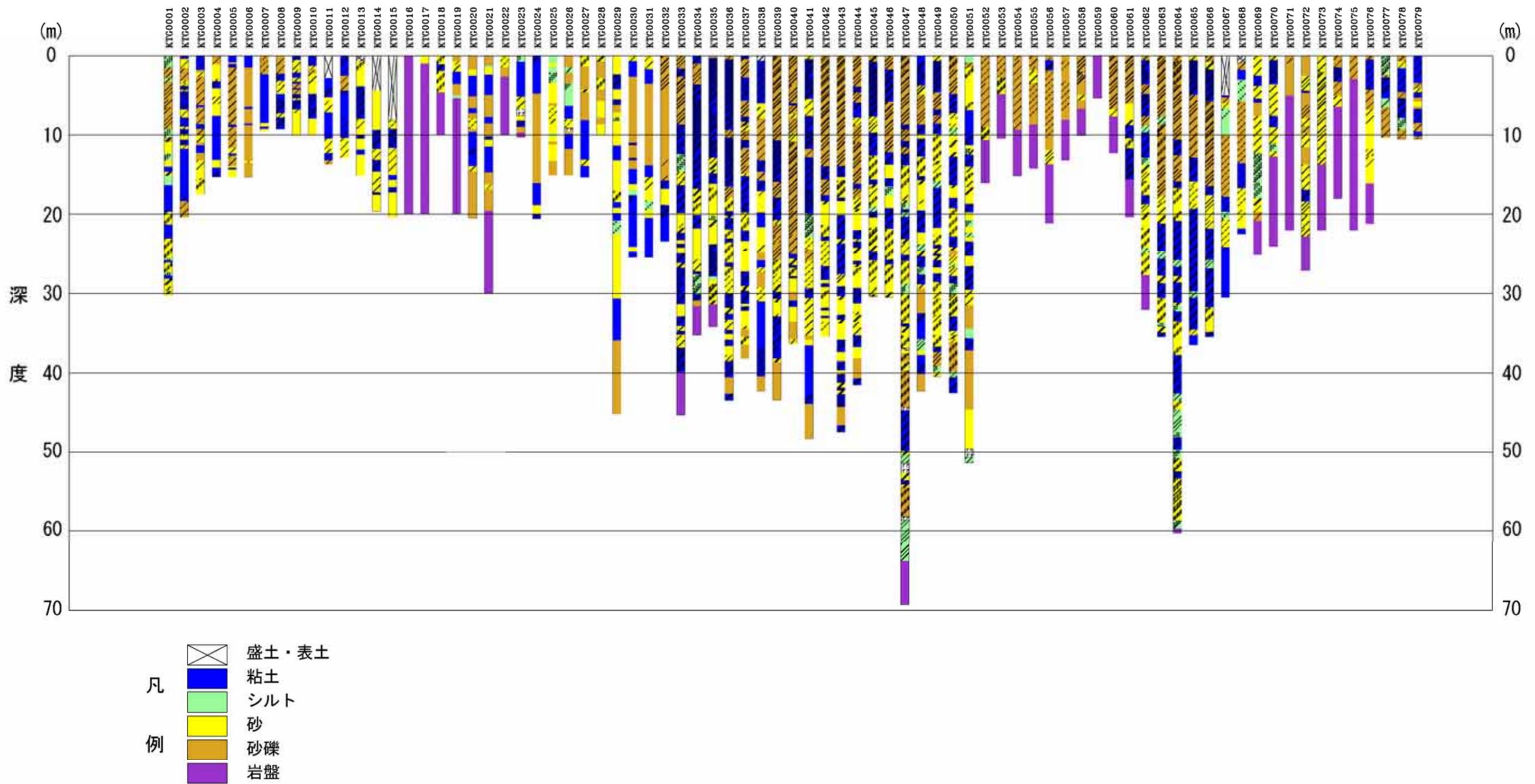


図 - 5 収集整理したボーリング柱状図一覧図

3.2 露頭調査結果

露頭調査は、京都大学桂キャンパスD地区において敷設されている工事用道路沿いに露出する切土法面を対象として実施した。調査地域には、主に基盤岩とそれを不整合に覆う大阪層群が分布する。以下に本調査地域でのそれぞれの特徴を示す。

基盤岩：丹波層群に属する頁岩主体層で構成され、著しく褶曲されている。



写真 - 1 著しく褶曲する基盤岩(丹波層群)[撮影位置は図 - 6 に記載]

大阪層群：シルト～粘土層あるいは砂礫層を主体とし、腐植質粘土や炭化物を挟む。珪藻化石分析では珪藻化石が検出されない結果となったが、いずれも非海成の堆積物と考えられる。堆積年代については、火山灰分析や花粉分析などより、前期更新世末期に推定された。また、基盤岩直上においては丹波層群起源の砂岩を主体とする基底礫層が認められる。



写真 - 2 基盤岩直上に見られる大阪層群基底礫層[撮影位置は図 - 6 に記載]

火山灰：露頭観察および各種の分析結果より、大阪層群中に3枚の火山灰が識別された。それぞれ下位よりピンク火山灰、および光明池火山灰、上桂火山灰などに対比される可能性の高い火山灰であり、これまでの地質情報と整合する結果として得られた。



写真 - 3 上桂火山灰に対比される可能性の高い火山灰[撮影位置は図 - 6 に記載]

断層：調査地域の切土法面には複数の正断層が観察され、北西 - 南東方向の走向を示す。これらの断層は、法面の上部に露出する大阪層群に覆われていることが確認された。これより、ここで観察される断層群は、切土法面上部に見られる大阪層群の堆積時以降、活動していないと判断される。その具体的な年代については、分析結果より大阪層群海成粘土Ma 2相当層準と判断される。



写真 - 4 切土法面に露出する正断層[撮影位置は図 - 6 に記載]

図 - 6 に地質ルートマップマップを示す。

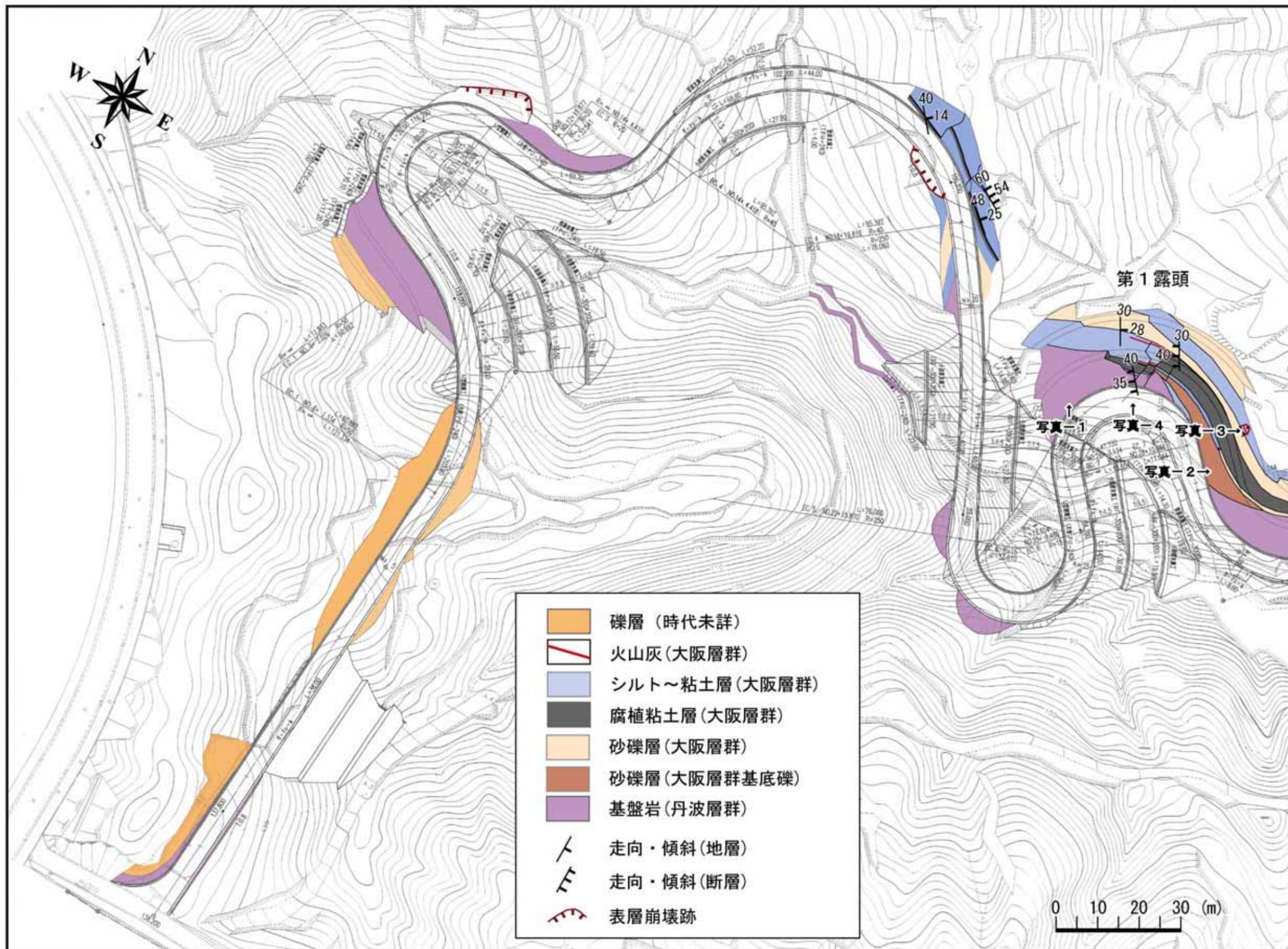


図 - 6 (1) 京都大学桂キャンパスDクラスター地区の地質ルートマップ : 1

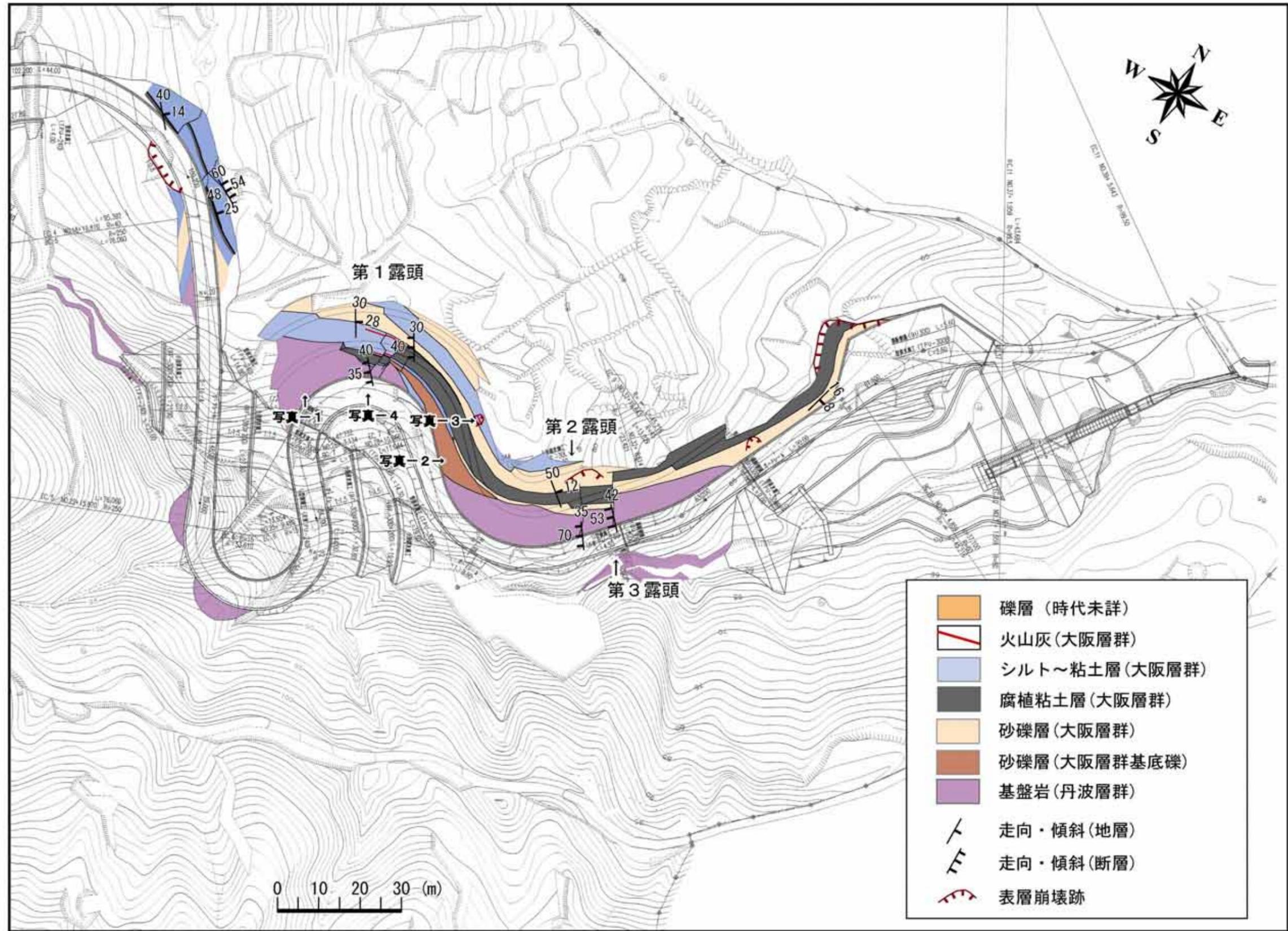
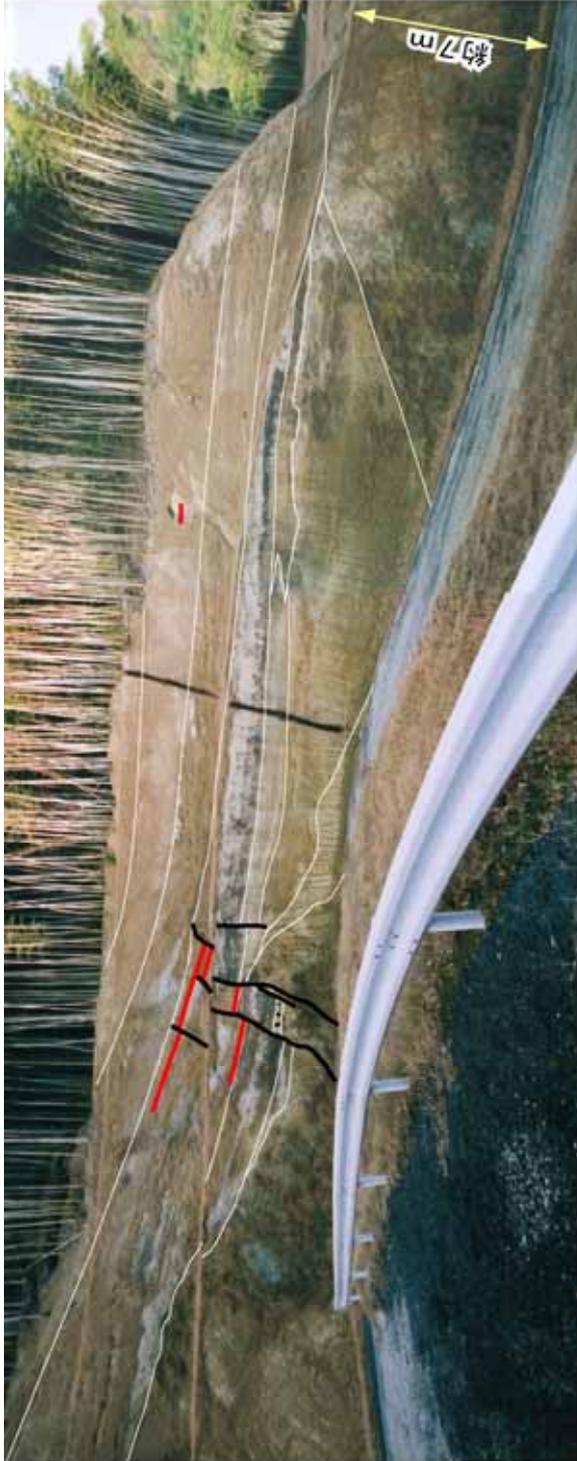


図 - 6 (2) 京都大学桂キャンパスDクラスター地区の地質ルートマップ : 2

東



西

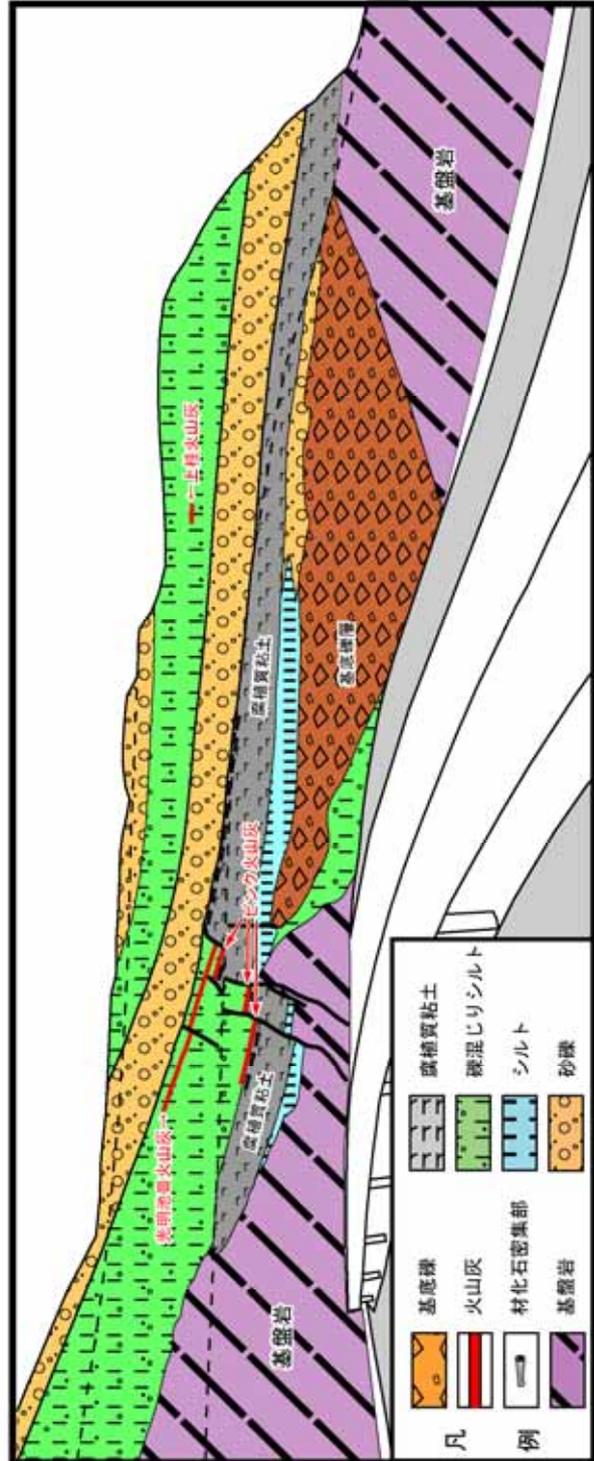




写真 - 6 基盤岩と大阪層群に変位を与える正断層[第2露頭]

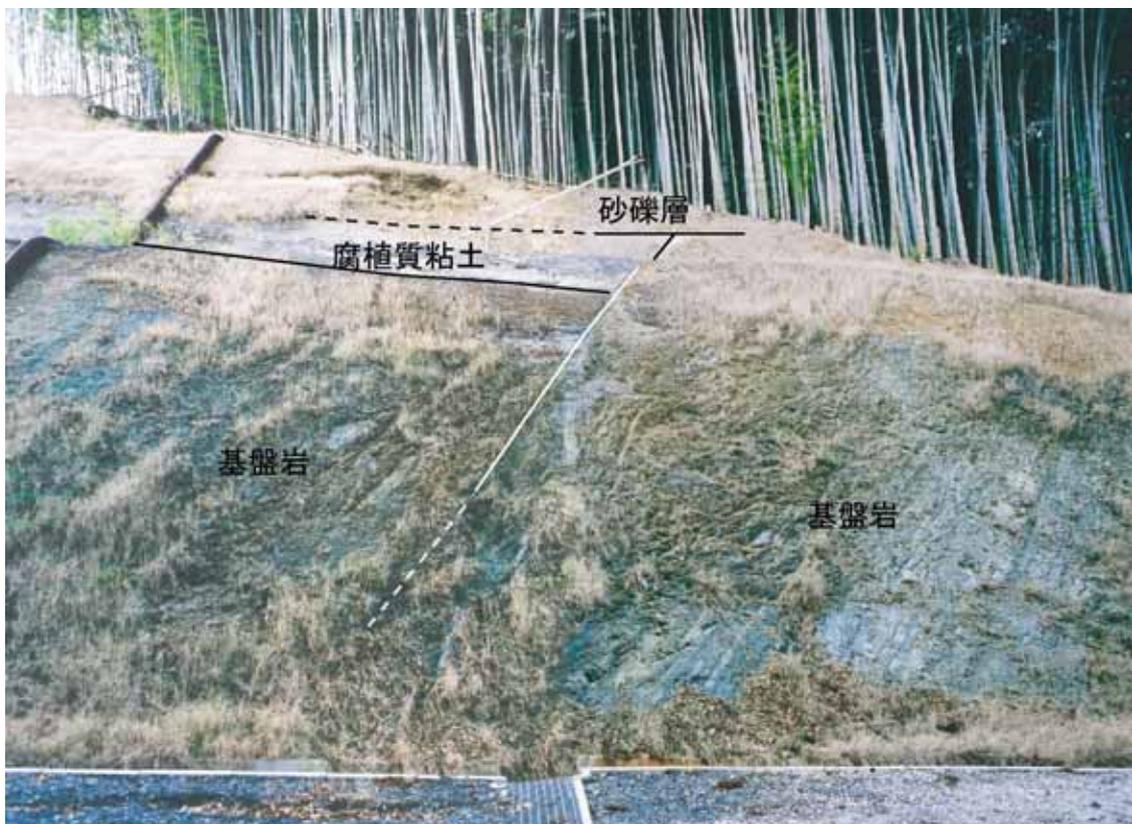


写真 - 7 断層を覆って堆積する大阪層群砂礫層[第3露頭]

(1) 火山灰(テフラ)分析

第1露頭において肉眼で識別されたピンク色を帯びたテフラ3試料(S1、S3、S4)やややピンク色を帯びた白色シルト(S2)さらに、露頭の上部に確認されたゴマシオ状テフラ(S5=KTG-T1)について分析を行った。

S1

細砂サイズのガラス質火山灰であり、火山ガラスはバブルウォール型とパミス型からなり、緑色普通角閃石を多く含み、斜方輝石を微量ながら含む。屈折率は、火山ガラスが1.4996-1.5014、斜方輝石は1.705-1.709、角閃石は1.607-1.681程度にまとまる。

色調やこれらの特徴より、本テフラは大阪層群のピンク火山灰に対比できる。

S2

シルトサイズ粒子が多く、微量の極細砂サイズの粒子を含む。極細砂サイズの粒子は長石類、緑色普通角閃石、火山ガラスおよびカミングトン閃石、石英などテフラ起源粒子を主体とする。火山ガラスはパミス型を呈し、屈折率は1.5004-1.5022にまとまる。

本試料は大阪層群のピンク火山灰に対比されるS1の上位に位置し、上記の特徴は光明池火山灰か、あるいは山田火山灰に類似するが、明確な対比はむずかしい。

S3

細砂サイズのガラス質火山灰であり、火山ガラスはバブルウォール型とパミス型からなり、緑色普通角閃石を多く含み、斜方輝石を微量ながら含む。火山ガラスの屈折率は、1.4983-1.5009を示す。

色調や上記特徴、および露頭における層序関係から、本テフラは大阪層群のピンク火山灰に対比できる可能性が高い。

S4

細砂サイズのガラス質火山灰であり、火山ガラスはバブルウォール型とパミス型からなり、緑色普通角閃石を多く含み、斜方輝石を微量ながら含む。火山ガラスの屈折率は、1.4998-1.5012を示す。

色調や上記特徴、および露頭における層序関係から、本テフラは大阪層群のピンク火山灰に対比できる可能性が高い。

S5(KTG-T1)

緑色普通角閃石が多く、斜方輝石、カミングトン閃石、石英(- 石英)を含み、少量のパミス型火山ガラスを含む結晶質テフラである。屈折率は、火山ガラスが1.4976-1.5020、緑色普通角閃石が1.669-1.681、カミングトン閃石が1.659-1.661にまとまる。これらより、本テフラは上桂火山灰層に対比できる可能性が高い。

また、S1およびS2については、EDX分析により火山ガラスの主成分分析を行った。表-3、表-4にその結果を示す。

表 - 3 S 1 テフラの火山ガラス EDX 分析結果

表 - 4 S 2 テフラの火山ガラス EDX 分析結果

上記の分析結果より、S 1 テフラはほぼ確実にピンク火山灰に対比されるものと判断される。また、S 2 テフラは、火山ガラスの屈折率では特定できなかったが、表 - 4 に示す主成分分析の結果より、光明池 火山灰に対比される可能性が高いと考えられる。

(2) 花粉化石分析

図 - 6 および写真 - 6 に示した第 2 露頭に分布する腐植質粘土において、約 50 cm 間隔で 6 試料(KTG-P1 ~ 6)を採取して花粉分析を実施した。

樹木花粉 49 型、非樹木花粉 16 型、シダ孢子 3 型、合計 68 型が同定された。いずれかの試料で 1%以上の産出が見られた花粉孢子型を主要花粉型として図 - 6 に層位的な変動を示す。

全般にスギ科 *Taxodiaceae* 花粉が多く、スギ属 *Cryptomeria*、アケボノスギ属型 *Metasequoia* type、コウヨウザン属/タイワンスギ属 *Cunninghamia/Taiwania* が 10%前後見られ、スギ科全体では木本花粉の 50%を超える。その他の木本花粉ではコナラ属コナラ亜属 *Quercus* subgen. *Lepidobalanus* が 20%前後産出し多い。マツ科 *Pinaceae* 針葉樹のモミ属、ツガ属、トウヒ属はほとんど 1%以下の産出で、マツ属 *Pinus* は単維管束亜属 subgen. *Haploxyylon* が 3 ~ 5%産出する。草本花粉も全般に少ない。

KTG-P1、P2 ではイヌガヤ科 / イチイ科 / ヒノキ科 *Cephalotaxaceae/Taxaceae/Cupressaceae*、クワ科/イラクサ科 *Moraceae/Urticaceae* モクセイ科 *Oleaceae* が目立つ。そのほか少量だが水生植物のハス属 *Nelumbo* が産出する。

KTG-P3、P4 ではクマシデ属/アサダ属 *Carpinus/Ostrya* が 10%近く産出し、モチノキ属 *Ilex* が産出する。

KTG-P5、P6 ではフウ属 *Liquidambar* が 3%を超える産出を示し、ブナ属 *Fagus*、ニレ属/ケヤキ属 *Ulmus/Zelkova* は 6%前後、コナラ属アカガシ亜属 *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* は 3%前後と KTG-P1 ~ 4 と比較してやや多い。トガサワラ属/カラマツ属 *Pseudotsuga/Larix*、ツゲ属 *Buxus*、サルスベリ属 *Lagerstroemia*、グミ属 *Elaeagnus*、もわずかながら産出する。

草本花粉のカヤツリグサ科 *Cyperaceae*、シダ孢子は KTG-P1 ~ P3 でやや多い。

図 - 6 産出した主要花粉孢子型の層位的変動

樹木花粉は樹木花粉総数を、その他の花粉、孢子は花粉孢子総数を基数とした百分率を示す。

上述のように、いずれの試料もスギ科が多く、その中にはアケボノスギ属型、スギ属、ランダイスギ属/タイワンスギ属 *Cunninghamia/Taiwania* が含まれる。アケボノスギ属、ランダイスギ属は前期更新世で、タイワンスギ属は後期鮮新世でほぼ消滅し、スギは後期鮮新世から現在まで生育している。一方、鮮新世を特徴づけるヌマミズキ属 *Nyssa*、イチヨウ属 *Ginkgo*、イヌカラマツ属 *Pseudolarix*、シマモミ属 *Keteleeria* などの産出は見られない。したがって、古谷・田井(1990)による花粉分帯ではメタセコイア帯の D 帯に相当

すると考えられる。このことは、ピンク火山灰の下位に位置することときわめて整合的である。

しかし、今回得られた化石花粉群をピンク火山灰の下位 Ma1 付近に相当する京都市深草(田井, 1963; Tai, 1973)、大阪市におけるボーリング OD-1(田井, 1964a,b)、千里山(田井, 1970)のものと比較すると、いずれにおいてもメタセコイア属 *Metasequoia* とスギ属を含むと思われるスギ科が多産するという点は類似するものの、ランダイスギ属/タイワンスギ属の記録はなく、コナラ亜属 *Lepidobalanus* の産出率も低いのに対して、マツ科針葉樹とブナ属が多い点が異なる。京都市深草(田井, 1963; Tai, 1973)のピンク火山灰の下位では、スギ科のほかにマツ科針葉樹のマツ属単維管束亜属 *Pinus* subgen *Haploxylon*、トウヒ属 *Picea*、モミ属 *Abies*、ツガ属 *Tsuga*、トガサワラ属 *Pseudotsuga* が多く、コナラ属 *Quercus* とともにブナ属 *Fagus* の産出が多い。大阪市におけるボーリング OD-1(田井, 1964a,b)の Ma1 では、マツ属、トウヒ属、ツガ属といったマツ科針葉樹が多く、スギ科も多産する。コナラ属はブナ属よりも多いが 5%以下である。千里山(田井, 1970)のピンク火山灰の下位、Ma1 ではスギ科とヒノキ科/イチイ科 Cupressaceae/Taxaceae が多く、Ma1 の上部でマツ科のマツ属、ツガ属、トウヒ属が多く、下部で落葉広葉樹のブナ属、コナラ属、ニレ属/ケヤキ属、フウ属が多い。マツ科針葉樹は一般に長距離を運搬されるため、海成層ではその比率が高くなる傾向があるなどの要因も考えられるがそれだけでは説明できず、海進期における時期の違い、堆積相の違い、地理的条件、処理方法の違いなど複数の要因が影響していると思われる。

P1 から P6 への化石花粉群の層位的変動は環境の変化に対応していると考えられる。コナラ属アカガシ亜属とフウ属の増加は温暖化に対応している可能性が考えられる。温暖な気候を示すツゲ属、サルスベリ属、グミ属がわずかに産出することもこれを支持する。また、草本類のカヤツリグサ科の減少や下位でのハス属の産出は水域の環境の変化を示している。クマシデ属/アサダ属が減少し、ニレ属/ケヤキ属、ブナ属が増加したことも気候変動だけでなく水域の環境変化と関連している可能性がある。前述した千里山(田井, 1970)の Ma1 下部の落葉広葉樹が多い時期が今回の分析結果の上部 KTG-P5,6 頃に対応する可能性も考えられる。この場合、最も温暖な時期は今回の上部、千里山の Ma1 の下部と考えられ、そのため今回の分析結果では寒冷な気候を示すマツ科針葉樹の産出が少なかったとも考えられる。

調査地に近い高槻北方丘陵の大型植物化石の研究(Nirei, 1968; 西山団体研究グループ・桂高校地学クラブ, 1970)では、Ma1 直下からピンク火山灰付近の層準までの間でランダイスギ、スギ、メタセコイアといった各種のスギ科、サワラ *Chamaecyparis pisifera*、ヒノキ *Chamaecyparis obtusa*、カヤ *Torreya nucifera* などのイヌガヤ科/イチイ科/ヒノキ科、トガサワラ、イヌシデ *Carpinus japonica*、エゴノキ *Styrax japonica*、コナンキンハゼ *Sapium sebiferum* var. *pleistoceaca*、マンシュウグルミ *Juglans mandshurica*、コナラ属の一種 *Quercus* sp.、ハンノキ属の一種 *Alnus* sp.、グミ属の一種 *Elaeagnus* sp.など今回の花粉分析で産出しているものと同じ分類群のものが記録されている。また、ハス属も Ma1 の下位から三木によって記録されている。シキシマサワグルミ *Cyclocarya paliurus* は高槻北方丘陵からは産出していないが、同時代の堆積物からの記録がある(百原, 1990)。このように、大型植物化石と今回の花粉分析結果はよく一致し矛盾はない。

(3) 珪藻化石分析

上述した花粉分析試料と同一地点において採取した6試料(KTG-D1~6)について珪藻化石分析を実施したが、すべての試料より珪藻化石の産出は全くなかった。これより、少なくとも、腐植質粘土が海成層である積極的な根拠は得られなかった。

(4) フィッシュントラック年代測定

図-6および写真-5に示した第1露頭の上部に検出されたゴマシオ状火山灰に含まれるジルコン結晶を用いて、フィッシュントラック年代測定による絶対年代の測定を試みた。

得られた結果は以下のとおりである。

F T年代 0.99 ± 0.13 Ma

分析結果は、前期更新世末期を指示する年代値である。また、上述の火山灰分析で示されたように、本分析試料が上桂火山灰に対比される可能性があること積極的に指示する結果となっている。また、この火山灰の下位に約1Maの降灰とされるピンク火山灰が確認されていることとも矛盾のない結果となる。

以上より、第1露頭に分布する大阪層群はほぼ連続した層位関係であることと、その形成年代は1Maであり、大阪層群海成粘土のMa2相当層準に対比されることがほぼ確実と判断される。

4. まとめ

本調査によって得られた結果をまとめると以下のとおりである。

4.1 露頭調査結果

露頭調査地域に分布する基盤岩(丹波層群)直上の地層は、大阪層群海成粘土のMa2相当層準に対比され、その絶対年代は約100万年前と推定される。また、基盤岩および大阪層群に変位を与えている正断層は、写真-8に示すようにピンク火山灰は変形させているが、その断層はそれより上位に分布する光明池火山灰(Ma2直下層準)に覆われていることが明らかである。さらに、光明池火山灰は隣接する別の断層で切られてはいるものの、上桂火山灰(Ma2直上)をはさむMa2直上の相当層準の地層によって覆われており、それ以降における活動は見られない。また、調査地域に分布する地層観察によって作成した地質柱状図を図-7に示す。



第1露頭全景写真

拡大



拡大写真

写真-8 第1露頭における火山灰と断層の関係

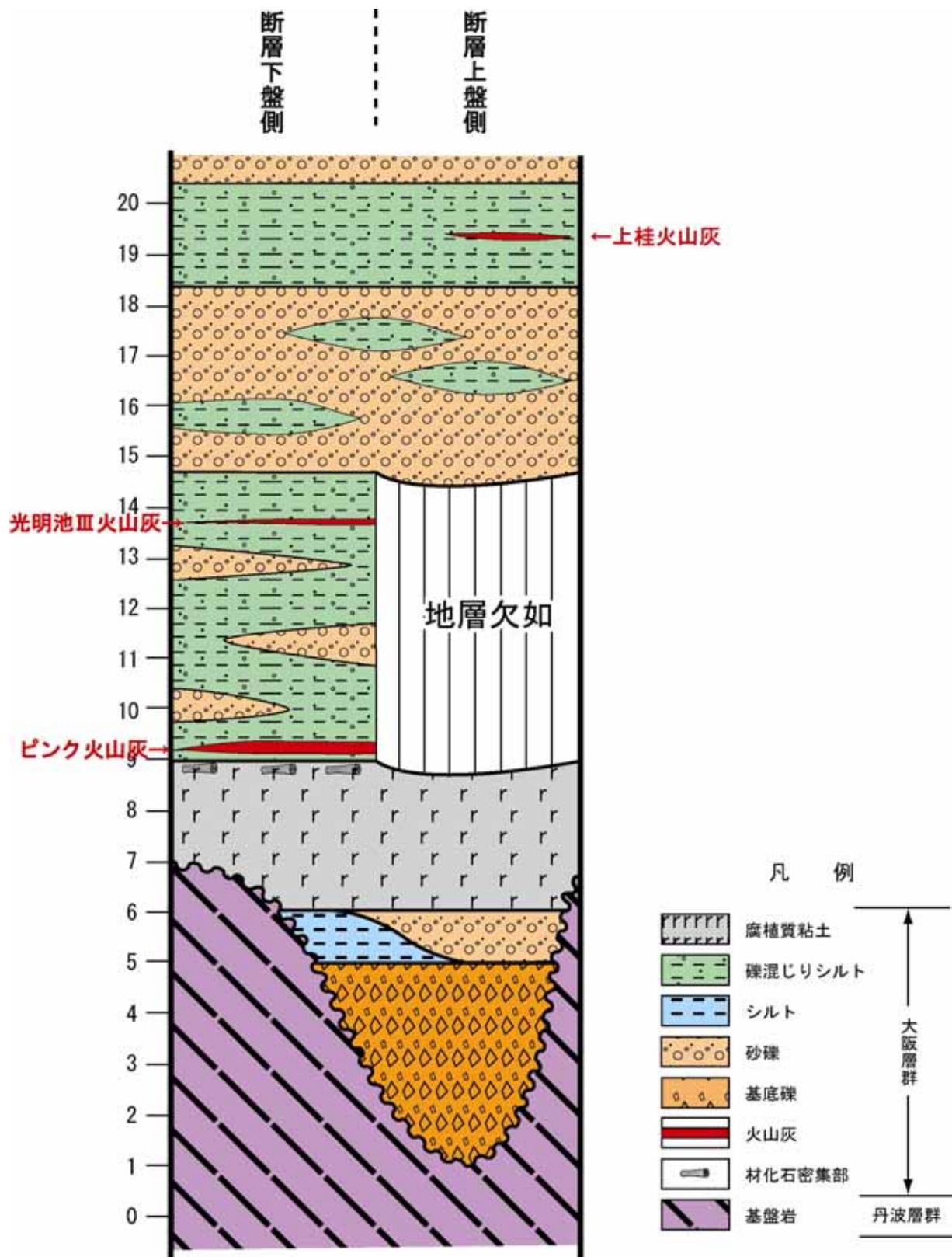


図 - 7 調査地域における地質柱状図

4.2 榎原断層の活動性

本調査地点は図 - 2 に示したように榎原断層の上盤側に位置する。また、本断層の下盤側に関する地質情報は、平成 10 年度～平成 14 年度に実施された京都市による京都盆地の地下構造調査によって、図 - 8 および図 - 9 に示すように把握されている。

上記したように、本調査地点の地質層準は大阪層群海成粘土のMa2相当層準であることが明らかとなった。これらの地質情報をもとに、榎原断層の上下盤における同一層準の標高差をもとに、断層の鉛直変位量とその平均変位速度を推定することが可能である。しかし、図 - 8、9 に示すように断層の下盤側における地質層準は、大阪層群海成粘土層のMa3より上位である。そこで、本調査地点に最も近い五条測線西端部におけるMa2相当層準の分布深度について、京都および大阪地域における深層ボーリングデータをもとに以下のように推定した。

表 - 5 は、大阪平野および神戸地域の既存の深層ボーリングにおける大阪層群海成粘土Ma3～Ma6間の地層厚さをもとに、Ma3～Ma2間の地層の厚さを推定したものである。この表に見られるように、各地域における堆積環境の違いによりそれぞれの地層の厚さは異なるが、表中のB/A値はそれほど大きく異ならない。これをもとに京都盆地におけるMa3～Ma2間の地層厚さの推定値を示すと表 - 5 のとおりである。

表 - 5 京都盆地におけるMa3～Ma2間の地層厚さの推定

地域	通称名	A : Ma3-Ma6間の地層厚さ (m)	B : Ma3-Ma2間の地層厚さ (m)	B / A	平均値
大阪平野	OD - 1	137	64	0.46	0.42
	OD - 3	152	65	0.43	
	OD - 5	124	61	0.50	
	OD - 9	65	29	0.44	
	鳴野	123	29	0.24	
	住道	113	63	0.56	
	ST - 1	125	37	0.30	
	OKS - 1	39	18	0.45	
	夕陽丘	75	35	0.47	
神戸地域	GS - K 1	122	58	0.48	0.42
	GS - K 3	111	48	0.43	
	GS - K 4	78	27	0.34	
	HG - C	122	47	0.39	
	兵庫駅南	80	31	0.38	

京都盆地	KD - 0	116	推定値：49
	KD - 1	85	推定値：36

注)地層の厚さは、各海成粘土の下限面深度をもとに算定している

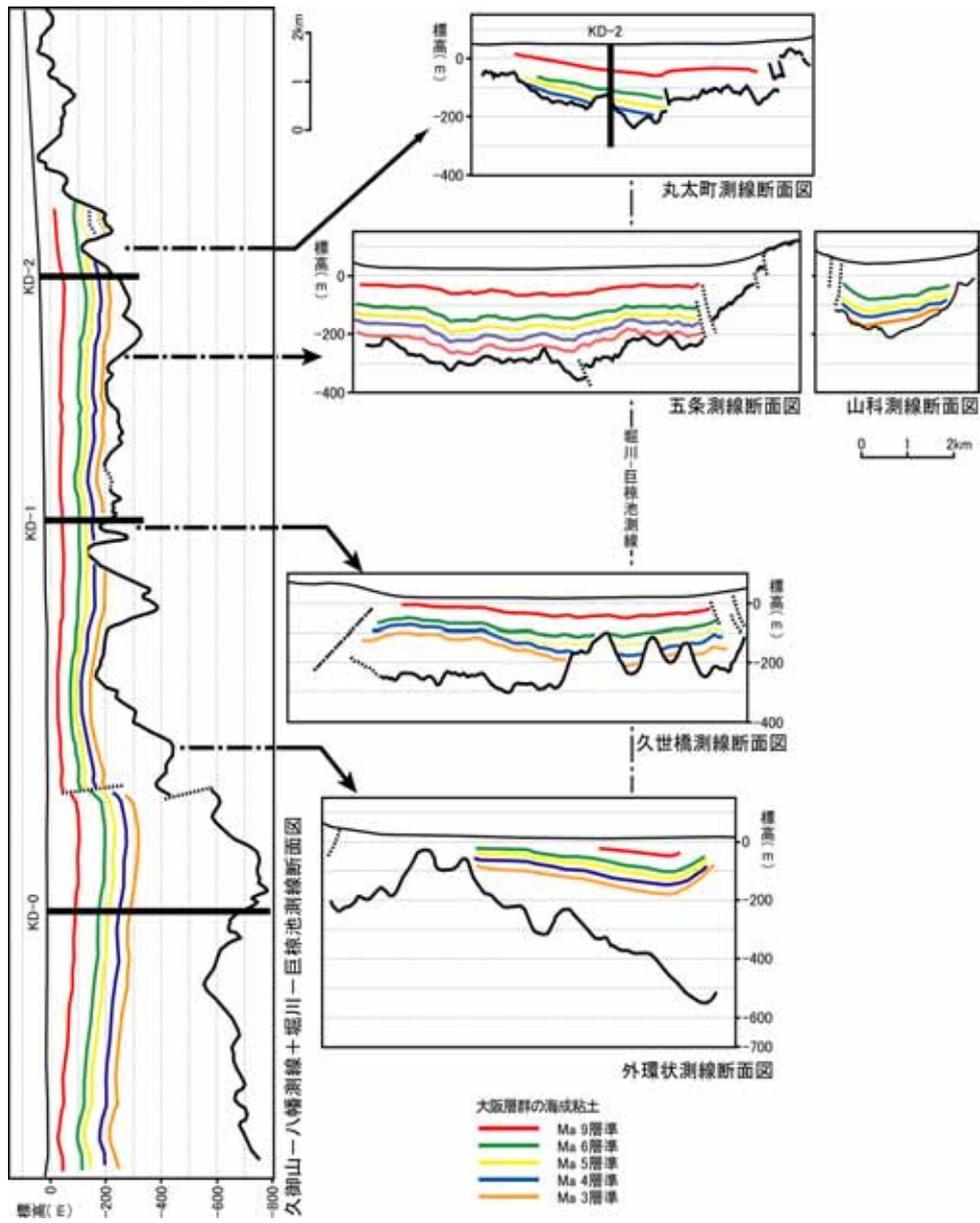


図 - 8 京都市の地下構造調査結果

図 - 9 京都市の地下構造調査概要図

以上より、図 - 8 に示す五条測線西端部におけるMa 3相当層準の分布深度が標高約 - 200 m であることより、本調査地点の近傍における榎原断層下盤側のMa 2相当層準の分布標高は約 - 240 m と推定される。また、本調査地点において確認された先述のMa 2相当層準の標高は約90 m であることより、その標高差は約330 m となる。

一方、大阪層群海成粘土Ma 2相当層準の堆積年代を図 - 10 より、約95 万年前とすると、この地点における榎原断層の上下平均変位速度は以下のように推定される。

$$330 \text{ m} / 95 \text{ 万年} \quad 0.35 \text{ m} / 1000 \text{ 年}$$

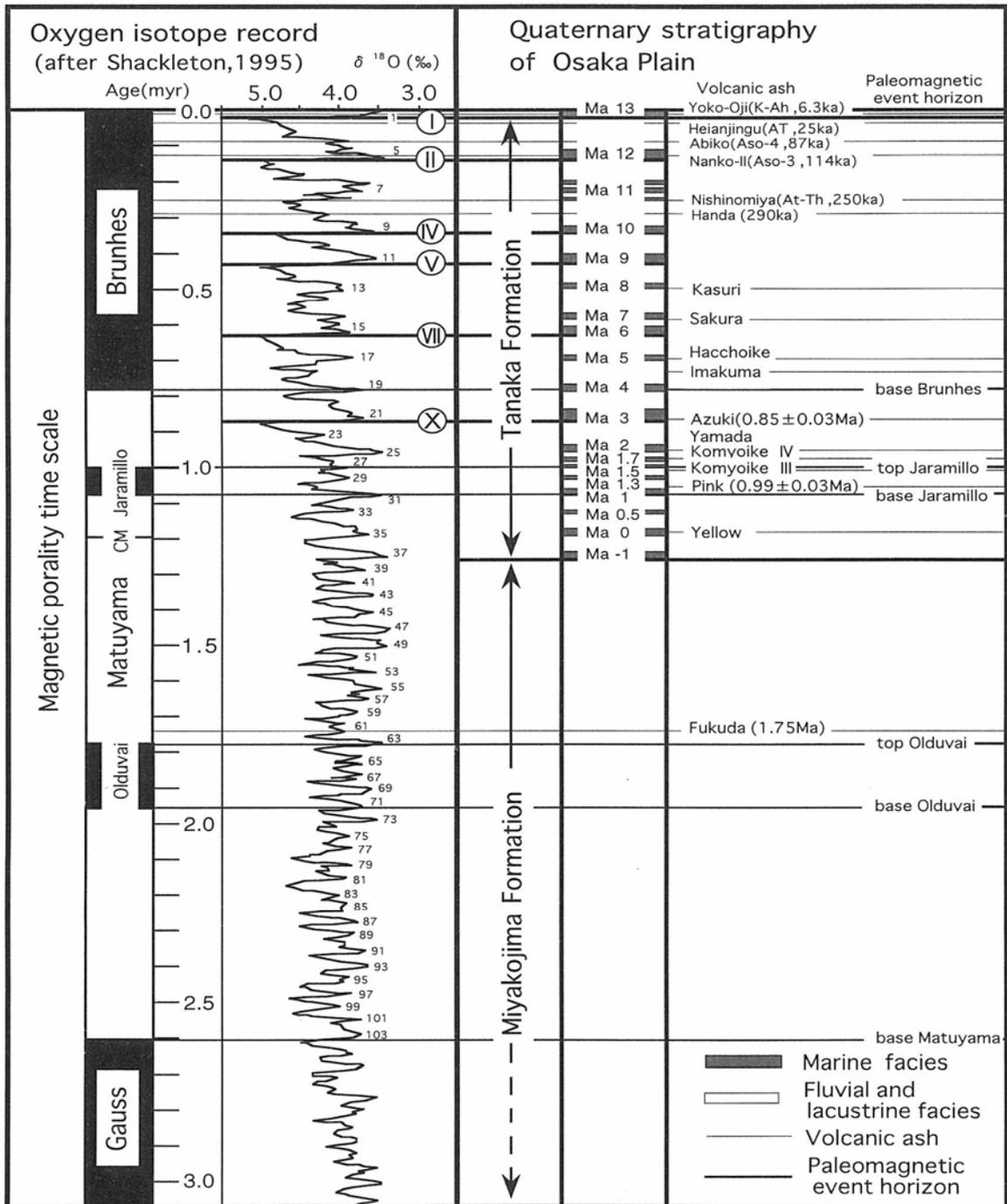


図 - 10 大阪層群の地質層序概要図

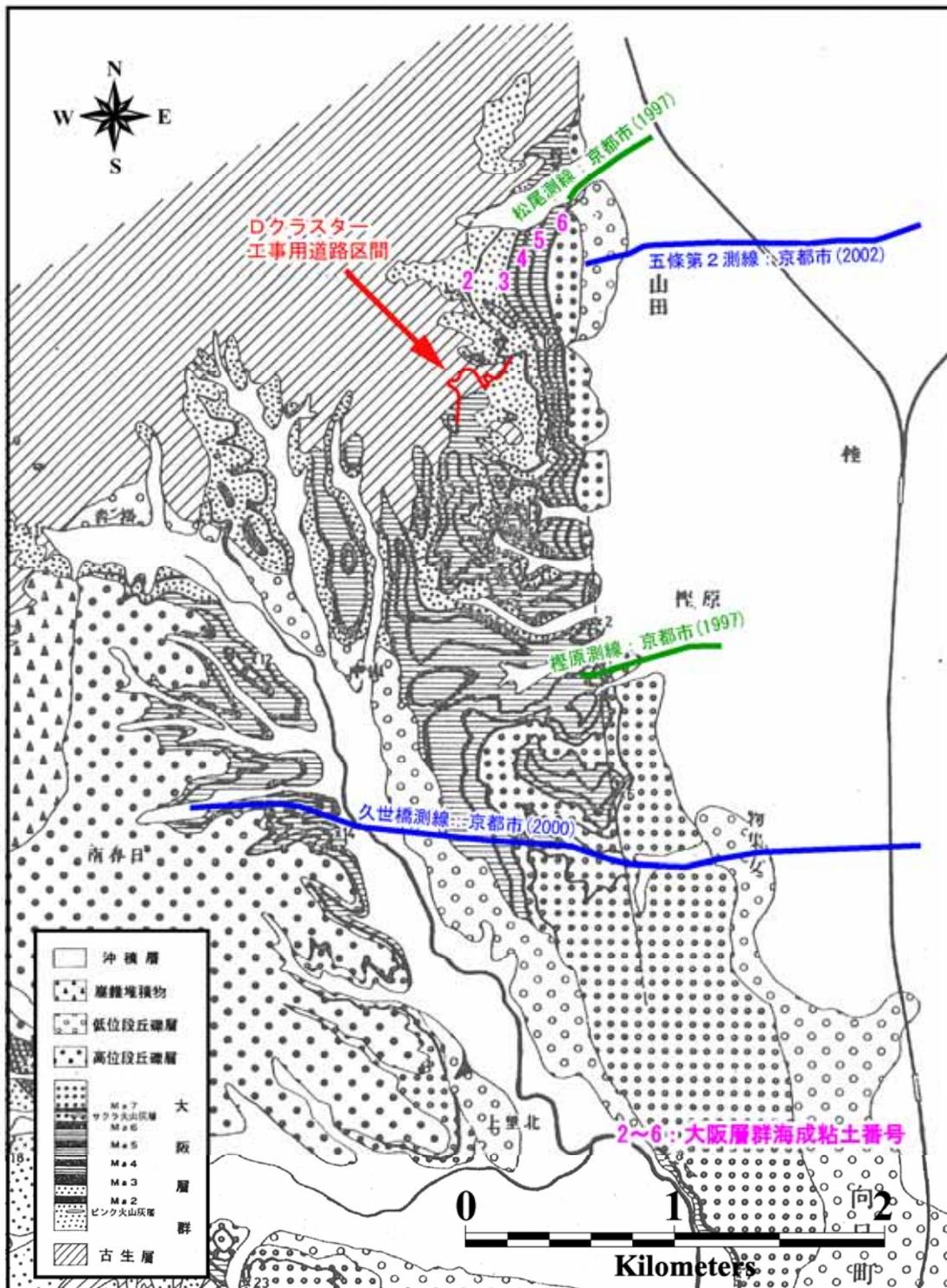
ここに得られた結果は、表 - 6 に示す地震調査研究推進本部における三峠・京都西山断層帯の長期評価結果と整合する結果となっている。

表 - 6 京都西山断層帯(榎原断層)の平均変位速度(上下成分)

断層系	平均変位速度(千年あたり)	備考
京都西山断層帯	約 0.1 ~ 0.4 m	地震調査研究推進本部 H P
榎原断層	約 0.1 8 m	京都市(1997) : 基準 = M a 3
	約 0.2 6 m	植村(1990) : 基準 = M a 7
	約 0.3 5 m	本調査結果 : 基準 = M a 2 相当層準

4.3 調査地域の地質的意味

本調査地は先述したように京都盆地の西縁を形成する檜原断層の約500～600m西側に位置している。この地域の広域的な地質図は、図-11に示すように西山団体研究グループ(1967)によって作成されている。



西山団体研究グループ(1967)をもとに作成

図 - 1 1 調査地周辺の地質図

本調査地域(京都大学桂キャンパスDクラスター)は図 - 1 1 中に示すとおりであるが、榎原断層による大阪層群の急斜帯の西側に位置する。この急斜帯は、調査地東端部のさらに約 1 0 0 m 西側の露頭において確認されており、その走向傾斜はN 1 2 W、6 0 Eを示し、榎原断層の方向性と一致する。しかし、調査地域に見られる正断層は、北西方向の走向(N 2 5 ~ 6 5 W)を示し、榎原断層の走向とは一致していない。

このことは本調査地域が、基盤岩に生じた西側に傾斜する榎原断層(逆断層)の上盤側において、断層地塊西側の隆起帯の引っ張り応力場にあたるものと考えられ、調査地に見られる正断層は図に示されるように、主断層の活動に伴って形成された副次的な断層と推定される。これは、大阪層群海成粘土のMa 2相当層準付近においても、榎原断層による隆起帯が形成されていた可能性があるかと推定される。

これらの模式図を図 - 1 2 に示す。

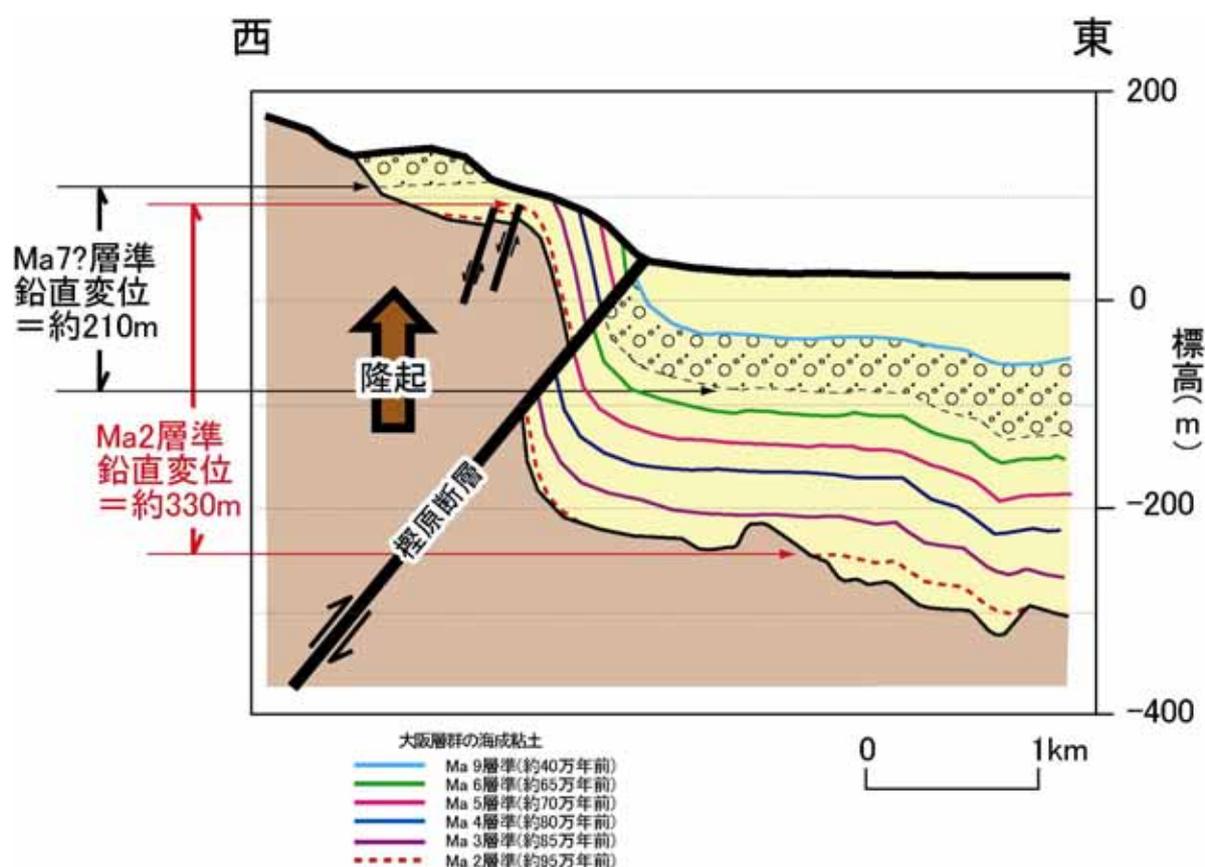


図 - 1 2 榎原断層の模式断面図

榎原断層の活動性については、前述したように、大阪層群海成粘土Ma 2相当層準を基準としてその平均変位速度を算出したが、断層の活動性を明確にするためには、他の指標を用いたより詳細な検討が必要である。本調査地域には、大阪層群海成粘土のMa 2に相当する層準以外にも、調査地域の西部に時代未詳の厚さ約 1 5 m 以上と推定される砂礫層が分布する。この砂礫層は層序的にはMa 2層準の上位にあたりと推定されるが、年代を推定する指標層が検出されなかったため、その形成年代は不明である。仮に、この砂礫層

を植村(1990)が記載した大阪層群のMa7層準より上位の砂礫層に対比すれば、その鉛直変位は約210mとなる。一方、植村(1990)はボーリング資料より、大阪層群海成粘土のMa7が約130mの西側隆起していることを推定していることより、Ma7の堆積時以降においても断層の活動性があったことを指摘している。これらの榎原断層に関する鉛直変位を示すと図-13のようであり、その活動性はむしろ新しい地質時代の方が活発であった可能性がある」と推察される。

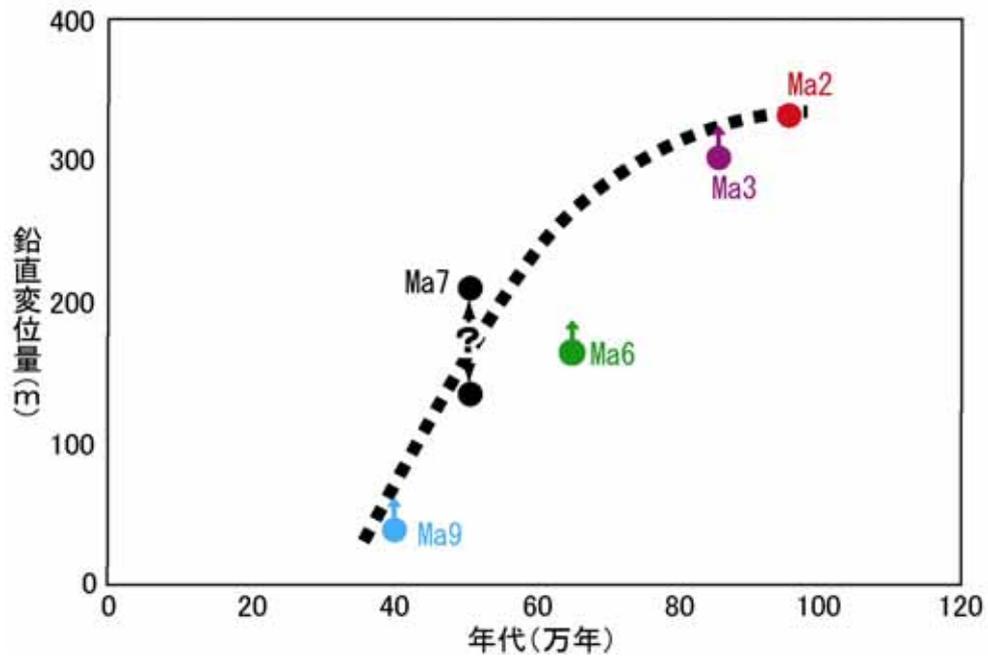


図 - 1 3 榎原断層の活動想定模式図

参考文献

- 古谷正和・田井昭子(1993):大阪層群と段丘堆積層・沖積層の花粉分析。「大阪層群」(市原実編),p.247-255.創元社.
- 京都市(1997):平成8年度地震調査研究交付金京都西山断層群に関する調査成果報告書.
- 京都市(2000):平成11年度地震関係基礎調査交付金京都盆地の地下構造に関する調査成果報告書
- Kvavadze,B.V.(1988) The Pollen of Taxodiaceae and its Peculiarities. 49p+31plates. (in Russian)
- 百原新(1993):近畿地方とその周辺的大型植物化石相。「大阪層群」(市原実編),p.256-270.創元社.
- 中村純(1980):日本産花粉の標徴Ⅰ.大阪市立自然史博物館収蔵資料目録第13集.91p.
- 西山団体研究グループ(1967):京都盆地西南部、西山山麓の大阪層群 - 近畿地方の新时期新生代層の研究, その7 - .地球科学,Vol.21,No.5,pp.1-10.
- 西山団体研究グループ・桂高校地学クラブ(1970):高槻北方丘陵の大阪層群 - 近畿地方の新时期新生代層の研究, その17 - .地球科学,No.24,pp.257-272.
- 相馬寛吉(1986):スギとアケボノスギの花粉形態 その研究の歴史 .植生史研究 vol.1,pp.45-54.
- 田井昭子(1963):深草・枚方地方における第四紀堆積物の花粉分析 - 近畿地方の新时期新生代層の研究2 - .地球科学,No.65,pp.10-17.
- 田井昭子(1966a)大阪市におけるボーリング(OD-1)コアの花粉分析(1) - 近畿地方の新时期新生代の研究Ⅴ - .地球科学,No.83,pp.25-33.
- 田井昭子(1966b):大阪市におけるボーリング(OD-1)コアの花粉分析(2) - 近畿地方の新时期新生代の研究Ⅴ - .地球科学,No.84,pp.31-38.
- 田井昭子(1970):千里山丘陵の大阪層群下部の花粉分析 - 近畿地方の新时期新生代層の研究その16 - .地球科学,vol.24,pp.171-181.
- Tai,A.(1973)A study on the pollen stratigraphy of the Osaka Group, Pliocene-Pleistocene deposits in the Osaka Basin. Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University series of Geology & Mineralogy,vol.39,pp.123-165.
- 植村善博(1990):京都盆地西縁の変動地形と第四紀テクトニクス.立命館地学,no.2,pp.37-56.
- 吉川周作・三田村宗樹(1999):大阪平野第四系層序と深海底の酸素同位体比層序との対比.地質学雑誌,vol.105,pp.332-340.