

付編 1 秋田市御所野台地中位段丘面におけるテフラ分析

株式会社 京都フィッション・トラック

1 試料の分析方法

以下に処理工程について説明を加える。

(1) 前処理

まず半湿状態の生試料を適宜採取秤量し、50℃で15時間乾燥させる。乾燥重量測定後、2Lビーカー中で数回水替えしながら水洗し、そののち超音波洗浄を行う。この際、中性のヘキサメタリン酸ナトリウムの溶液を濃度1～2%程度となるよう適宜加え、懸濁がなくなるまで洗浄水の交換を繰り返す。乾燥後、篩別時の汚染を防ぐため使い捨てのフルイ用メッシュ・クロスを用い、3段階の篩別(60,120,250mesh)を行い、各段階の秤量をする。こうして得られた120-250mesh(1/8-1/16mm)粒径試料を比重分別処理を加えることなく、封入剤(Nd=1.54)を用いて岩石薄片を作成した。

(2) 全鉱物組成分析

前述の封入薄片を用い、火山ガラス・軽鉱物・重鉱物・岩片・その他の5項目について、1薄片中の各粒子を無作為に200個まで計数し含有粒子数の量比百分率を測定した。

(3) 重鉱物分析

主要重鉱物であるカンラン石(Ol)・斜方輝石(Opx)・単斜輝石(Cpx)・褐色普通角閃石(BHb)・緑色普通角閃石(GHb)・不透明(鉄)鉱物(Opq)・カミングトン閃石(Cum)・ジルコン(Zr)・黒雲母(Bt)・アパタイト(Ap)を鏡下で識別し、ポイント・カウンターを用いて無作為に200個体を計数してその量比を百分率で示した。なお、試料により重鉱物含有の少ないものは結果的に総数200個に満たないことをお断りしておきたい。この際、一般に重鉱物含有の少ない試料は重液処理による重鉱物の濃集を行うことが多いが、特に火山ガラスに包埋された重鉱物はみかけ比重が減少するため重液処理過程で除外される危険性がある。さらに、風化による比重変化や粒径の違いが分析結果に影響を与える懸念があるため、今回の分析では重液処理は行っていない。

(4) 火山ガラス形態分類

前処理で作成した検鏡用薄片中に含まれる火山ガラス形態を、吉川(1976)※1に準拠してH:扁平型(Ha,Hb)、C:中間型(Ca,Cb)、T:多孔質型(Ta,Tb)に分類した。またこれらの形態に属さないものを、It:不規則型として一括し示した。なお、含有率を測定するため200個の粒子を測定した。その過程で着色したものやスコリア質のもの、および亀ノ甲型と呼ばれる特異な形態をもつ火山ガラスの有無もチェックした。さらに火山ガラスの水和現象を観察し、山下・檀原(1995)※2に基づき水和(hydration)やスーパーハイドレーション(super hydration)の程度についても、可能な限り半定量的に記載した。

(5) 火山ガラスの屈折率測定

前処理により調製された120-250mesh(1/8-1/16mm)粒径試料を対象に、温度変化型屈折率測定装置(RIMS)※3、4を用い火山ガラスの屈折率を測定した。測定に際しては、精度を高めるため原則として1試料あたり50個以上の火山ガラス片を測定するが、火山ガラスの含有の低い試料ではそれ以下の個数となる場合もある。

温度変化型屈折率測定法※5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温度から、火山ガラスの屈折率を計算して求める方法である。

具体的な測定データは付編 1 第 2 図にデータシートとしてまとめられ、以下に述べるように表示されている。まず最上位に試料名 (Series および Sample Name) が表示され、次に測定者名、Material は対象鉱物名、Immersion Oil は測定に使用した浸液の種類を示す。カッコ内の式は浸液温度 t から浸液の屈折率を算出するのに用いたものである。測定された屈折率値は最終的に Total の項にまとめられる。count,min,max,range,mean,st.dev,skewness はそれぞれ屈折率の測定個数、最小値、最大値、範囲、平均値、標準偏差、そして歪度である。屈折率の histogram の図は縦方向に屈折率を 0.001 きざみで表示し、横方向にその屈折率をもつ火山ガラスの個数が表現される。* 一つが 1 個の火山ガラス片の測定結果を示す。

2 結果および考察

今回の分析結果は付編 1 第 1 ~ 2 図に示した。分析試料は M1L 面上の土壌試料 1 点のみであることから、層位的な変化を考慮して解析することができず、考察は限られたものにならざるを得ないことをお断りしておきたい。以下には各分析結果について、簡潔にコメントする。

(1) 全鉱物組成分析

まず注目されるのは火山ガラスが 15% と比較的多く含まれることと、その形態が軽石型のものを主とし、扁平 (バブル・ウォール) 型のものが 10% 程度含まれていることである。軽鉱物は石英と斜長石が主で全粒子の約半数に及び、カリ長石および β 石英 (ソロバン玉状の高温型結晶形をもつ) も含まれる。重鉱物は主要造岩鉱物を中心に、総数で 14.5% で、残りの粒子は岩片およびプラント・オパールや火山ガラスの風化変質物である。

(2) 重鉱物分析

最も多いのは不透明鉱物で 47.5% とほぼ半量に達する。次に優勢なのが GHb (緑色普通角閃石) で 33.5% に及び、その他に Opx (斜方輝石)・Bt (黒雲母)・Cpx (単斜輝石) が続き、微量のジルコンを含む。

(3) 火山ガラス形態分類

多孔質型 (繊維状および細発泡したもの) が全体の半分を占める。他は中間型 (発砲が比較的粗いもの) や扁平型 (バブル・ウォール型) でほとんど占められ、以上のものに該当しない不規則型 (It) として、黒曜石の細破片状ガラスを少量含む。

(4) 火山ガラス屈折率測定

火山ガラスの屈折率測定ヒストグラムには、明瞭なピークとして 1.507, 1.502 および 1.499 の三つが認められる。実はこれらの屈折率データは、それを構成する各火山ガラス片の形態および水和層厚を併行して関連付け、火山ガラスのグルーピングに用いることが極めて重要である。以下にこれらの情報を一覧表とし付編 1 表 1 に示す。

(5) 結論

今回の分析結果からは限定的ではあるが、テフラに関する情報が得られ、特に火山ガラスの分析結果と解釈は、今後の調査に方向性を与えるものと思われる。単純に含有火山ガラス量比から優占性を議論することは難しいが、To-a、As-K が優勢で AT および K-Ah ガラスも少量含まれることは、①新旧の火山ガラスが混在する、② AT ガラスが少量ながら含まれることを示す。したがって、これらの指標テフ

ラの降灰層準を決定する作業を行うことで、より確実な層位認定に繋がることが示唆される。

参考文献

- ※ 1 吉川周作 1976「大阪層群中の火山灰層について」『地質学雑誌』 82(8) pp.479-515
- ※ 2 山下透・檀原徹 1995「火山ガラスの hydration と super hydration -日本の広域テフラについて-」『ファッション・トラックニュースレター』 8 pp.41-46
- ※ 3 横山卓雄・檀原徹・山下透 1986「温度変化型屈折率測定装置による火山ガラスの屈折率測定」『第四紀研究』 25(1) pp.21-30
- ※ 4 Danhara T., Yamashita T., Iwano H. and Kasuya M. 1992 'An improved system for measuring refractive index using the thermal immersion method.' "Quaternary International" 13/14 pp.89-91
- ※ 5 檀原徹 1993「温度変化型屈折率測定法」『第四紀試料分析法 2. 研究対象別分析法』 pp.149-157 日本第四紀学会編 東京大学出版会

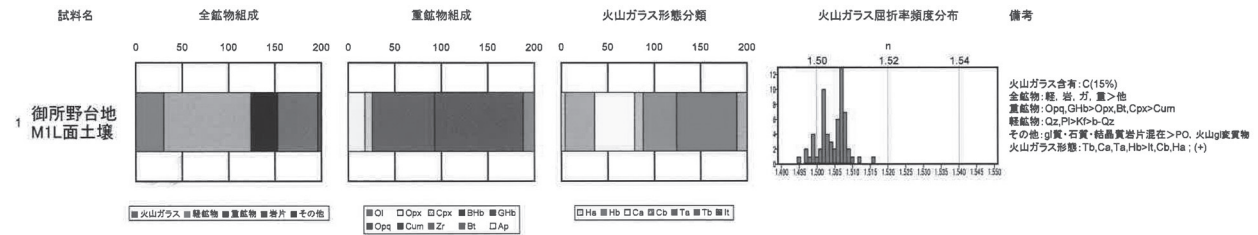
なお温度変化型屈折率測定装置 RIMS™ と測定方法は、PAT.1803336,1888831 で特許登録および商標登録されています。

付編 1 表 1 火山ガラスのグルーピングと年代および対比テフラ
AppendixNo.1 Table.1. Comparison among grouping of volcanic glasses and volcanic tephras.

火山ガラスの屈折率	測定個数	ガラスの形態	水和層厚	推定年代	対比テフラ
1.495-1.500 (モード:1.499)	9	H,C,It,T	10 μ m ≤	30Ka	AT,その他 26-29Ka
1.501-1.504 (モード:1.502)	19	C,T,H,It (Itは黒曜石片)	6~8 μ m	10~20Ka	浅間草津 As-K 15-16.5Ka
1.505-1.510 (モード:1.507)	31	T,C,H,It (Itは黒曜石片)	1~2 μ m	1~2ka	十和田a To-a AD915
1.512, 1.516	2	T,C,It	4~5 μ m	5~10ka	鬼界アカホヤ含む K-Ah 7.3ka

付編 1 第 1 図 データシート (1)
AppendixNo.1 Fig.1. Datasheet(1).

①各データ集計



②保存用試料一覧表

No.	試料名	処理生試料 湿潤重量 (g)	識別試料重量(g)					色調判定	備考
			> 1/4 mm	1/4-1/8 mm	1/8-1/16 mm	1/16-1/32 mm	< 1/32 mm		
1	御所野台地 MIL面 II層下-II層上	30.0	0.29	0.25	0.33	0.81			

注: ※(1) 表中の数字は保存試料の重量を示す。
 (2) 1/8-1/16段階の保存試料は、一部岩石薄片作成に使用したため
 実際よりわずかに少なくなっている。
 (3) 色調判定は、新版標準土色帳(農林省農林水産技術会議事務局監修、1970)による。

③火山ガラス屈折率測定結果一覧表

No.	試料名	屈折率範囲		屈折率 平均値	測定 個体数	屈折率 最頻値	火山ガラス 形態	備考
		最小	最大					
1	御所野台地 MIL面土壤	1.4950 1.5009 1.5050 1.5116	1.5003 1.5044 1.5071 1.5140	1.4982 1.5024 1.5071 1.5140	9 19 31 2	- 1.502 1.507 -	H,C,It,T C,T,H,It T,C,H,It T,C,It	gl含有: C(15%) 水和層厚1-2μmが主 重鉱物: Opq, GHb > Opx, Bt, Cpx > Cum 軽鉱物: Qz, Pl > Kf > β - Qz その他: gl質・石質・結晶質岩片混在 > Po, 火山噴出物 火山ガラス形態: Tb, Ca, Ta, Hb > It, Cb, Ha ; (+)

1) 屈折率範囲: 個体ごとの屈折率測定値を小数点第4位まで表示する。ヒストグラム上で完全に分離され、異なるグループとみなされるものは、グループごとに表示する。未水和部の測定値には下線を付す。
 2) 屈折率平均値: 同一グループに属するとみなした場合の平均屈折率値。下線は未水和部の値。
 3) 測定個体数: 測定対象とした個体数。
 4) 屈折率最頻値: ヒストグラム中で最頻値を判断し、四捨五入により少数点第3位で表示する。
 (ex. 1.500: 1.4995 ≤ nd < 1.5005)
 5) 火山ガラス形態: 吉川(1976)に準拠し、形態をH:扁平型, C:中間型, T:多孔質型に分け、定性的に示す。
 いずれにも属さないものをIt:不規則型。鉱物表面に付くものを付着として表示する。
 6) 備考: 火山ガラス含有、水和・超水和の程度を定性的に示す。また、その試料固有の特徴について記す。
 火山ガラス含有は、VA(≧90%), A(≧50%), C(≧10%), R(≧5%), VVR(≧1%), VVR(<1%), N(0%)の
 7段階に分類する。水和はhydration、超水和はsuper-hydrationの意。

④テフラ分析結果表

分析試料名: 御所野台地 MIL面土壤

全鉱物組成

火山 ガラス	軽 鉱物	重 鉱物	岩 片	そ 他	合計	備考
30	94	29	43	4	200	火山gl: 珪長質pm>bw, It型。 4種以上の火山glが混在する。 軽鉱物: Qz・pl > Kf, β - Qz含む。 重鉱物: Opq, GHb, Opx, Bt, Cpx主。 Zr微量。 岩片: gl質・石質・結晶質混在。 その他: Po・火山gl変質物。
15.0	47.0	14.5	21.5	2.0	100.0	

bw:パブルウォール, pm:軽石, sco:スコリア, pl:斜長石, Qz:石英, af:アルカリ長石, Kf:カリ長石, chal:カルシウム, Po:プラントオパール

重鉱物分析

Ol	Pyroxene		Amphibole		Opq	Cum	Zr	Bt	Ap	total	備考
	Opx	Cpx	BHb	GHb							
-	18	8	-	67	95	-	0+	12	-	200	
0.0	9.0	4.0	0.0	33.5	47.5	0.0	tr	6.0	0.0	100.0	

Ol:カン石、Opx,Cpx:斜方、単斜輝石、BHb, GHb:緑色・褐色角閃石、Opq:不透明鉱物、
 Cum:カミントン閃石、Zr:ジルコン、Bt:黒雲母、Ap:アパタイト

火山ガラス形態分類

Ha	Hb	Ca	Cb	Ta	Tb	It	合計	色付gl	備考
4	32	43	9	36	65	11	200	+	珪長質pm>bw, It型。 色付gl、亀ノ甲gl少量含む。
2.0	16.0	21.5	4.5	18.0	32.5	5.5	100.0		

H:扁平、C:中間型、T:多孔質、It:不規則型、incl:インクルージョン、devt:失透化、RI:屈折率

火山ガラス屈折率測定

屈折率範囲 (range)		屈折率 平均値 (mean)	測定 個体数 (個)	屈折率最頻値 (mode)	火山ガラス形態 (glass type)
最小	最大				
1.4950	1.5003	1.4982	9	-	H,C,It,T ←一部AT
1.5009	1.5044	1.5024	19	1.502	C,T,H,It ←As-K
1.5050	1.5101	1.5071	31	1.507	T,C,H,It ←To-a
1.5116	1.5164	1.5140	2	-	T,C,It ←一部K-Ah

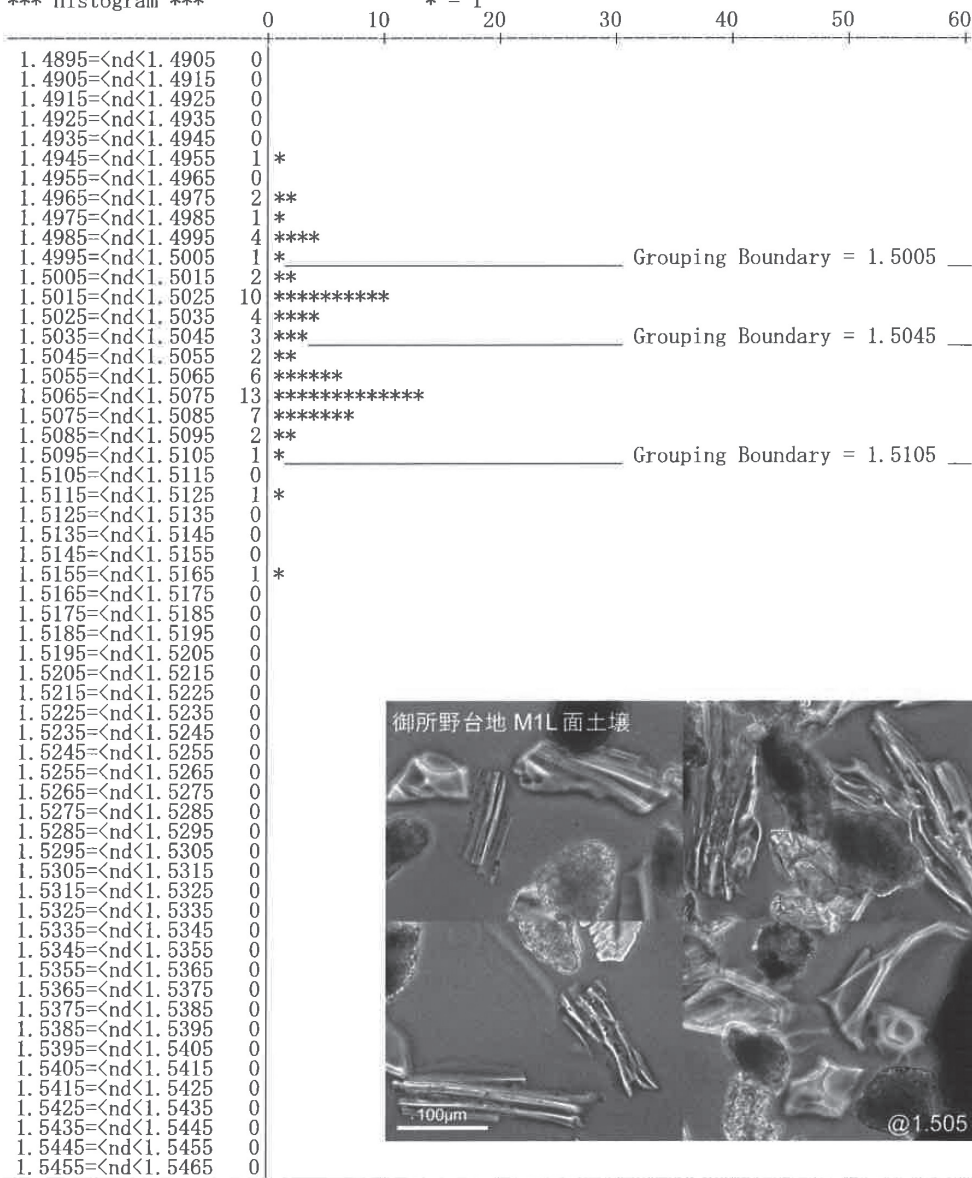
付編 1 第 2 図 データシート (2)
AppendixNo.1 Fig.2. Datasheet (2).

*** Grouping Data Sheet ***
 Series Name : 秋田市教育委員会文化振興室
 Sample Name : 1. 御所野台地 M1L 面土壤
 Analyst : Yamashita
 Material : V. Gl.
 Immersion Oil: SD51 (nd=1.5184-0.000387·t)
 SD51, SD51a

Group. 01	1.4950	1.4966	1.4970	1.4982	1.4990	1.4991	1.4992	1.4994	1.5003
Group. 02	1.5009	1.5013	1.5015	1.5015	1.5016	1.5018	1.5019	1.5020	1.5021
Group. 03	1.5050	1.5052	1.5058	1.5059	1.5061	1.5061	1.5064	1.5064	1.5066
Group. 04	1.5116	1.5164							

	count	min.	max.	range	mean	median	st.dev.	skew.
Group. 01	9	1.4950	1.5003	0.0053	1.4982	1.4990	0.0017	-0.8619
Group. 02	19	1.5009	1.5044	0.0035	1.5024	1.5021	0.0009	0.6897
Group. 03	31	1.5050	1.5101	0.0051	1.5071	1.5070	0.0011	0.5662
Group. 04	2	1.5116	1.5164	0.0048	1.5140	1.5140	0.0034	0.0000
Total	61	1.4950	1.5164	0.0214	1.5046	1.5058	0.0039	-0.0605

*** Histogram ***



Measured by RIMS2000