天池天文峰全新世火山喷发物 长石表面硅膜特征及意义

张秉良1),于红梅1),赵波1),许建东1),史兰斌1),盘晓东2)

1) 中国地震局地质研究所,北京,100029;

2) 吉林省地震局,长春,130022

内容提要:利用扫描电镜和能谱分析研究天池火山天文峰剖面全新世喷发物中长石表面硅膜的结构状态和化 学组成,结果显示:天文峰剖面从顶部黑色浮岩向下到暗灰色浮岩中,长石表面发育有不同结构状态的硅膜。硅膜 的结构特征有随火山喷发时代越早,长石颗粒表面硅膜越厚,结构越复杂;喷发时代越晚,长石颗粒表面硅膜越薄, 其结构越简单的变化趋势,即长石表面硅膜的形态和厚度与火山喷发的时代具有一定的相关性。硅膜的主要化学 组成是 Si(33.3%~26.6%)Al(9.28%~6.22%),Na(6.08%~4.07%),K(3.84%~2.35%)和 Fe(3.82%~ 1.64%)。化学组成特征范围指示硅膜是硅酸盐溶解沉积而成。硅膜元素之间有随着硅元素含量的增加,铝、钠含 量减少,而钾和铁含量变化微弱的关系。天文峰剖面全新世喷发物长石表面硅膜的化学组成和元素之间的相关性 类似于 Dorn(1998)划分的富碎屑硅膜。硅膜特殊的形貌和化学组成变化反映了它是岩石天然风化、迁移,最后沉 淀的客观成因。而 Fe 元素则可能与微生物作用有关。岩石风化、磨损的粒子和溶解的离子为硅膜的形成提供了 物质来源。详细研究硅膜的特征,它将有可能成为从岩石微观方面探讨火山喷发后环境变化和火山喷发期次的一 种新方法。

关键词:天池火山;硅膜;扫描电镜;显微结构;化学组成

风化使岩石破碎, SiO_2 和 Al_2O_3 从中析出。破 碎的岩石碎屑和以溶解的 Si、Al 络合物的形式进行 迁移、蒸发、沉淀,最后堆积在岩石、矿物表面或孔腔 中(Landmesser,1995)。通过这个物理、地球化学 过程在岩石、矿物表面所产生的积淀物(accretion) 称之为硅膜(silica glaze)(Butzer et al., 1979; Smith,1988)。硅膜一般发育在温、热带环境地区, 常常富含硅、铝和铁的氧化物、粘土及碎屑。硅膜按 其化学组成可划分为非晶质硅膜、富碎屑硅膜、富 Al-Fe 硅膜、富 Fe 硅膜和 Al 膜等 5 种类型(Dorn, 1998)。研究资料表明在温热带地区,硅膜可在年内 或数年内在岩石、熔渣等固体表面迅速形成 (Curtiss, 1985; Dorn et al., 1995)。硅膜的形态、厚 度和组成与地区海拔高低、温度、雨水、地势和物质 沉淀的时间长短等密切相关(Campbell,1991;Dorn et al., 1995)。一般情况下, 在同一地区, 硅膜的厚 度在一定范围内随形成时间的增长而加厚(Dorn, 1998)。地质学家在不同学科(如考古,地球化学等) 中研究具有特殊位置层面上硅膜形成的年代及物质 组成,对考古定年和研究环境变化都具有重要意义 (Rottlander,1975; Dorn,1998;周本刚等,1999)。 已有资料表明,区域位置、环境不同,硅膜形成的年 代不同,也就是说硅膜隐含着年代、温度、pH 值等 许多环境变化信息。

火山喷发物是保存火山活动遗迹的载体,火山 喷发物表面的硅膜记录并保留了有关火山喷发后环 境变化和年代的多种信息,详细研究硅膜的特征,用 以探索火山喷发后的环境变化和火山喷发期次,它 将有可能成为从岩石微观方面研究火山喷发后环境 变化和喷发期次的一种新方法。

许多研究者认为长白山天池火山全新世以来曾 发生过规模不等的多次喷发(刘嘉麒,1995,1999;刘

注:本文为国家自然科学基金项目(编号 40772128)、中国地震局行业专项(编号 20070827)共同资助成果。 收稿日期;2010-04-29;改回日期;2011-03-30;责任编辑;周健。

作者简介:张秉良,男,1948年生。1976年毕业于中国科技大学,研究员。长期从事矿物岩石、显微构造研究,现主要致力于火山喷发物的研究。电话:010-62009098;Email:zhangbl15@yahoo.com.cn。

DOI:CNKI:11-1951/P.20110517.1002.002 网络出版时间:2011-5-17 10:02

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/11.1951.P.20110517.1002.002.html

祥等,1997;刘若新,2000)。但是由于很难获得可供 测试绝对年龄的样品(仅在个别层位中有¹⁴C样品) 和用于地层对比的确切标志,因此目前对于天池火 山全新世以来喷发多少期次,尚缺乏有说服力的证 据。而且对于火山喷发之后,从岩石微观方面研究 环境变化的更少,天池火山不同期次喷发物中长石 表面都有硅膜,本研究以长石表面的硅膜为直接测 定对象,采用 SEM+EDX 观测天文峰剖面全新世 火山喷发物长石表面硅膜特征,并对其形成机理进 行探讨。

1 样品与实验方法

天池火山口缘的天文峰出露有多期次火山喷发的空降浮岩堆积物,这一剖面目前是人们认可的连续原始沉积堆积之一(图1),Tw1采自天文峰顶部, 是历史喷发形成的黑色渣状浮岩,其厚度约50 cm 左右,可能是公元1668 年的火山喷发物(刘若新, 2000);Tw2 为灰色浮岩,其厚度约200 cm,为1000 a 喷发物(刘若新,2000);Tw3 为黄色浮岩,厚约 500 cm, Tw4 为浅黄色浮岩,厚约 500 cm,这两种 不同颜色的浮岩统称为4000 a 喷发物(刘若新, 2000);Tw5 为下部暗灰色浮岩,厚约1000 cm,为 5000 a 喷发物(刘若新,2000);Za 是局部杂色浮岩, 其中含有不同颜色的岩屑,厚度约100 cm,此层从 岩石组成上与其他5个样品明显不同,这层物质不 在连续原始沉积剖面序列之中,应放在哪个位置,目 前尚有不同看法,本文暂且不把它放在序列中。 ML 样采自漫江林场。所有浮岩都是泡沫状,SiO2 含量在64.8%~71.7%之间,KO2含量在4.67%~ 6.08%之间[•]。将样品用浮选法选出钾长石,用 10%的稀盐酸处理和蒸馏水清洗,以除去长石表面 的附着物,然后在双目镜下挑出200~300个单晶颗 粒,把它们分散粘在贴有导电胶带的SEM 铜样品 台上,颗粒相互不掩盖。最后,在真空镀膜机上喷 一层金膜,用 LEO-435VP 型 SEM+EDX 观察、分 析长石表面微观形貌特征及组分。本次研究的样品 位置分布如图1所示。

2 实验结果

2.1 长石的表面结构

将剖面不同层位中的长石样品逐一进行扫描电 镜观测并做能谱分析,扫描电镜下发现,天文峰剖面 长石晶体表面显微形貌特征都是比较复杂的。不同 层位中长石晶体的表面显微形貌共同特征:有溶缝 (图 2a、d),矩形溶孔(图 2b),风化溶蚀(图 2c、e)以 及积淀物(硅膜)(图 2f),能谱分析显示:长石颗粒



图 1 天文峰上天池火山喷发的浮岩 Fig. 1 The pumices of produced by the eruption of Tianchi volcano at Tianweifeng (a)—照片;(b)—柱状图及样品分布 (a)—Photography;(b)—column and sample distribution (dots)



图 2 天池天文峰剖面长石表面 SEM 特征 Fig. 2 SEM features of feldspar surface at Tanweifeng profile, Tianchi (a)—不规则溶缝;(b)—矩形溶孔;(c)—均匀溶蚀;(d)—溶缝;(e)—不均匀溶蚀;(f)—硅膜 (a)—Irregular solution fissures;(b)—rectangular solution pores;(c)—uniform dissolution; (d)—solution fissures;(e)—non-uniform dissolution;(f)—silica glaze

凹处或孔洞中沉积的硅膜组成与长石相比,除 Si、 Al、Na、K 含量发生变化外,都增加一个 Fe 元素。 但又有各自的独特结构特征,如硅膜形态、厚度不同 等。现将硅膜特征详述如下。

2.2 硅膜类型

天文峰剖面长石颗粒的凹处(图 3a)或气泡内 部(图 3c)沉积有不同厚度的硅膜。零星分散的沉 积厚度较簿的蠕虫状形态者称星点状结构(图 3a); 硅膜较厚且表面凸凹不平的称荔枝状结构(图 3d)。 按照长石表面硅膜的分布状态和厚度从零星分布到 密集堆积,从简单到复杂的顺序进行分类,可划分为 星点状结构(图 3a)、席状结构(图 3b)、密集状结构 (图 3c)和荔枝状结构(图 3d)等4类(图 3)(表 1)。

似毛毛虫状絮状物零星分散在长石表面,絮状物分布不均匀称为星点状结构(图 3a);席状结构是 在长石颗粒表面凹处沉积有簿层积淀物,它几乎密 布整个视域,均匀散布,很少有基底出露(图 3b);密 集状结构为积淀物厚层堆积,在长石颗粒的凹处或 孔洞中堆积有一定厚度的起伏不明显的硅膜(图 3c);荔枝状结构是在长石颗粒的凹处或孔洞中,积



图 3 天池天文峰剖面长石表面硅膜 Fig. 3 Silica glazes on feldspar surface at Tanweifeng profile, Tianchi (a)—星点状结构;(b)—席状结构;(c)—密集状结构;(d)—荔枝状结构 (a)—Scattered structure; (b)—sheet structure; (c)—dense structure; (d)—rough structure

淀物有一定的厚度,表面凸凹不平,起伏明显似荔枝状(图 3d)。

表 1 天池天文峰剖面长石表面硅膜特征分类

Tablle 1 Classification of silica glazes on feldspar surface

at Tanweifeng profile, Tianchi

类型	主要结构特征
I 星点状结构	长石表面凹处分布有零星分散的似毛毛虫状絮状物,分布不均匀
Ⅱ 席状结构	长石表面凹处沉积有薄层积淀物,均匀分布成席状,几乎无基底出露,很少有突起
Ⅲ 密集状结构	积淀物厚层堆积,均匀分布在长石表面的凹处或 空洞中
Ⅳ 荔枝状结构	积淀物沉积厚度不同,凸凹明显,似荔枝皮状

2.3 硅膜组成

能谱分析显示,较新鲜的长石表面显示强的 Si、Al峰和弱的 Na、K峰(图 4a),硅膜的组成显示 强的 Si、Al峰和弱的 Na、K、Fe峰(图 4b)。表 2 中 列出了部分长石和硅膜化学组成。从化学组成对比 图(图 5)上可以看出,硅膜组成与较新鲜的长石表 面相比,Si、Al、Na、K含量减少微弱,增加了 Fe 元 素。这种化学组成的差异原因可能是在弱酸性介质 作用下,浮岩中的玻璃、长石经风化,Si、Al、Na、K 被风化淋滤,这些物质溶解在水中,形成悬浮液或不 同离子的络合物随水迁移,在适当的环境下蒸发、沉 积在长石颗粒的凹处或孔洞中形成硅膜。生长发育 在长石表面的硅膜,其显微形貌和长石有明显不同 (图 3)。形貌特征和化学组成都表明硅膜和长石是 两种不同的物质,但没有证据说明硅膜是其下的长 石风化而成。硅膜主要化学组成(表 2):Si(33.3% $\sim 26.6\%$), Al (9.28% $\sim 6.22\%$), Na (6.08% \sim 4.07%), K (3.84% \sim 2.35%) 和 Fe (3.82% \sim 1.64%),能谱分析元素组成特征范围指示硅膜是硅 酸盐溶解沉积而成。图6反映了硅膜中硅元素与其 他元素之间关系,似乎有随着硅元素含量的增加, 铝、钠含量减少,而钾和铁含量变化微弱的关系。本 文研究的硅膜化学组成及元素之间的相关性类似于 Dorn(1998)划分的富碎屑硅膜。硅膜特殊的形貌 和化学组成变化反映了它是岩石天然风化、迁移,最 后沉淀的客观成因。而 Fe 元素则可能与微生物作 用有关(Duhig et al., 1992)。

2.4 天文峰剖面长石表面硅膜特征

将天文峰剖面长石表面硅膜在扫描电镜下观察、统计,结果显示:天文峰剖面顶层黑色浮岩中长 石表面上的硅膜 80%为星点状结构;灰色浮岩中长 石表面上的硅膜 80%以上为席状结构;黄色浮岩和 \cap

10

30



图 4 天池天文峰剖面长石、硅膜能谱图

70

EDX diagram of feldspar and silica glaze at Tanweifeng profile, Tianchi Fig. 4

(a) 一新鲜无风化长石能谱图;(b) 一硅膜能谱图

(a)—Fresh feldspar; (b)—glaze

	表 2 天池天文峰剖面长石和硅膜的化学组成
Table 2	Chemical compositions of feldspar and silica glaze at Tanweifeng profile, Tianchi

样品	TW1				TW2				TW3		
矿物	长石	长石	硅膜	硅膜	长石	长石	硅膜	硅膜	长石	硅膜	硅膜
序号	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2
Na	5.05	5.28	5.26	4.50	3.70	4.66	4.10	4.07	5.67	4.08	4.51
Al	10.92	11.50	9.11	6.16	11.12	10.96	9.28	6.67	11.03	7.22	6.65
Si	31.53	32.87	29.40	30.72	34.95	34.98	26.60	33.30	33.12	31.92	27.24
Κ	5.38	5.49	3.26	2.65	6.11	5.69	3.22	3.38	4.90	3.37	2.35
Fe			1.64	2.03			3.82	2.91		2.56	2.43
0	47.12	44.86	51.33	53.93	44.12	43.70	52.99	49.67	45.28	50.75	56.82
总计	100	100	100	99.99	100	99.99	100	100	100	100	100
样品	TW4				TW5						
矿物	长石	硅膜	硅膜	长石	长石	硅膜	硅膜				
序号	1	1	2	1	2	1	2				
Na	4.24	4.77	4.11	5.45	3.63	4.87	6.08				
Al	10.75	6.62	8.07	10.61	11.15	7.58	6.94				
Si	35.65	30.55	32.50	33.24	37.33	32.68	28.65				
Κ	6.43	2.95	3.84	5.03	6.98	3.54	2.41				
Fe		2.39	1.86			2.06	2.36				
0	42.92	52.71	49.62	45.58	40.91	49.28	53.53				
总计	99.99	99.99	100	100	100	100	100				

浅黄色浮岩长石表面上密集状结构的硅膜大于 80%;下部暗灰色浮岩中长石表面上的硅膜 80%是 荔枝状结构。天池火山不同期次喷发物中硅膜类型 见表 3。 漫江林场长石表面硅膜结构特征与天文峰 剖面中灰色浮岩长石表面上的硅膜同属席状结构类 (表 3),由此看来,它们可能是同一次火山喷发的产 物。研究发现,天文峰剖面火山喷发时代越早,长石 颗粒表面硅膜堆积越厚,结构越复杂;火山喷发时代 越晚,长石颗粒表面硅膜堆积越薄,结构越简单。即 长石表面硅膜的形态和厚度与火山喷发的时代具有 一定的相关性(图7)。扫描电镜下图像显示,一个 层位样品中所观察到的长石颗粒表面硅膜具有几乎 相同的显微形貌结构,也就是说在这层位中此种类 型硅膜属于主流类型,但也有小部分长石颗粒表面 硅膜的形态和厚度不同于主流类型,而向左右类型 偏移。统计结果显示,每一层位硅膜结构特征的主 次分布图形似轮轱状(表 3)。这表明,可能在风化 淋滤沉积过程中,由于长石颗粒表面形态的差异和 周围环境的不同等因素,致使物质不能均匀的沉淀 在每一长石颗粒表面或孔洞中。









3 讨论

3.1 硅膜物质来源

硅膜像岩石的其他涂膜一样属外部积淀物,硅 膜中的物质可能来自岩石的破碎、溶解和沉积 (Whalley,1978;Schiavon,1993)。微生物和 pH 值 在岩石的溶解中加速了 Si、Al 等物质从硅酸盐矿物 中的释放(Robert et al.,1986;Hiebert et al., 1992)。扫描电镜照片清楚的显示硅膜形态不同于 基底长石,能谱的化学组成也表明二者迥然不同,但 没有证据表明硅膜不是其下的长石风化而成。天池 浮岩的主要组成是长石和玻璃,二者都是架状硅酸 盐,结构为 Al-O-Si 格架化学价键,其晶体结构为 Si (Al)-O 四面体三维格架,格架中某些孔隙和通道为



图 7 天文峰剖面长石硅膜类型与火山喷发年代的关系 Fig. 7 Relationship between silica glaze types of feldspar surface on the profile at Tianwen peak and ages of volcanic eruption





碱金属和碱土金属阳离子所充填(如典型的 K、Na、 Ca),充填格架的阳离子平衡了四面体格架中 Al 取 代 Si 所产生的负电荷,而充填格架的阳离子键比 Si-O-Si(Al)共价键要弱,因此充填格架阳离子与溶 液中的氢进行阳离子交换,阳离子首先淋失,其次是 Si 和 Al(Wilson,1975;Holdern et al.,1979)。理论 和实验证明,pH 值对 Si、Al 从岩石中溶解起着重要 作用(Casey et al.,1990;Kawano et al.,1997)。Fe 元素则可能与微生物作用有关(Duhig et al.,1992; Konhauser et al.,1996)。总之,岩石风化、磨损的 粒子和溶解的离子为硅膜的形成提共了物质来源。

3.2 硅膜形成速率

硅膜在世界各地均有分布,环境不同,硅膜形成 的时间不同。在温热、潮湿、雨水充足的地区,硅膜 可在年内、25 a 和 100 a 内形成(Curtiss et al., 1985),有的可在 20~40 a 中形成(Dorn et al., 1995)。在干旱、寒冷地区,硅膜形成的时间要长一 些。对天文峰剖面研究发现,火山喷发时代越早,长 石颗粒表面硅膜越厚,结构越复杂;喷发时代越晚, 长石颗粒表面硅膜越薄,其结构越简单,即长石表面 硅膜的形态和厚度与火山喷发的时代具有一定的相 关性。但要确定硅膜形成的速率还有一定的困难, 首先一个重要的不确定因素是硅膜的风化淋滤和化 学沉积的不稳定性(Curtiss et al.,1985),其次是硅 膜形成生长过程中微环境改变是不了解的。因此要 确定一个地区硅膜形成的速率需要认真仔细地做许 多详细地分析研究工作。研究资料表明,在同一局 部地区,在采样过程中尽量排除其他与时间无关的 干扰因素后(如采样位置、地形等),仍能找出硅膜形 成的类型与时间之间的关系。

3.3 硅膜形成的模式

自然风化及生物作用使岩石破碎,不同物质以 各自独特的方式从岩石中迁移出来(如碎屑、络合 物、悬浮液等),最后沉积在岩石、矿物等固体表面形 成硅膜。地球化学作用在硅膜形成中起着重要作 用。在不同化学组成的硅膜中,非晶质硅即便在某 些硅膜中作为基质存在,但它都是硅膜的主要组成 (Dorn,1998)。非晶质硅是 Al-Si 络合物[Al(Si (OH)₃)²⁺]通过蒸发、沉积在长石表面及孔洞中,在 水-岩界面形成新的亚稳态矿物。此时,溶液中普遍 存在的可溶 Al-Si 络合物[Al(Si(OH)₃)²⁺]是新的 亚稳态矿物形成的关键(Browne et al.,1992)。在 硅膜已形成的地球化学条件下,Al-Si 络合物的存在 有利于硅膜的生长。

4 结语

(1)本研究首次对天文峰剖面火山不同期次喷 发物中长石表面硅膜的显微形貌进行分析,初步建 立了研究区硅膜形貌特征与地层之间的关系,即火 山喷发时代越早,长石颗粒表面硅膜越厚,结构越复 杂;喷发时代越晚,长石颗粒表面硅膜越薄,其结构 越简单,长石表面硅膜的形态和厚度与火山喷发的 时代具有一定的相关性。值得一提的是,将来有可 能作为一种新的测年方法,硅膜法目前正处于实验 阶段,由此而得到的一些结果有待于将来定量年代 数据的检验。

(2)能谱分析基本化学元素组成特征范围指示 硅膜是硅酸盐溶解沉积而成。硅膜中硅元素与其他 元素之间关系,似乎有随着硅元素含量的增加,铝、 钠含量减少,而钾和铁含量变化微弱的关系。本文研究的硅膜化学组成及元素之间的相关性类似于 Dorn(1998)划分的富碎屑硅膜。硅膜特殊的化学 组成反映了它是岩石天然风化、迁移,最后沉淀的客 观成因。而 Fe 元素则可能与微生物作用有关。

(3)长石及其他矿物颗粒新的表面形成的环境 是非常重要的,而要获得直接的环境资料也是非常 困难的,因为长石风化往往受多种因素的影响,而硅 膜的形貌和化学组成能提供环境变化的重要信息。

注 释

● 吉林省地震局,中国地震局地质研究所. 2003. 长白山天池火山近 代活动历史.

参考文献

- 刘嘉麒. 1995. 中国火山活动及其潜在的危险性. 见:刘若新主编. 火山活动与人类环境. 北京:地震出版社, 182~190.
- 刘嘉麒. 1999. 中国火山.北京:科学出版社.
- 刘若新.2000.中国的活火山.北京:地震出版社.
- 刘祥,向天元.1997.中国东北地区新生代火山和火山碎屑堆积物资 源与灾害.长春:吉林大学出版社.
- 周本刚,柳覃卓,张裕明.1999.天山北麓岩石漆显微层理层序的初步 建立及其年代学意义.地震地质,21(4):301~308.
- Browne B A, Driscoll C T. 1992. Soluble aluminum silicates: stoichiometry, stability, and implications for environmental geochemistry. Science, 256:1667~1669.
- Butzer K W, Fock G J, Scott L. 1979. Dating and context of rock engraving in South Africa. Science, 203:1201~1214.
- Campbell I A. 1991. Classification of rock weathering at Writing-On-Ston Provincial Park, Alberta, Canada. Earth Surface Processes and Landforms, 16:701~711.
- Casey W H, Bunker B. 1990. Leaching of minerals and glass surface during dissolution. In: Hochella J M F, White A F, ed. Mineral-Water Interface Geochemistry. Review in Mineralogy, 23. Mineralogical Society of America, 397~426.
- Curtiss B, Adams J B, Ghiorso M S. 1985. Origin, development and chemistry of silica-alumina rock coatings from the semiarid regions of the island of Hawaii. Geochemica et Cosmochimica Acta, 49: 49~56.
- Dorn R I, Meek N. 1995. Rapid formation of rock varnish and other rock coatings on slag deposits near Fontana. Earth Surface Processes and Landforms, 20:547~560.
- Dorn R I. 1998. Rock coatings. Amsterdam: Elsevier, 279~318.
- Duhig N C, Davidson G J, Stalz J. 1992. Microbial involvement in the formation of Cambrian seafloor silica-iron oxide deposits, Australia. Geology, 20:511~514.
- Hiebert F K, Bennett P C. 1992. Microbial control of silicate weathering in organic-rich ground water. Science, $258:278 \sim 281$.
- Holdern G R, Berner R A. 1979. Mechanism of feldspar weathering

 Experimental studies. Geochimica et Cosmochimica Acta, 54: 1267~1282.

- Kawano M, Tomita K. 1997. Analytical electron microscopic study of the noncrystalline products formed at early weathering stages of volcanic glass. Clay and Clay Mineral, 45(3):440~447.
- Konhauser K O, Ferris F G. 1996. Diversity of iron and silica precipitation by microbial mats in hydrothermal waters, Iceland: implications for Precambrian iron formations. Geology, 24:323~326.
- Landmesser M. 1995. Mobility by metastability:silica transport and accumulation at low temperature. Chemie der Erde, 55:149~ 176.
- Robert M, Berthelin J. 1986. Role of biological and biochemical factors in soil mineral weathering. Soil Science Society of

America Special Publication, 17:453~495.

- Rottlander R. 1975. The formation of patina on flint. Archaeometry, 17:106~110.
- Schiavon N. 1993. Microfabrics of weathered granite in urban monuments. In: Thiel M J, ed. Conservation of Stone and Other Materials. E and FN Spon, Lond, 271~278.
- Smith B J. 1988. Weathering of superficial limestone debris in a hot desert environment. Geomorphology, 1(4):355~367.
- Whalley W B. 1978. Scanning electron microscope examination of alaboratory-simulated silcrete. In: Whalley W B, ed. Scanning electron microscopy in the study of sediments. Geo-Abstracts, Norwich, 399~405.
- Wilson M J. 1975. Chemical weathering of some primary rockforming minerals. Soil Science, 119(5): 349~355.

Features of Silica Glazes on Feldspar from the Holocene Volcanic Eruptive Material at the Tianwen Peak, Tianchi, Changbai Shan and Their Implications

ZHANG Bingliang¹, YU Hongmei¹, ZHAO Bo¹, XU Jiandong¹, SHI Lanbin¹, PAN Xiaodong²

Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing, 100029;
Earthquake Administration of Jilin Province, Changchun, 130022

Abstract

The structures and chemical compositions of feldspar surface silica glazes from the Holocene volcanic eruptive material at the Tianwen peak, Tianchi, Changbai Shan was studied using SEM and EDX. The result shows that silica glazes of varied structures developed on feldspar surfaces in the pumices on the Tianwenfeng cross section, which change in color from black at top downward to dark-grey at bottom. Their structural features vary with the ages of volcanic eruption. Early eruption of volcanic rocks resulted in thicker silica glazes and more complicated structure on the surface of feldspar grains; late eruption formed thinner glaze and simpler structure, i. e. the morphology and thickness of silica glazes on the feldspars are correlated with the time of volcanic eruption. These glazes are made up of Si (33.3% \sim 26.6%), Al (9.28%~6.22%), Na (6.08%~4.07%), K (3.84%~2.35%) and Fe (3.82%~1.64%). With increasing Si content, the content of Al and Na tend to decrease, while contents of K and Fe have few change. Such a composition indicates that the glaze resulted from deposits of dissolved silicate. And the correlation between the composition of silica glaze and the elements is analogue to that of the glaze rich in fragment determined by Dorn in 1998. The features of these structure and variety of the compositions reflect the processes of rock weathering, migration and final deposit. Fe is probably related to microorganism. Rock weathering, wore grains and dissolved ion provide the glaze formation with material sources. The detailed observing glazes may be a new approach to study post-volcanic eruption settings and temporal process of volcanic eruptions from microstructures of rocks.

Key words: Tianchi volcano; silica glaze; SEM; microstructure; chemical composition