科 学 通 报
第 42 卷 第 5 期 Chinese Science Bulletin 1997 年 3 月

【研究简报】

南极洲柯林斯冰帽冰芯火山灰的主要矿物特征

张雯华① 刘嘉麒② 王长江①
(①中国科学院地质研究所岩石圈构造演化开放研究实验室,北京 100029;②中国科学院地质研究所,北京 100029)

关键词 矿物 火山灰 冰芯 柯林斯冰帽 南极

柯林斯(Collins)冰帽位于南极洲南设得兰群岛的乔治王岛上,冰帽总面积达 1 300 km^2,占全岛面积的 90%. 1992 年 5 月～10 月中国国家南极科学考察队对柯林斯冰帽进行了较为系统的冰川学考察,并在柯林斯冰帽西南小冰穹钻取了 6 支冰芯,发现有多层火山灰沉积层[1],为确定南极地区火山活动序列提供了有力证据.

研究用的冰芯位于小冰穹顶,海拔 252 m,全长 80.36 m,是所有冰芯中最长的一支. 我们对其中的火山物质成分进行了初步研究[2],本文重点讨论火山灰的矿物学和矿物化学特征.

1 一般特征

冰芯中火山灰的分布状态可分为三种类型:(1)明显的致密层状态沉积物,厚约 1 cm(图 1);(2)黑色呈小团块或聚片状分散在约 3 cm 厚的范围内;(3)呈点状或局部聚合成小片状分散在 0.5～1 cm 厚的范围内. 这种沉积特点反映了火山灰来源的多少、沉降速率,以及搬运距离的不同.

黑色和褐色火山灰的粒径大小不等(0.01～0.5 mm),我们主要对粒径在 0.10～0.40 mm 之间的颗粒进行分析研究. 扫描电子显微镜下观察,颗粒多为不规则棱角状,少量具有风蚀痕迹呈椭圆状或表面有气泡爆裂弧面、凹坑并有白色充填物(图 2). 通过在双目镜和偏光显微镜下的鉴定,这些火山灰主要由玻屑、岩屑和晶屑组成. 以黑色岩屑和黄色玻屑为主,约占

---

(3)东亚大槽(冬季风)与热带西太平洋对流活动的低频振荡的强度变化的一致性,进一步表明东亚大槽(冬季风)活动对赤道西太平洋地区对流的重要激发作用.

参 考 文 献

1 仇永炎,王为德. 寒潮中期预报研究的进展. 见:全国寒潮中期预报文集. 北京:北京大学出版社,1984. 1～10
2 李崇银. 频繁的强东亚寒潮活动与 El Niño 的发生. 中国科学,B 辑:1988,(6): 667～674
3 Li Chongyin. Interaction between anomalous winter monsoon in East Asia and El Niño events. Adv Atmos Sci, 1990, 7: 36～46
4 Nitta T. Convective activities in the tropical western pacific and their impact on the Northern Hemisphere summer circulation. J Atmos Soc Japan, 1987, 64: 373～390

(1996-04-03 收稿,1996-06-19 收修改稿)

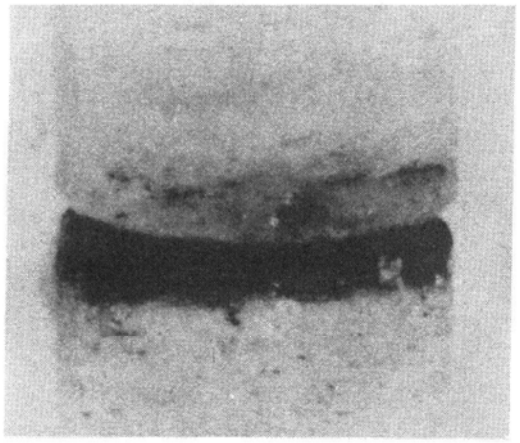


图 1　火山灰呈致密层状分布

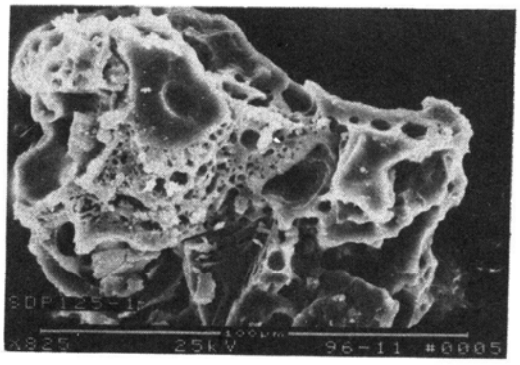


图 2　火山灰的表面形态和结构
二次电子扫描，张汝藩测定

80%～90%；其次为晶屑，有长石、辉石、角闪石和磷灰石等，约占 10%．金属矿物为钛铁氧化物．根据岩屑、玻屑和晶屑的含量、表面特征及矿物的种类，我们认为冰芯中的火山灰主要来自火山喷发冲出地表飘散的大气层中的火山灰．

2　矿物组分

火山灰中的矿物包括晶屑、岩屑和玻屑中的微晶．晶屑矿物有长石、辉石、角闪石、橄榄石和金属氧化物等．微晶主要有橄榄石、辉石和长石(矿物化学成分由韩秀伶和徐平用 CAMEBEX-SX51 型电子探针仪测定)．

2.1　长石

长石在各层火山灰中均能见到，呈细长条状或板状，偶见聚片状双晶．在岩屑中多数为细长条状．从表 1 中看到长石成分变化不大，仅在 63.86 m 处 SDT125 样品中含钾量较高(2.41%)，长石成分中出现 Or 组成 20.86%外，其余各层的钾含量仅0.1%～0.24%范围内，Or 组成少于 1.5．以高 Na_2O 4.26～7.49 为特征，属于钠-钙系列的中长石和中-拉长石(An：33.5～57，Ab：42～65)．由此看来，冰芯中的长石很可能来自南极不同地区、不同火山或同

表 1　SDT 冰芯中长石矿物的化学成分、重量百分比

样品	85	85	96	118	118	118	125	125	125
SiO_2	55.467	55.952	54.174	55.662	55.324	54.918	54.759	54.259	63.57
TiO_2	0.136	0.104	0.128	0.129	0.068	0.120	0.091	0.093	0
Al_2O_3	27.132	27.110	27.700	27.596	27.018	27.357	28.256	28.496	21.74
Cr_2O_3	0.005	0.009	0.023	0.050	0.000	0.000	0.000	0.009	0
MgO	0.154	0.106	0.252	0.169	0.197	0.284	0.176	0.142	0.62
CaO	11.042	11.579	11.768	11.036	11.200	11.578	11.476	11.873	3.16
MnO	0.071	0.009	0.000	0.001	0.050	0.000	0.000	0.000	0.15
FeO	0.906	0.832	1.029	0.890	0.962	1.221	1.006	0.835	2.63
NiO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044	0.000	0.038	0.000	0.06
Na_2O	5.213	5.103	4.815	5.229	5.166	4.984	4.985	4.805	4.26
K_2O	0.116	0.000	0.096	0.094	0.095	0.083	0.060	0.041	2.41
合计	100.240	99.805	100.021	100.856	100.124	100.543	100.846	100.554	98.61
Ab	45.76	44.37	42.49	45.91	45.25	43.58	43.86	42.18	56.13
Or	0.67	0	0.55	0.54	0.55	0.48	0.34	0.24	20.86
An	53.57	55.63	56.96	53.55	54.20	55.94	55.79	57.59	23.01

表2 SDT冰芯中辉石的矿物化学成分、重量百分比

样品	85	85	85	93	93	96	96	96	101	118	118	125	125
SiO_2	50.485	50.436	48.550	49.151	48.266	51.140	49.029	52.838	49.618	51.306	51.719	50.317	49.723
TiO_2	1.388	1.789	2.383	1.410	2.060	1.408	2.001	0.685	1.581	1.339	0.594	1.906	1.624
Al_2O_3	2.679	3.087	3.087	4.248	4.474	3.516	5.354	1.684	2.458	1.733	0.443	2.818	2.918
Cr_2O_3	0.053	0.227	0.147	0.436	0.148	0.237	0.229	0.126	0.040	0.009	0.000	0.022	0.058
Fe_2O_3	0.824	1.108	3.128	2.755	2.969	0.375	1.475	0.136	1.174	0.535	0.000	1.892	1.772
MgO	15.855	14.927	13.629	15.140	13.746	14.932	14.567	18.046	14.456	14.320	15.654	14.247	13.499
CaO	16.345	18.038	19.245	20.022	20.819	18.363	19.325	16.646	17.049	16.991	4.547	18.040	20.343
MnO	0.369	0.342	0.318	0.141	0.266	0.298	0.222	0.305	0.215	0.476	0.712	0.376	0.173
FeO	10.587	9.856	8.668	5.656	6.454	9.936	7.816	9.073	11.370	12.771	26.977	10.801	8.716
NiO	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.000
Na_2O	0.296	0.420	0.477	0.347	0.360	0.438	0.359	0.186	0.336	0.434	0.144	0.463	0.397
K_2O	0.027	0.018	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.000	0.000	0.006	0.015	0.021
合计	98.909	100.246	99.646	99.305	99.562	100.652	100.375	99.745	98.297	99.912	100.836	100.898	99.243
Wo	34.81	38.57	42.56	43.90	46.07	38.97	42.13	33.92	36.90	35.96	9.48	38.72	44.17
En	46.97	44.40	41.93	46.18	42.32	44.08	44.18	51.16	43.52	42.15	45.42	42.54	40.77
Fs	18.22	17.30	15.52	9.92	11.61	16.96	13.68	14.92	19.58	21.89	45.90	18.73	15.70
(Fe + Mn)/(Fe + Mn + Mg)	27.95	27.72	27.01	17.69	21.53	27.78	23.65	22.58	31.2	34.18	49.82	30.57	26.98

表3 SDT冰芯中橄榄石的矿物化学成分、重量百分比

样品	85	85	85	93	93	93	96	96	101	101	118	118	125	125
SiO_2	38.152	38.030	38.129	33.729	37.915	37.896	38.131	38.531	37.453	36.939	38.696	38.668	37.710	37.575
TiO_2	0.070	0.044	0.203	0.165	0.058	0.023	0.055	0.107	0.015	0.013	0.154	0.035	0.072	0.068
Al_2O_3	0.371	0.082	0.621	0.171	0.086	0.189	0.047	0.087	0.053	0.125	0.629	0.026	0.060	0.004
Cr_2O_3	0.046	0.000	0.021	0.000	0.029	0.051	0.000	0.021	0.017	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000
MgO	33.698	34.407	31.436	18.263	37.589	38.836	36.943	38.477	35.172	33.273	35.556	37.615	33.438	35.090
CaO	0.407	0.414	0.614	0.327	0.394	0.408	0.345	0.391	0.258	0.378	0.584	0.319	0.350	0.269
MnO	0.522	0.507	0.546	0.793	0.378	0.256	0.513	0.391	0.413	0.475	0.323	0.316	0.419	0.439
FeO	26.079	26.201	29.325	45.504	23.077	21.554	23.993	21.224	25.512	27.848	24.007	23.461	28.396	25.819
NiO	0.059	0.000	0.075	0.083	0.000	0.046	0.038	0.000	0.000	0.000	0.058	0.013	0.000	0.000
Na_2O	0.068	0.000	0.065	0.072	0.021	0.036	0.003	0.018	0.026	0.119	0.153	0.198	0.006	0.000
K_2O	0.023	0.014	0.065	0.008	0.018	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.021	0.012	0.000	0.011
合计	99.496	99.700	101.099	99.113	99.564	99.294	100.070	99.246	98.933	99.282	100.182	100.249	100.450	99.274
(Fe + Mn)/(Fe + Mn + Mg)	30.7	30.34	34.78	58.72	25.94	23.96	27.13	23.97	29.26	32.33	27.75	26.18	32.6	29.57
Fo	69.72	70.08	65.82	41.5	74.48	76.48	73.23	76.54	71	68.05	72.88	74.15	67.75	70.7

一火山不同时期的喷发物.

2.2 辉石

辉石在岩屑中与橄榄石、斜长石共生,形成间粒结构. 辉石晶屑呈绿色,玻璃光泽,透明～半透明,粒状,大小在0.03～0.3 mm之间. 薄片中具有多色性为绿～淡绿色. 表2列举了电子探针测定的结果. 利用化学成分和辉石相应的端元组分,确定冰芯中辉石有两类,即:单斜和斜方辉石. 其中单斜辉石为次透辉石、普通辉石,斜方辉石为紫苏辉石. 仅在SDT85样品中有两种辉石出现,辉石晶屑为普通辉石,而岩屑中的辉石则是紫苏辉石.

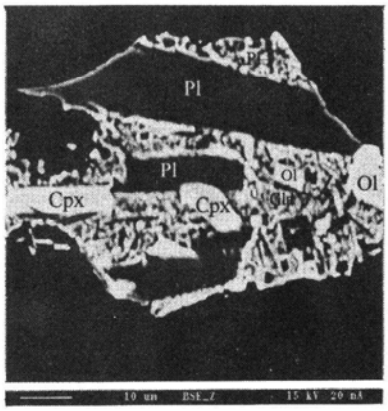


图3　岩屑中主要矿物成分和显微结构
Cpx——单斜辉石,Ol——橄榄石,Gla——玻璃基质,Pl——斜长石

2.3 橄榄石

在冰芯火山灰中很少见到新鲜的橄榄石,大多数已蚀变. 然而,在岩屑中可见到新鲜的橄榄石与单斜辉石、斜长石共生,半自形晶呈等粒状(图3). 表3所列为代表性的样品分析结果. 橄榄石中Fe/Mg + Fe值的变化范围在23～35之间,Fo: 68～77属于镁质贵橄榄石.

2.4 角闪石和金属矿物

冰芯火山灰中的角闪石为墨绿色片状,具细裂纹. 薄片中呈黄绿色-绿色的多色性. 根据其Ca, Mg和Fe的含量,它们属于普通角闪石(表4). 钛铁氧化物在火山喷发物中普遍作为副矿物存在,但在冰芯中却很少见到保存新鲜的钛铁氧化物,仅在岩屑中见到微量的钛铁矿和一些难以鉴定的类似钛铁晶石的矿物.

2.5 玻屑和基质

火山灰中的玻屑和基质成分见表5,其成分相当于基性玄武岩. 如与世界平均值相比,火山玻璃的〈FeO〉和MgO偏低,Na_2O和TiO_2较高,也就是说玻璃熔体的成分相当于玄武岩浆中由于矿物析出,使熔浆成分发生演化后的残浆. 据此,我们认为冰芯中的火山玻璃代表了晶析出橄榄石、辉石等矿物后的熔浆成分.

表4　SDT冰芯中角闪石的化学成分、重量百分比[a)]

样品	93	93	101	125
SiO_2	52.799	48.368	50.467	49.747
TiO_2	1.632	1.785	1.399	2.193
Al_2O_3	5.326	5.608	2.351	5.376
Cr_2O_3	0.057	0.113	0.142	0.022
MgO	15.042	14.181	16.493	12.460
CaO	11.717	19.770	16.008	13.619
MnO	0.245	0.190	0.366	0.371
FeO	12.613	8.114	11.462	15.215
NiO	0.002	0.000	0.000	0.032
Na_2O	0.380	0.403	0.306	0.857
K_2O	0.186	0.000	0.046	0.110
H_2O	2.135	2.074	2.077	2.079
合计	102.135	100.604	101.118	102.079
(Fe + Mn)/(Mn + Fe + Mg)	32.420	24.730	28.7	41.250

a) H_2O含量为计算值,FeO代表全铁

表5　SDT冰芯中玻屑和基质化学成分、重量百分比

样品	85	85	118	118
SiO_2	55.991	55.761	56.932	54.735
TiO_2	2.321	2.147	3.105	2.884
Al_2O_3	14.458	14.389	12.591	13.344
Cr_2O_3	0.036	0.009	0.004	0.013
MgO	4.392	4.372	3.118	3.721
CaO	8.130	8.025	6.733	8.097
MnO	0.155	0.179	0.235	0.303
FeO	10.582	10.570	12.291	12.099
NiO	0.044	0.031	0.000	0.028
Na_2O	1.176	2.011	1.639	1.668
K_2O	0.643	0.688	0.901	0.758
合计	97.926	98.180	97.550	97.651
(Fe + Mn)/(Mn + Fe + Mg)	57.84	57.98	69.27	65.17

科 学 通 报
第 42 卷 第 5 期 Chinese Science Bulletin 1997 年 3 月

【研究简报】

应用固体^{13}C核磁共振波谱研究源岩生烃贡献组分及评价源岩生烃潜力

王兆云① 赵长毅① 程克明① 鹿清华②
(①石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院地质研究所,北京 100083; ②石油大学地球科学系,北京 100083)

关键词 固体^{13}C核磁共振分析 脂碳 油潜力碳 气潜力碳 源岩生烃潜力

固体^{13}C核磁共振技术是研究物质结构的有效方法,本文是在高磁场(400 MHz)下,应用

3 讨论

火山灰属于机械破碎物. 火山喷发至大气中的火山物质可以顺风搬运,颗粒大小按降落速度、风速和风力不同而发生重力分异,降落、沉积在顺风方向,其厚度和粒度均随火山口距离的增加而减小. 通常,将粒度在 2～0.065 mm 的称为火山灰[3].

从冰芯上下层位中火山灰的含量及粒度来看,深度在 40.39 m 处沉积物最多,具层厚,粒度较粗的特点,表明它们的物质来源较其上下层为丰富,火山灰的搬运距离离火山喷发区相对要近些. 这也可能反映此深度期间的火山活动较强烈或频繁,火山喷发物丰度较大. 张万昌[4]和韩建康[5]指出,柯林斯冰帽中 40～56 m 的火山灰代表的火山喷发时代为公元 1841～1907 年 据 Simkin[6]和 González-Ferrán[7, 8]等人的统计,在其西南部的欺骗岛和其东北部的企鹅岛从公元 1800～1972 年有多次现代火山喷发,其中 1842～1909 年的喷发记录与计算的年代大致相吻合[4]. 因此,笔者认为 SDT 冰芯中的 9 层火山灰能够代表离柯林斯冰帽小冰穹近百公里内的火山岛(企鹅岛/或欺骗岛)和海山火山的现代火山历次爆发,乃至更远地区的火山喷发事件.

致谢 本工作为国家"八五"攻关项目和中国科学院重大资助项目.

参 考 文 献

1 戴枫年,宋锦熙,王远平,等. 南极乔治王岛柯林斯冰帽小冰穹冰芯中火山喷出物的首次鉴定. 南极研究(中文版),1993,5(3):75～77
2 张雯华,刘嘉麒. 南极乔治王岛柯林斯冰帽冰芯(SDT)中火山物质成分特征. 岩石学报,1996,12(3):434～445
3 曾允孚,夏文杰. 沉积岩石学. 北京:地质出版社,1986. 143～149
4 张万昌,韩建康. 南极洲乔治王岛柯林斯冰帽小冰穹数学模式初步断代. 南极研究(中文版),1994,6(3):25～32
5 韩建康,康建成,温家洪,等. 南极洲乔治王岛柯林斯冰帽冰芯层位和密度变化的一般特征. 南极研究(中文版),1994,6(1):40～46
6 Simkin T, Siebert L, McClellan L, et al. Volcanoes of the World. Stroudsburg, Pennsylvania: Hutchinson Ross Publishing Company, 1981. 107～108
7 González-Ferrán O. Antarctic volcanic hazard. Korean Journal of Polar Research, 1990, 2(1): 97～105
8 González-Ferrán O. The Bransfield rife and its active volcanism. In: Thomson M R A, Crame J A, Thomson J W eds. Geological Evolution of Antarctica. Combridge: Cambridge University Press, 1991, 505～509

(1996-04-16 收稿,1996-09-22 收修改稿)