

冲绳海槽浮岩中岩浆包 裹体岩石化学成分特征*

于增慧 翟世奎 赵广涛

(青岛海洋大学海洋地球科学学院 青岛 266003)

提要 系统地分析了冲绳海槽酸性浮岩中玻璃质岩浆包裹体的岩石化学成分,探讨了包裹体的岩石化学成分特征及其在岩浆起源及结晶演化过程中的指示意义,并结合前期及前人工作讨论了冲绳海槽不同岩石类型之间的成因联系及演化关系。结果表明,斑晶结晶时岩浆熔体为钙碱性英安质或流纹质岩浆,是来自地幔的拉斑玄武质岩浆充分结晶分异作用的产物。尽管各斑晶矿物中玻璃质岩浆包裹体的化学成分有所差异,但根据包裹体的岩石化学成分特征可以断定包裹体所代表的岩浆具有同源性,其差异只是反映了岩浆结晶演化的不同阶段或不同矿物结晶期,为进一步详细研究浮岩岩浆的结晶演化过程提供了最直接的资料。对比冲绳海槽酸性浮岩与玄武岩等不同岩石类型的岩石化学特征,可以证明这些岩石类型之间存在着密切的成因联系,包括同源性及继承性,它们分别是岩浆作用不同阶段的产物。另外,包裹体的成分主要取决于包裹体所在斑晶矿物的种类与成分,分析中未发现岩石化学性质明显不同的岩浆包裹体共存的现象,也没有在中酸性矿物中发现基性玻璃质岩浆包裹体,因此可以推断基本不存在不同性质的岩浆之间的直接混合作用。

关键词 岩浆包裹体,岩石化学,酸性浮岩,冲绳海槽

中图分类号 P588.14

冲绳海槽作为太平洋边缘一个典型的弧后扩张盆地,国内外学者对其在构造学、岩石学、沉积学、矿物学 and 同位素地质学等方面进行了大量的研究(张明书, 1982; 金翔龙等, 1983; 赵一阳等, 1984; 秦蕴珊等, 1987、1988; 吴明清等, 1988; 陈丽蓉等, 1986、1993; 翟世奎等, 1986、1994; 李凤业等, 1999; 杜德文等, 1999; Honma *et al.*, 1991; Shinjo *et al.*, 2000)。上述工作无疑奠定了深入系统研究弧后盆地早期扩张过程中岩浆作用的基础,但在许多重要问题上尚存在着明显的不足,例如:对于酸性浮岩的原始岩浆成分、岩浆的结晶与演化过程、岩浆物质是来自地壳物质的部分熔融还是来自基性岩浆的极端结晶分异产物,或者是二者兼而有之等,一直是颇具争议的问题。

斑晶矿物中的岩浆包裹体是矿物形成过程中捕获的岩浆介质,它能较真实地反映包裹体被捕获时岩浆的地球化学性质以及环境条件,其成分分析是估计晶体生长时熔体性质的强有力的工具(Roedder, 1984)。岩浆包裹体的岩石化学特征在岩浆的物源、演化与

* 国家自然科学基金重点资助项目,49625609、49421007号;山东省自然科学基金资助项目,Y2000e06号。于增慧,女,出生于1973年5月,讲师,E-mail: zhaishk@public.qd.sd.cn

收稿日期:2000-05-20,收修修改稿日期:2001-05-11

结晶过程以及不同性质岩浆的混合作用研究中已得到广泛应用, 并已在大量实际工作中得到了验证(Sullivan 1991; Sisson *et al.*, 1993; Lee *et al.*, 1998)。作者曾借助于冲绳海槽浮岩斑晶中的包裹体研究探讨过矿物结晶时的温压条件(翟世奎等, 1987, 2001), 但是迄今未见有关冲绳海槽浮岩中包裹体岩石化学成分特征的系统研究报道。本文系统地分析了冲绳海槽浮岩中玻璃质岩浆包裹体的岩石化学成分, 结合包裹体所在母矿物的成分分析结果, 探讨了包裹体岩石化学成分特征在岩浆起源及结晶演化过程中的指示意义; 同时在前期及前人工作的基础上, 讨论了冲绳海槽不同岩石类型之间的成因联系及演化关系。

1 材料与方法

样品是用常规的拖网采集方式, 主要采自冲绳海槽中部海区(126° 50′ —127° 30′ E 27° 10′ —27° 50′ N)。根据所采样品的外观物理性质, 选 4 个新鲜的浮岩样品进行分析研究, 其中两个样品(H1, H2)为近纯白色浮岩, 斑晶颗粒较小, 样品气孔非常发育, 基质为泡沫状的玻璃; 另两个样品(H3、H4)为青灰色, 斑晶颗粒相对较大, 岩石密度也较大, 基质为多泡纤维状的玻璃。两种浮岩样品中斑晶矿物的种类差别不大, 主要由斜长石、辉石和磁铁矿组成, 其中以斜长石斑晶最多。

斜长石无色透明, 解理发育, 具双晶和环带结构, 其中包裹体数量多, 保存好, 且边界清晰, 所以斜长石中的包裹体是作者主要的研究对象, 同时选取部分辉石斑晶中的包裹体进行对比分析。斜长石中包裹体有两种类型, 一种为单相玻璃质包裹体, 无色透明, 少量呈暗灰色, 其大小一般较大, 多为不规则形, 玻璃质地均匀, 应是快速捕获冷却的产物, 适于进行探针分析, 是本文研究工作的主体分析测试对象; 另一种为气-固两相包裹体, 其多为椭圆或浑圆形, 既有单个气泡的, 也有多个气泡的, 其中固相为玻璃, 大小相对单相玻璃质包裹体较小。

工作中首先切制岩石薄片, 在镜下进行初步的矿物鉴定后, 选择具代表性的斑晶矿物和适宜电子探针分析的岩浆包裹体进行分析, 分析包裹体所在母矿物的成分时测试点尽量选在包裹体附近。样品的分析测试是由中国科学院地质研究所用法国 CAMEBAX SX51 型电子探针分析仪完成, 加速电压为 15kV, 电流为 20nA。

2 分析结果与包裹体成分特征

冲绳海槽酸性浮岩中斜长石和斜方辉石斑晶中单相玻璃包裹体的电子探针分析结果列于表 1 中。主要具有以下特征: (1) 斑晶中玻璃质包裹体的 CIPW 标准矿物组合为石英、刚玉、钾长石、钠长石、钙长石、紫苏辉石和钛铁矿(表 1), 说明硅和铝过饱和, 并有少量钛磁铁矿分子, 突出表现为石英、刚玉、钾长石等矿物的含量较高。(2) 斜长石和辉石中岩浆包裹体成分非常相似, 只是辉石中包裹体相对稍富集 Ca、Al, 而贫 K、Na。(3) 包裹体中富含 SiO₂, 在国际地科联 1989 年推荐的岩石分类图上(TAS 图), 大部分分析结果落入流纹质岩区, 少量落入英安质岩区。冲绳海槽的火山岩涵盖了从拉斑玄武岩, 经玄武安山岩、安山岩、英安岩, 到流纹岩整个亚碱性岩系(李巍然等, 1997), 而酸性浮岩中包裹体的化学组成代表了该岩石系列最酸性的端元。(4) 在 A-F-M 图上(图 1) 大部分包裹体落入钙碱性系列, 少量落入拉斑玄武岩系列。结合冲绳海槽玄武岩、玄武安山岩均属于拉斑玄武岩系的事实, 以及酸性浮岩与玄武岩的成因关系(翟世奎等, 1995; 李巍然等, 1997), 可以说斑晶结晶时, 岩浆熔体主体上为钙碱性, 是拉斑玄武岩质岩浆经高度结晶分异作用

而形成的富水流纹英安质岩浆。(5) 碱度($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) 低(平均为 5.56) 是冲绳海槽酸性浮岩中包裹体化学成分的另一特征。在 Kuno(1966) 的($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) - SiO_2 图上(邱家骧, 1991), 酸性浮岩全岩成分投在高铝玄武岩系和拉斑玄武岩系的分界线附近, 而包裹体的成分全部投在拉斑玄武岩系, 进一步说明辉石、斜长石等斑晶结晶时岩浆的化学组成为拉斑玄武质岩浆的结晶分异产物。(6) 探针分析结果的总和缺失部分反映了挥发组分(主要是水) 的含量(Sisson *et al.*, 1993), 由此可见岩浆中水的含量可以高达 6% 左右, 远远高于浮岩全岩中水的含量(秦蕴珊等, 1998), 这一方面说明斑晶矿物结晶时岩浆介质富含挥发组分或水组分, 另一方面也反映出浮岩岩浆可能是岩浆结晶演化将至后期热液阶段的产物。

表 1 岩浆包裹体成分电子探针分析结果

Tab. 1 Result of electron microprobe analysis of melt inclusion compositions

样 品		岩浆包裹体成分(%)												
标号	母矿物	An*	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	NiO	Na ₂ O	K ₂ O	总和
HV1	斜长石	36.25	75.62	0.13	11.26	-	1.16	0.05	0.13	0.85	-	2.98	2.50	94.68
HV2	斜长石	36.25	75.13	0.10	11.30	0.03	1.27	0.09	0.13	0.81	-	3.23	2.48	94.55
HV3	斜长石	33.92	74.41	0.12	11.51	0.02	1.18	0.07	0.14	0.97	-	2.62	2.67	93.72
HV4	斜长石	33.92	73.86	0.13	11.66	-	1.40	0.08	0.17	0.91	-	2.48	3.70	94.39
HV5	斜方辉石	-	75.05	0.21	12.19	0.22	1.62	0.09	0.20	1.31	0.03	1.74	2.36	95.02
HV6	斜方辉石	-	74.03	0.14	11.96	0.26	1.14	0.13	0.19	1.27	-	2.20	2.38	93.98
H21	斜长石	59.34	67.68	0.89	12.79	0.03	4.50	0.13	0.67	2.40	-	3.18	1.72	94.00
H22	斜长石	59.34	68.85	0.86	12.80	0.04	3.87	0.17	0.57	2.23	-	2.83	1.76	93.97
H23	斜长石	43.67	72.06	0.26	12.65	0.02	3.05	0.02	0.36	1.67	-	3.35	1.77	95.21
H24	斜长石	43.67	72.61	0.20	12.47	0.06	2.35	0.04	0.22	1.60	-	3.02	1.88	94.45
H31	斜长石	38	75.10	0.13	10.79	0.01	1.08	0.09	0.13	0.77	-	2.43	2.72	93.26
H32	斜长石	38	74.15	0.16	12.36	0.16	1.46	0.11	0.18	1.00	-	3.29	2.74	95.63
H33	斜长石	39.26	76.90	0.16	10.01	0.15	1.20	0.08	0.18	0.36	-	2.37	2.85	94.24
H34	斜长石	39.26	76.46	-	10.15	0.34	1.78	0.10	0.24	0.49	-	2.84	2.84	95.24
H35	斜长石	42.06	74.37	0.18	10.89	0.04	1.40	0.13	0.17	0.67	-	2.65	2.99	93.50
H36	斜长石	42.06	76.18	0.27	10.45	0.09	2.20	0.15	0.34	0.29	-	2.26	3.12	95.34
H37	斜长石	39.33	74.99	0.16	12.43	0.03	1.43	0.07	0.15	1.12	-	3.71	2.70	96.79
H38	斜长石	39.33	74.41	0.14	11.58	0.01	1.49	0.13	0.23	0.79	-	3.47	2.64	94.90
H39	斜长石	37.14	77.29	0.16	12.15	0.03	0.96	0.06	0.17	0.93	-	3.46	2.47	97.69
H310	斜长石	37.14	76.18	0.14	11.62	0.07	1.10	0.04	0.17	0.82	-	2.87	2.34	95.34
H41	斜长石	35.92	74.01	0.16	12.53	1.70	1.12	0.08	0.17	1.18	-	3.11	2.39	96.44
H42	斜长石	35.92	74.37	-	12.56	0.04	0.84	0.04	0.10	1.11	-	3.25	2.57	94.89
H43	斜长石	34.16	74.92	0.12	12.65	0.04	0.98	0.11	0.11	1.21	-	3.91	2.26	96.32
H44	斜长石	34.16	76.17	0.18	12.54	0.08	0.91	0.04	0.06	1.01	-	3.87	2.26	97.14
H45	斜长石	39.28	75.37	0.16	12.07	0.03	1.23	0.11	0.21	1.05	-	3.64	2.58	96.45
H46	斜长石	39.28	75.95	0.16	12.73	0.04	1.42	0.10	0.17	1.21	-	3.64	2.58	98.20
H47	斜长石	39.28	75.02	0.11	12.18	0.05	1.39	0.05	0.23	1.17	-	3.48	2.55	96.25

注: FeO* = FeO + Fe₂O₃; - 表示未检测到或计算值小于有效值, 以后各表同。* An 为斜长石母矿物的号码

3 讨论

3.1 捕后作用对岩浆包裹体的影响

包裹体在被矿物捕获以后的冷却过程中可能与母矿物发生化学成分交换或在包裹体边壁上进行捕后生长, 这样其成分也会发生改变, 从而无法真正反映母矿物结晶时初始岩浆的成分, 所以必须首先对这种影响作出估计。Clocchiatti 研究认为(夏林圻等, 1986): “斜长石斑晶中的岩浆包裹体是一个封闭系统, 由于包裹体壁上定向斜长石矿物的晶出, 从而导致包裹体中的剩余硅酸盐熔体充填物富 Ti、Fe 和 Mg, 而贫 Al, 引起液相不混溶现象发生。”而且认为: “玄武岩中多为富硅玻璃呈珠滴状分布于富铁玻璃中, 而在安山岩中则完全相反。”

冲绳海槽酸性浮岩斑晶中包裹体化学成分均一, 并且没有发现富铁的珠滴, 所以包裹体被捕获后基本没有发生结晶与分异作用。这种情况说明包裹体被捕获后即快速冷凝成岩。另外, 从本文所分析的单相玻璃包裹体的大小和形状可以发现, 大部分包裹体周边与母矿物之间的界线清晰, 二者之间化学成分交换不明显, 显然未达到化学平衡, 说明其冷却过程非常迅速, 捕后作用相对较弱, 故而可以认为包裹体的化学组成可以近似代表斑晶结晶时岩浆的化学成分。

3.2 岩浆来源及演化

从岩浆包裹体成分上看, 冲绳海槽酸性浮岩岩浆为钙碱性英安质和流纹质岩浆。将岩浆包裹体的主要成分和中酸性浮岩以及玄武岩的全岩组成投在二元元素和元素-分异指数图上(图 2), 可以看出 SiO_2 与 MgO 、 FeO 、 CaO 、 TiO_2 的含量之间存在很好的线性负相关, SiO_2 与 K_2O 之间呈近似正相关, FeO 与 MgO 成正相关, 而且这种相关性在结晶指数和分异指数, 以及分异指数与主要元素之间都表现得更为明显, 这些都说明它们代表的岩浆具有同源性, 其成分差异只是反映了岩浆演化的不同阶段, 是岩浆结晶分异过程中不同阶段或不同矿物结晶期的产物。

岩浆包裹体所代表的浮岩岩浆与其他岩石类型之间存在着密切的成因联系, 为了更加清楚的反映这种成因联系, 作者将岩浆包裹体的探针分析结果和中酸性浮岩以及玄武岩等的全岩分析结果共同投影到 R_1R_2 图上(图 3)。由图 3 可以看出, 玄武岩、安山岩、英安岩、流纹英安岩及岩浆包裹体属于同一演化系列, 具有同源性和继承性, 应分别是岩浆演化不同阶段的产物。作者对与本文同站位的 4 个浮岩样品进行了 Sr 同位素组成研究, 其 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的平均值为 0.704 803 5, 与冲绳海槽玄武岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值一致(Homma *et al.*, 1991), 可以进一步证明冲绳海槽酸性浮岩是基性玄武质岩浆充分结晶分异作用的产物。

不同包裹体的成分有所差异, 例如, H2 号样品中包裹体的成分差别较大, 然而与其对

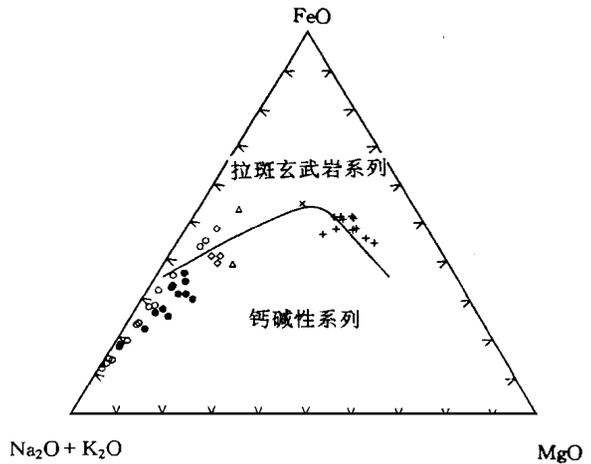


图 1 岩浆包裹体成分 A-F-M 图

Fig. 1 A-F-M diagram of melt inclusion compositions
+ 玄武岩; × 玄武安山岩; ◇ 安山岩; △ 英安岩;
● 流纹英安岩; ○ 包裹体

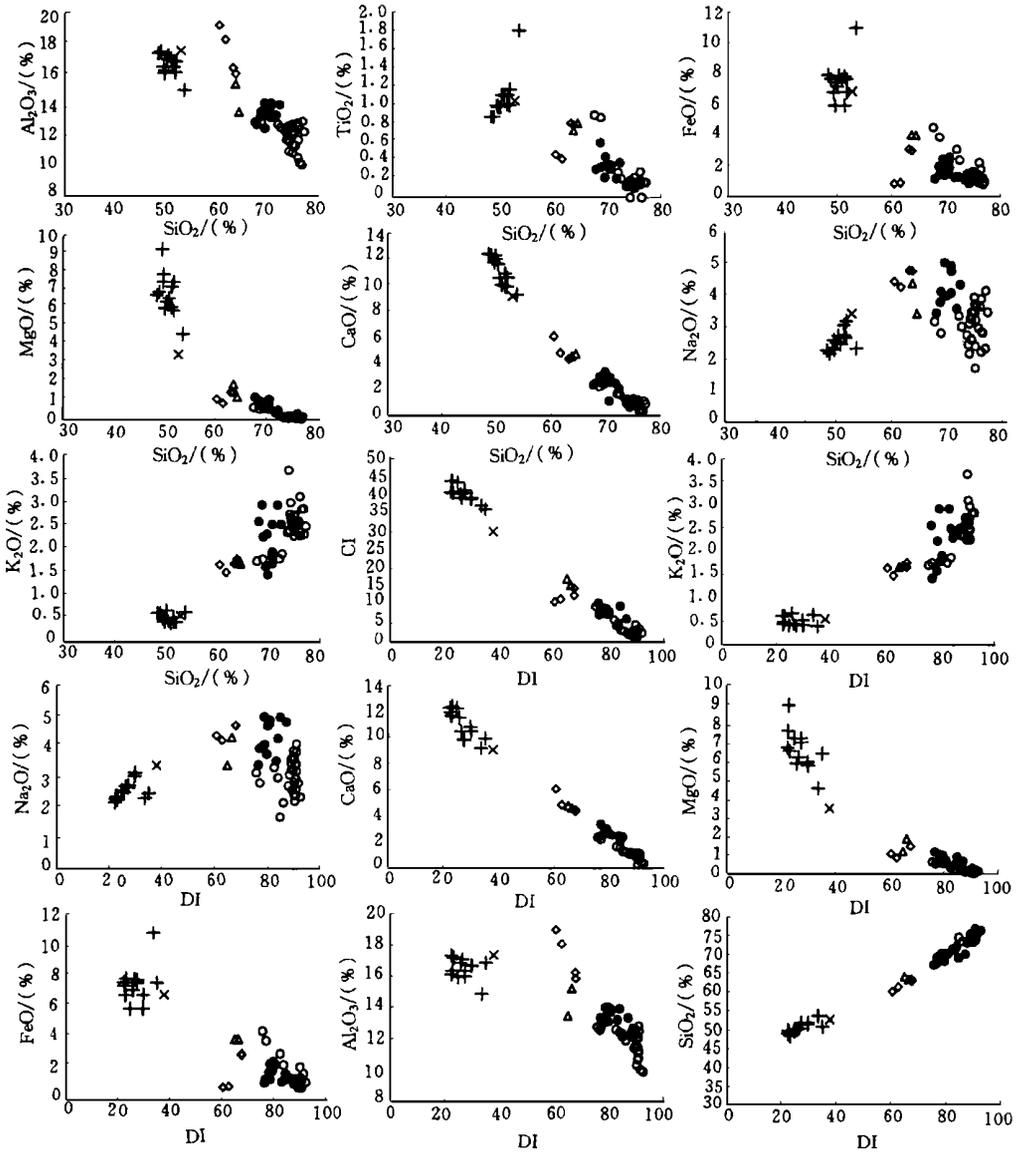


图2 岩浆包裹体及全岩成分二元素和元素-分异指数图(图例同图1)

Fig. 2 Oxide versus oxide and oxide versus differentiation index of melt inclusion and whole rock compositions diagram

应母矿物的化学成分比较后发现,成分不同的包裹体所在母矿物——斜长石的 An 值也有明显差异,An 值相近的斜长石中的包裹体化学成分比较相似,而 An 值高的斜长石中的包裹体相对富含 FeO、CaO、MgO 和 TiO₂ 组分,且相对贫 SiO₂ 组分,即随着母矿物中钙长石组分降低(An 值减小),岩浆包裹体成分渐趋酸性(图 4)。岩浆包裹体的化学成分主要取决于包裹体所在母矿物的种类和成分,未发现在中酸性矿物中发现基性玻璃质岩浆包裹体,也没有岩石化学性质明显不同的岩浆包裹体共存的现象。这种特征一方面反映了岩

浆结晶分异作用的存在, 同时也表明可能不存在基性岩浆直接混入酸性浮岩岩浆的可能, 而可能存在有酸性岩浆裹挟部分基性矿物的现象, 这与矿物学研究结果相一致(翟世奎等, 1986)。

3.3 子矿物的化学成分

在所分析的酸性浮岩样品中, 发现斜长石与辉石斑晶中往往包裹有较基性的斜长石、辉石和磁铁矿等“子”矿物颗粒。选择具代表性的 H2 号样品对这些子矿物进行了探针成分分析, 结果列于表 2 中。可以看出, 子晶斜长石的成分比斑晶斜长石相对贫 SiO₂、Na₂O 和 K₂O, 而富 FeO 和 CaO, An 值也相对较高, 子矿物斜方辉石相对斑晶斜方辉石含有较少的 SiO₂, 而相对富 Al₂O₃、TiO₂、CaO 和 FeO 等, 说明了矿物结晶的次序和岩浆结晶分异作用的存在。

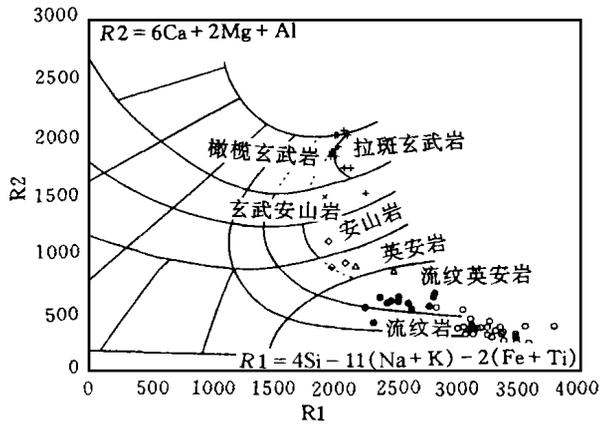


图3 冲绳海槽各类岩石及岩浆包裹体 R₁R₂ 图 (图例同图 1)

Fig. 3 R₁R₂ diagram of melt inclusions and all kind of rocks in Okinawa Trough

表 2 H2 样品母矿物及其中包裹的子矿物电子探针分析结果(%)

Tab. 2 Result (%) of electron microprobe analysis of daughter minerals and host minerals in sample H2

矿物名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	FeO	NiO	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	总和
斜长石	56.74	0.03	27.14	0.04	0.00	9.97	0.00	0.36	-	6.07	0.11	-	100.46
钛磁铁矿(子)	0.52	49.25	0.08	0.17	1.28	0.07	1.10	41.04	0.04	0.03	0.00	6.13	99.71
钛磁铁矿(子)	0.00	49.25	0.06	0.00	1.23	0.05	0.97	41.15	0.05	0.01	0.00	6.82	99.60
斜长石	55.42	0.07	28.17	0.00	0.02	10.92	0.02	0.38	0.01	5.32	0.07	-	100.41
斜长石(子)	48.69	0.09	31.89	0.02	0.02	15.52	0.00	0.44	-	2.66	0.03	-	99.36
斜长石(子)	47.42	0.05	33.15	0.10	0.03	17.11	0.04	0.60	-	1.81	0.01	-	100.33
斜方辉石	49.74	0.14	0.52	0.00	12.47	1.54	1.71	33.45	0.03	0.04	0.00	0.69	100.33
磁铁矿(子)	0.11	15.54	1.66	0.05	0.71	0.06	0.88	43.29	-	0.00	0.06	36.23	98.58
斜长石	58.25	0.00	26.51	0.00	0.01	8.70	0.00	0.26	0.04	6.53	0.15	-	100.46
斜方辉石(子)	50.60	0.24	0.49	0.03	15.67	1.49	1.26	29.36	0.15	0.01	0.02	0.41	99.71
斜方辉石(子)	49.65	0.23	0.55	0.03	12.53	1.76	1.47	33.17	0.12	0.03	0.02	0.42	99.99
斜长石	58.21	0.04	26.27	0.02	0.01	8.96	0.00	0.32	0.03	6.29	0.14	-	100.31
单斜辉石(子)	51.05	0.19	0.91	0.00	10.65	19.62	0.59	15.26	-	0.26	0.01	0.56	99.12

4 结论

4.1 冲绳海槽酸性浮岩中玻璃质岩浆包裹体的岩石化学成分特征表明斑晶矿物结晶时岩浆熔体为钙碱性英安质或流纹质岩浆, 是来自地幔的拉斑玄武质岩浆结晶分异作用的极端产物。

4.2 冲绳海槽的拉斑玄武岩、安山岩、英安质浮岩、流纹质浮岩、以及岩浆包裹体构成了

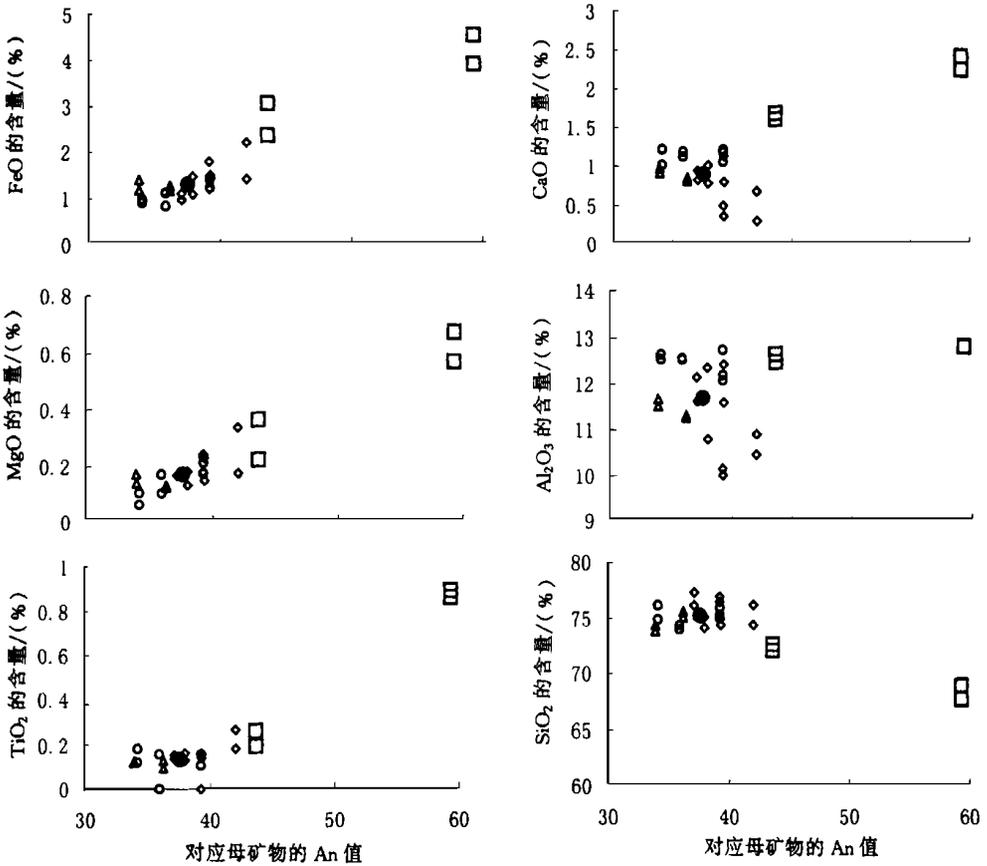


图 4 岩浆包裹体主要元素含量与母矿物 An 值对应图

Fig. 4 Major element contents in melt inclusions versus An of their host minerals diagrams

△ H1; □ H2; ◇ H3; ○ H4; ● H1、H3、H4 的平均值

一个岩浆由基性到酸性演化的完整岩石系列, 结晶分异作用在这一演化过程中起着主导作用。

4.3 岩浆包裹体成分上主要取决于包裹体所在斑晶矿物的种类与成分, 其成分差异反映了岩浆结晶演化的不同阶段或不同矿物结晶期。

4.4 在中酸性矿物中未发现相对基性的玻璃质包裹体, 说明在岩浆喷出海底之前基本不存在不同性质岩浆之间的直接混合作用。

参 考 文 献

李凤业, 史玉兰, 何丽娟等, 1999. 冲绳海槽晚更新世以来沉积速率的变化与沉积环境的关系. 海洋与湖沼, 30(6): 540—545

李巍然, 杨作升, 王永吉等, 1997. 冲绳海槽火山岩岩石化学特征及其地质意义. 岩石学报, 13(4): 538—550

陈丽蓉, 徐文强, 申顺喜, 1993. 冲绳海槽的矿物组合、物质来源及原始岩浆性质的初步探讨. 海洋与湖沼, 17(1): 3—12

- 陈丽蓉, 翟世奎, 申顺喜, 1993. 冲绳海浮岩的同位素特征及年代测定. 中国科学(B辑), 23(3): 324—329
- 张明书, 1982. 冲绳海槽第二航次地质调查新知. 海洋地质研究, 2(1): 84—85
- 吴明清, 王贤觉, 1988. 冲绳海槽沉积物的化学成分特征及其地质意义. 海洋与湖沼, 19(6): 585—593
- 杜德文, 孟宪伟, 王永吉等, 1999. 沉积物物源组成的定量判别方法及其在冲绳海槽的应用. 海洋与湖沼, 30(5): 532—539
- 金翔龙, 喻普之, 林美华, 1983. 冲绳海槽地壳结构性质的初步探讨. 海洋与湖沼, 14(2): 105—116
- 赵一阳, 何丽娟, 张秀莲等, 1984. 冲绳海槽沉积物地球化学的基本特征. 海洋与湖沼, 15(3): 371—379
- 秦蕴珊, 翟世奎, 毛雪瑛等, 1987. 冲绳海槽浮岩的微量元素丰度及其地质意义. 海洋与湖沼, 18(4): 313—319
- 秦蕴珊, 翟世奎, 1988. 冲绳海槽浮岩的岩石化学成分特征及含氟性的讨论. 地球化学, 2: 183—189
- 夏林圻, Clocchiatti R, 1986. 印度尼西亚克拉卡托火山安山质熔岩斑晶矿物中的岩浆包裹体. 地球化学, 1: 1—12
- 翟世奎, 陈丽蓉, 申顺喜等, 1994. 冲绳海槽早期扩张作用中岩浆活动的演化. 海洋学报, 16(3): 61—73
- 翟世奎, 干晓群, 1995. 冲绳海槽海底热液活动区玄武岩的矿物学和岩石化学成分特征及其地质意义. 海洋与湖沼, 26(2): 115—123
- 翟世奎, 1986. 冲绳海槽浮岩的分布及其斑晶矿物学特征. 海洋与湖沼, 17(6): 504—512
- 翟世奎, 1987. 冲绳海槽浮岩中斑晶矿物结晶的 P-T 条件及其地质意义. 海洋科学, 1: 26—30
- 翟世奎, 张杰, 张明书等, 2001. 冲绳海槽浮岩岩浆包裹体测温. 海洋与湖沼, 32(1): 67—73
- Honma H, Kusakabe M, Kagami H *et al.*, 1991. Major and trace element chemistry and D/H, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratios of rocks from the spreading center of the Okinawa Trough, a marginal back-arc basin. *Geochemical Journal*, 25: 121—136
- Lee J, Stern R J, 1998. Glass inclusions in Mariana arc phenocrysts: a new perspective on magmatic evolution in a typical intra-oceanic arc. *The Journal of Geology*, 106: 19—33
- Roedder E, 1984. Fluid inclusions. In: Ribble P ed. *Review in Mineralogy*, Volume 12. Washington: Mineral Soc America, 644
- Sisson T W, Layne G D, 1993. H_2O in basalt and basaltic andesite glass inclusions from four subduction-related volcanoes. *Earth and Planetary Science Letters*, 117: 619—635
- Sullivan G E, 1991. Chemical evolution of basalts from 23°N along the mid-Atlantic ridge: evidence from melt inclusions. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 106: 296—308

THE PETROCHEMICAL FEATURE OF MELT INCLUSION IN ACID PUMICE IN THE OKINAWA TROUGH

YU Zeng-Hui, ZHAI Shi-Kui, ZHAO Guang-Tao

(*Department of Marine Geosciences, Ocean University of Qingdao, Qingdao, 266003*)

Abstract Melt inclusions are the melts trapped by host crystals when they were formed. The microanalysis of melt inclusions is a powerful tool for estimating the compositions of melts from which the host crystals grew. They can truly document the magmatic processes such as crystallization differentiation and magma mixing. The authors applied the microthermometry of melt inclusions to estimating the crystallization temperature and pressure of host crystals in pumices in the Okinawa Trough. To clearly reflect the compositions of initial melts and magmatic process, the chemical compositions of melt inclusions in acid pumice in the Okinawa Trough are systematically analyzed by the electron microprobe in this article. The results show that the melts from which the pumices grew are calc-alkalic dacitic or rhyodacitic magmas. The compositions mainly depend on the compositions of host crystals. Although there are differences between the melt inclusion compositions, the correlations among them demonstrates that the melts from which the host crystals grew are related in origin, and the differences reflect that they were formed at different evolving and crystallizing stages. Compared the chemical compositions of the melt inclusions with all kinds of whole rocks in the Okinawa Trough formed at different magma evolving stages, it can be found that these rocks are interrelated and inherited in genesis. In addition, it is not found that the melt inclusions with distinct chemical features coexist in the same host crystals, and the basic melt inclusions are not found in acidic host crystals, so there is no evidence to show the direct magma mixing.

Key words Melt inclusion, Petrochemistry, Acid pumice, Okinawa Trough

欢迎订阅 2002 年《水产学报》

《水产学报》是中国水产学会主办的水产科学技术的学术刊物。主要刊载渔业资源、水产养殖和增殖、水产捕捞、水产品保鲜与综合利用、渔业水域环境保护、渔船、渔业机械与仪器以及水产基础研究的论文、简报和综述,并酌登学术动态和重要书刊的评介。

本刊为双月刊,大 16 开,国内外公开发行。国内统一刊号:CN 31-1283/S;国外标准刊号:ISSN 1000-0615。国外发行代号:Q-387,国内邮发代号:4-297。每期单价:15.00 元。读者可在当地邮局订阅,也可直接汇款到编辑部订阅。

编辑部地址:上海军工路 334 号,上海水产大学 48 号信箱,邮编:200090。联系电话:021-65710232,传真:021-65680965。E-mail: scxuebao@online.sh.cn。