

西南极纳尔逊岛 Stansbury 半岛 火山岩地质特征初论

郑 祥 身

(中国科学院地质研究所, 北京 100029)

摘要 纳尔逊岛 Stansbury 半岛被玄武质、玄武安山质熔岩和火山碎屑岩以及沉积火山碎屑岩所覆盖。区域火山岩地层对比证明其是在形成长城站地区火山岩的同一火山作用下发育起来的。据地质接触关系和岩石组合特点, 初步认为该半岛火山岩地层可以进一步划分为三个岩性段, 分别形成于两期火山作用。该半岛的主要构造线方向平行于菲尔德斯海峡, 这在地貌特征及次火山岩的分布上得到了证实。

关键词 纳尔逊岛 火山岩 地层对比 火山作用 次火山岩

纳尔逊岛位于西南极南设得兰群岛中部, 隔菲尔德斯海峡与乔治王岛相望。该岛绝大部分被纳尔逊冰盖所占据, 夏季冰雪消融、基岩出露的地区以 Stansbury 半岛面积最大。该半岛东西宽约 3km, 南北不足 2km。由于该区与长城站所在的菲尔德斯半岛仅有数百米的海峡相隔, 对该区地质调查和研究无疑是长城站地区地质工作的重要内容和补充。在中国第五次南极考察队度夏期间, 笔者以设在此处的避难所为基地, 在该半岛填制了火山岩地质图 (1:10000), 对该区火山岩、火山作用及火山岩地层划分与对比提出了初步的认识(图 1)。

一、研究历史

纳尔逊岛与乔治王岛隔海相望。长期以来一直认为, 是菲尔德斯断裂不断活动、菲尔德斯海峡逐渐形成才使两个岛分离的。因此总将纳尔逊岛的火山岩看作是菲尔德斯半岛的一部分而没有专文论述。Barton (1965) 将 Stansbury 半岛的火山岩与菲尔德斯半岛南端的火山岩统称作上侏罗火山岩系(Upper Jurassic Volcanic Group)。Smellie 等(1984)在研究南设得兰群岛的火山岩地层时, 将菲尔德斯半岛和 Stansbury 半岛的火山岩统一划分了上、中、下三个岩性段。上段为细粒无斑非晶质和微斑安山岩、英安岩; 中段主要是火山碎屑岩及少量玄武质、玄武安山质熔岩; 下段是粗斑状玄武质、玄武安山质熔岩夹有不稳定的火山碎屑岩层。Stansbury 半岛的火山岩全部被归在了下段。

中国地质学家自长城站建立以来, 开展了菲尔德斯半岛地质调查。在系统的地质填图的基础上, 根据火山岩地质和岩石学特征, 结合同位素年代学数据和古生物资料, 将该区火山岩地层定为第三纪并进行了详细的划分(刘小汉和郑祥身, 1988; 李兆鼎和刘小汉, 1987; 郑祥身, 1988, 博士论文¹⁾; Zheng & Liu, 1989), 对岩浆生成演化机理进行了探讨(郑祥身等, 1988; 郑祥身, 1988¹⁾)。当时受条件所限, 未涉及 Stansbury 半岛。此次工作是对以前研究的补充和完善。

1) 郑祥身(1988): 西南极长城站地区新生代火山岩地质、岩石学特征及岩浆的生成和演化。博士学位论文。

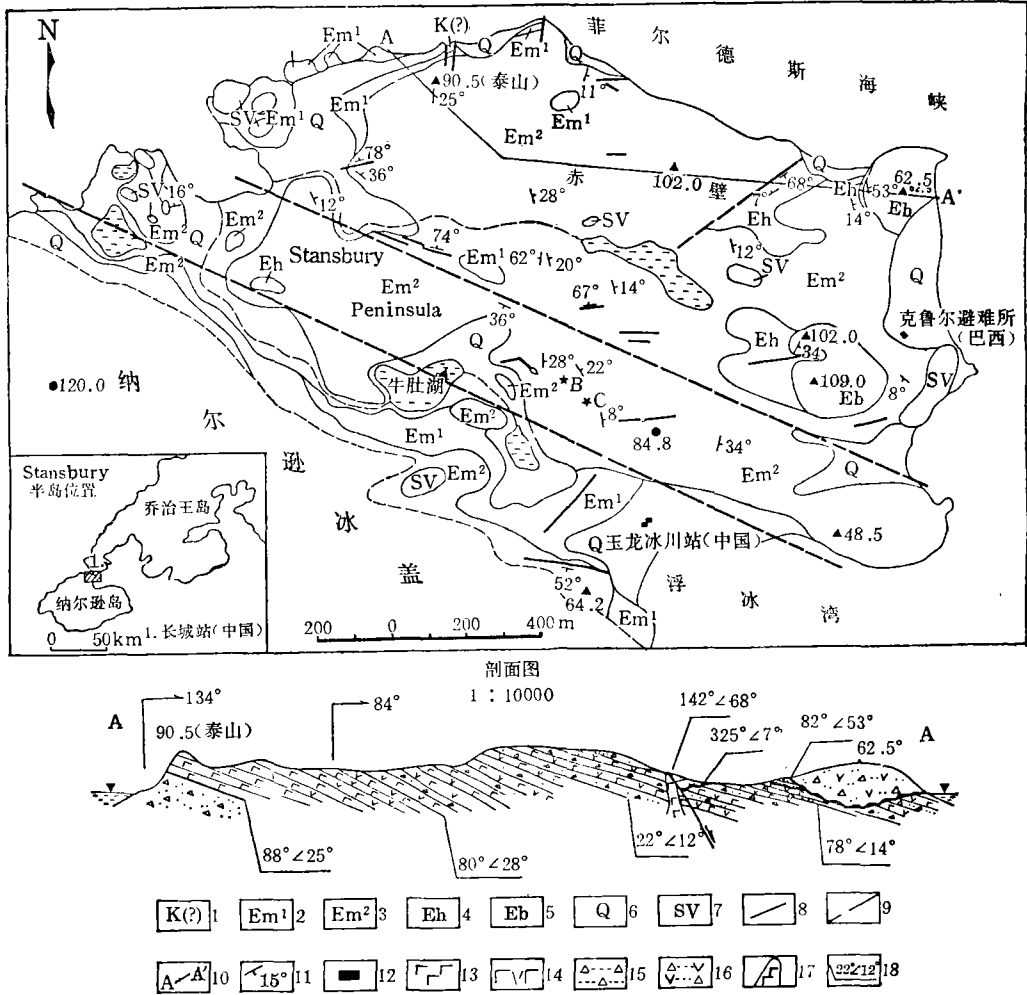


图 1 纳尔逊岛 Stansbury 半岛地理位置及地质图

- 1-火山碎屑沉积岩, 时代不详; 2-碧玉山-玛瑙滩段(未分)底部火山集块岩, 角砾岩;
- 3-碧玉山-玛瑙滩段(未分): 下部厚层玄武岩、玄武安山岩, 中上部熔岩、火山碎屑岩互层, 往上碎屑岩比例增加;
- 4-化石山段沉积火山碎屑岩; 5-岩块山段火山集块岩, 角砾岩; 6-第四纪海滩堆积, 冰碛物; 7-次火山岩体;
- 8-岩墙; 9-推测及实测断层; 10-综合剖面位置; 11-岩层产状; 12-避难所; 13-玄武岩; 14-玄武安山岩;
- 15-集块岩、火山碎屑岩; 16-集块熔岩、角砾熔岩; 17-剖面上岩墙; 18-剖面上岩层产状

Fig. 1. Geological sketch map with geographical location of Stansbury Peninsula, Nelson Island.

二、火山岩地层

1. 火山岩地层的划分与对比

Stansbury 半岛岩石露头很好, 因而可以清楚地观察到地层层序。所见岩石有火山集块-角砾岩、玄武质-玄武安山质熔岩以及少量沉积火山碎屑岩。岩层一般表现为单斜构造, 倾向多为北东东, 倾角在 15~30°, 但从半岛西部向东, 倾角逐渐变小。

半岛南部纳尔逊冰盖前缘为一宽 200~600m、走向北西-南东的谷地。在谷地的南西侧和半岛北西端海边陡崖下均为厚层状灰黑色火山集块-角砾岩层 (图 1, E₁¹)。该层与菲尔德

斯半岛西南端出露的碧玉山段下部的火山集块岩、角砾岩层(Zheng & Liu, 1989)岩性一致,而且西部海中残存着许多孤立的岛礁,岩性亦与之相似。这表明,此层分布面积很大,可能是区域性火山作用初期形成的。因此可将其作为该半岛火山岩地层与邻岛对比的一个“标志层”,岛上其它岩层几乎都晚于它而生成。

在此厚层灰黑色火山集块-角砾岩层之上,自西向东依次出现玄武质、玄武安山质熔岩层、熔岩与火山碎屑岩互层;半岛东部则见到沉积火山碎屑岩层和灰黑色集块岩、集块熔岩不整合地盖在上面。显然,这套地层至少经历了二次火山活动;这个层序与Smellie等(1984)描述的本半岛仅有菲尔德斯半岛群下部岩层的认识迥然不同,而与我们(Zheng & Liu, 1989)对菲尔德斯半岛火山岩地层的划分意见基本一致。为了便于研究,将Stansbury半岛的火山岩地层作如下的划分(表1)。

表1 Stansbury 半岛火山岩地层划分意见

Table 1. Stratigraphical division of the volcanic rocks on Stansbury Peninsula.

地区	菲尔德斯半岛			Stansbury 半岛			
	Barton (1965)	Smellie et al. (1984)	Zheng & Liu (1989)	本文	岩性描述	火山期次	
渐新世	菲尔德斯半岛群 (菲尔德斯半岛的北部及中部)	菲尔德斯半岛群 (分为3个岩性段,将Stansbury半岛的火山岩划归下段)	菲尔德斯半岛群	岩块山段	岩块山段 (Eb)	厚层灰黑色集块熔岩、集块岩	晚期火山活动
				化石山段	化石山段 (Eh)	含有植物化石的沉积火山碎屑岩	活动间断
始新世				玛瑙滩段	碧玉山段 (E ² m)	上部: 熔岩与碎屑岩互层	早期火山活动
古新世				碧玉山段	滩段 (E ¹ m) 未分	中部: 粗粒斑状玄武质 玄武安山质熔岩, 夹有火山碎屑岩	
白垩纪				下部: 厚层黑灰色火山集块角砾岩(未见底)			
侏罗纪 (晚)	UJVG*						

* Upper Jurassic Volcanic Group, 由菲尔德斯半岛南端和Stansbury半岛的火山岩组成(Barton, 1965).

2. 火山岩地层的基本特点

从表1可以看出, Stansbury半岛的火山岩地层是两期较明显的火山活动的产物。早期形成了从火山集块岩、角砾岩, 熔岩、熔岩与火山碎屑岩互层的层序, 相当于菲尔德斯半岛碧玉山段和玛瑙滩段; 含有植物枝叶化石(沈炎彬, 1989)的沉积火山碎屑岩层不整合其上, 证明火山活动中断; 随后厚层灰黑色集块熔岩、集块岩的出现, 则表明新的一期火山活动开始。

①早期火山岩地层 此套地层相当于碧玉山段-玛瑙滩段(未分), 在半岛上覆盖面积最大。

底部为厚层状灰黑色火山集块-角砾岩层(图1, E_{1m})。该层在半岛北西海滨所见厚度在40m以上, 底部被坡积物掩盖。由此处向东厚度减薄。岩层产状较缓, 有一定的层理; 层中砾石与岩块无明显分选, 最大者块径达2m, 次棱角状; 大多数为粗-中砾, 成分为灰黑色粗斑玄武岩; 胶结物较松散, 为火山灰、火山细碎屑及少量熔浆胶结。在该层内见到后期贯入的玄武安山玢岩岩墙。

在纳尔逊冰盖东北缘, 该层构成陡崖, 延伸1.5km左右。牛肚湖南侧露头所含砾石和岩块一般为10cm至数十厘米, 次棱角状, 成分为蚀变了斑状玄武岩、玄武安山岩; 该层中还见到数米厚、但延伸仅数十米的熔岩透镜体。浮冰湾南西侧由火山集块-角砾岩构成的陡崖从海面至冰盖边缘垂直近50m, 角砾含量的总体趋势是自下而上逐渐减少, 砾径变小, 胶结物中熔浆成分亦有所增加。

这套厚层火山集块-角砾岩层显然是火山活动初期的产物, 代表了火山爆发相。在半岛上它们表现得十分稳定, 然而在半岛南部谷地之北壁, 却找不到这层角砾岩, 相应位置只见到属于中、上部的玄武质-玄武安山质熔岩, 说明这个谷地很可能是断层通过的地方。

中、上部玄武质、玄武安山质熔岩和火山碎屑岩层(图1, E₂²)在整个半岛都有出露, 比较完整的熔岩层剖面在半岛北岸90.5高地(泰山)往东可以见到。剖面自上而下为:

iv. 黑灰色少斑玄武岩, 出露厚度约10m。该层底部0.5m左右有较多的气孔和杏仁体, 还有个体较大的蠕状石英、玛瑙团块, 杏仁体核部常被方解石所充填;

iii. 黑灰色斑状玄武岩, 斑晶为自形的斜长石, 含量约5%~10%, 大小为1×2mm²左右。该层厚约15m;

ii. 黑灰色斑状玄武岩, 厚约20m, 底部见到沿裂隙贯入的玛瑙或石英细脉, 脉宽一般在1~3cm;

i. 厚层灰黑色集块-角砾岩, 厚度大于40m。

在上面三层熔岩之间, 由于自碎屑作用产生的角砾熔岩层构成了1m左右的缓坡。

顺岩层倾向朝半岛东部观测, 熔岩的比例逐渐降低而碎屑岩层无论厚度还是出现的频率都在加大。如在图1B处所见情况为(图2):

viii. 黑灰色厚层状含斑玄武安山岩, 斑晶为自形的斜长石, 一般1~3mm长, 含量在5%左右, 该层顶部因风化而形成灰缘色浑圆立体, 厚6.5m;

vii. 灰黑色-灰绿色凝灰角砾岩, 角砾为蚀变呈灰绿色的含斑玄武安山岩碎块, 砾径约0.5~1cm, 灰黑色火山灰胶结, 较松散, 地形呈缓坡状, 厚约7m;

vi. 厚层灰黑色玄武安山岩, 基本无斑, 致密块状, 厚3m;

v. 黑灰色凝灰角砾岩, 构成缓坡, 厚约1.5m;

iv. 厚层灰黑色玄武安山岩, 含有少量斜长石斑晶, 致密块状, 厚1.5m;

iii. 灰绿色凝灰角砾岩, 与下伏熔岩接触部位可见到角砾熔岩, 风化强烈厚约5.5m;

ii. 灰黑色块状玄武岩, 发育有不规则状垂直节理, 沿节理缝有钙质薄膜, 气孔发育, 内被玛瑙或玉髓所充填, 顶部蚀变成绿灰色的角砾熔岩近半米, 厚3.5m;

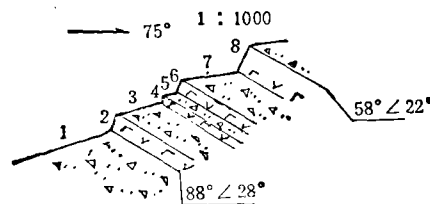


图2 B点地质剖面

Fig. 2. Geological section B.

i. 灰黑色凝灰角砾岩, 岩石松散, 砾石均为次棱角状一半浑圆状的玄武质熔岩碎块, 一般砾径1~2cm, 含量30%左右, 火山灰或细碎屑胶结, 厚约7m;

图1C处出露岩层层位在B点之上, 熔岩和碎屑岩的比例又有所变化(由上至下, 图3):

vi. 厚层状灰黑色玄武安山岩, 厚2m;

v. 黑灰色凝灰角砾岩, 蚀变较强, 十分松散破碎, 砾石含量约40%, 砾径大多在0.1~1cm, 火山灰胶结, 厚约8m;

iv. 粗混斑状灰黑色玄武安山岩, 厚层状, 斑晶为自形的斜长石厚, 1.5m;

iii. 灰黑色凝灰角砾岩, 厚约7m;

ii. 层灰黑色玄武安山岩, 致密块状, 厚8m;

i. 灰黑色凝灰角砾岩, 厚约4.5m;

另外, 半岛东北部(赤壁)见到大量粉红色火山碎屑岩, 其中夹有不连续、不规则状的熔岩层, 间或呈透镜状或豆荚状出现在凝灰角砾岩层之中; 碎屑岩中的熔浆比例较大, 熔浆胶结现象明显(图4)。这说明火山岩地层相对不稳定, 沿倾向和沿走向变化均较大。

对比上述所见岩层剖面可以看出, Stansbury 半岛早期火山作用生成的火山岩地层, 其层序特征与菲尔德斯半岛碧玉山段-玛瑙滩段下、中部岩层层序、岩性特征基本一致, 均在厚层集块-角砾岩之上依次出现熔岩、熔岩为主夹有火山碎屑岩、火山碎屑岩比例逐渐增高的熔岩与火山碎屑岩互层。这正表明两个半岛的火山岩是同一区域火山作用的产物。

②晚期火山岩地层 Stansbury半岛所见到的含化石的沉积火山碎屑岩主要分布在东部, 盖在早期火山岩地层之上呈不整合接触, 其中见到了属于始新世的植物茎叶化石和硅化木(沈炎彬, 1989)。

在半岛东北角, 沉积火山角砾岩和凝灰质砂砾岩层总厚近20m, 岩石为灰绿、灰黑或紫灰色, 韵律层发育, 其间夹有一层砾径3~5cm、砾石含量超过50%的砾岩层, 砾石为半滚园状玄武安山岩碎块, 接触式或填隙式胶结, 胶结物为细碎屑物质。其余则为层厚在0.5~1cm之间的凝灰质砂砾岩或凝灰质粗砂岩。

在其它地方所见到的沉积火山碎屑岩层, 其总的层序大致为: 下部以细碎屑的凝灰质粉砂岩、凝灰质砂砾岩及薄层沉积火山角砾岩为主, 上部为绿灰色沉积火山角砾岩, 这是早期火山岩地层被风化、剥蚀后, 经过了一定的搬运又沉积一堆积下来而形成。因此, 将这部分

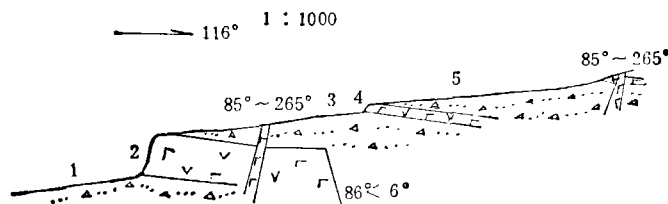


图3 C点地质剖面

Fig. 3. Geological Section C in Stansbury Pen..

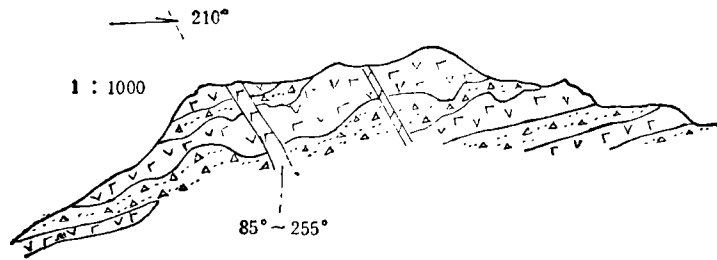


图4 赤壁西侧露头素描
Fig. 4. Geological sketch section on volcanic rocks.

地层与菲尔德斯半岛群的化石山段加以对比(图1, 表1)。

Stansbury 半岛东部一些高地顶部是巨厚层黑-黑灰色集块熔岩、集块岩。在 Smellie 等(1984)的地质图上它们被划为火山口相,在此,则将其与菲尔德斯半岛的岩块山段划在一起。

这套集块熔岩、集块岩假整合地盖在化石山段凝灰质砂砾岩层或早期火山岩地层之上,其底界明显受地形所控制。在半岛东北角,此岩层的西边盖在化石山段产状平缓的凝灰质砂砾岩、凝灰质砂岩之上,在东部则构成50余米高的陡崖。岩石中80%左右为大小不一的熔岩碎块,最大砾径近2m,棱角状至次棱角状,少数有一定的磨园度。岩砾为玄武质、玄武安山质熔岩碎块,被熔浆或火山灰胶结,裂隙中充填有方解石或钙质。在109高地,熔岩仅以团块状、不规则饼状出现在火山灰和火山碎屑物间,比较松散,产状变化亦很大。

3. 火山岩地层的时代

上述火山岩地层时代的进一步确定,需要同位素年代学的证明。但依据野外地质关系以及已发现的古生物学证据(沈炎彬,1989),大致可以认为它们和菲尔德斯半岛的火山岩均属相同火山作用的结果。

三、次火山岩

Stansbury 半岛所见的次火山岩主要是出露面积很小的小岩株和岩墙。

在半岛西北部,三个玄武安山玢岩株产在灰黑色火山角砾岩中,岩株边部节理呈莲花状并有褐红色的铁碧玉脉。岩石为灰黑色致密块状玄武安山玢岩,含有3~5%自形板条状斜长石斑晶。围岩因受到烘烤而呈砖红色。

在半岛东北部见到一个面积约 $50 \times 80 \text{m}^2$ 的小岩株,发育有柱状节理,靠近下部及边部逐渐转为水平节理,并有大量铁碧玉脉和玛瑙脉。该岩株由辉绿玢岩所组成,岩石致密、少斑。在岩株边部见到浑圆状黑色玻质团块,经化学成分测定为酸性火山玻璃,可能是岩浆分异出的产物被携带上来。

大多数岩株的岩性均为玄武质或玄武安山质,仅结构构造从细晶质致密块状至斑状不等。但在半岛最西端所见的一群小岩株很有特色。此地围岩为玄武安山岩和凝灰角砾岩,其产状受岩株侵入的影响而有所变化,岩层被烘烤,绿泥石化亦较强。岩株共四个,岩石为浅灰色至深灰色。根据镜下观测,岩石中的暗色矿物已全部蚀变,80%以上为粗晶斜长石,其间隙中有不规则状石英,而岩石化学成分测定 SiO_2 含量并不高,仅为偏中酸性。因此主要依据岩石化学资料定名为浅色辉长岩和石英闪长岩。从菲尔德斯半岛的情况看,本区火山作用后期岩

浆演化出较酸性的安山岩-英安岩,但次火山岩中发现偏酸性的岩石尚属首次。结合前述次火山岩体携带上来酸性火山玻璃的情况,认为此群次火山岩株对进一步讨论该区岩浆的演化过程是很有意义的。

岩墙的规模一般很小,宽度1~2m,长仅数十米。大部分岩墙走向近东西,少数近南北或其它方向。

近东西的岩墙有十余条,走向变化于 $76^{\circ}\sim 107^{\circ}$ 之间,和菲尔德斯海峡断裂大致呈锐角相交。这些岩墙都穿过了半岛上所有的地层,而且岩性比较一致,均为细晶质灰黑色玄武玢岩-玄武安山玢岩。

其它走向的岩墙与近东西向岩墙的岩性显然不同,而同早期火山岩地层的熔岩类似,为含有较多斜长石斑晶的玄武质岩石,基质结晶亦较粗。这些岩墙仅穿过碧玉山-玛瑙滩段(未分)的地层。

根据上述地层对比和次火山岩产状、岩性特征分析,判定半岛上伴随两期火山作用有两类次岩浆侵入。早期火山作用后期形成的次火山岩和岩墙即产状变化较大的一类;晚期侵入生成的近东西向岩墙与菲尔德斯海峡的走向呈锐角相交,则可能与该海峡断裂形成有关。

四、构造

Stansbury 半岛的构造比较简单。岩层几乎均为单斜构造,自西向东倾角变缓,没有明显的褶皱发育。从晚期火山活动开始的集块-角砾岩的分布来看,晚期火山作用时的喷发中心已明显东移,与菲尔德斯半岛上的情况相似。

半岛上比较明显的是断裂构造。纳尔逊冰盖前缘谷地是平行菲尔德斯海峡断裂的又一条断裂的产物。在以下几个方面可以证明断裂的存在:①谷地南侧厚层灰黑色集块-角砾岩层与对侧玄武岩、玄武安山岩产于同一水平,表现为断层接触;②谷地北侧局部地层发生倒转;③109高地南侧河谷中见到陡立的岩壁,走向 $300^{\circ}\sim 120^{\circ}$,可能是残存的断层面;④所有近东西向岩墙均与谷地呈锐角相交,可能为断裂两侧羽状裂隙。因此,可以认为,半岛上主要断裂构造可能是在菲尔德斯海峡断裂形成时发育的、以纳尔逊冰盖前缘谷地为代表并与之平行的两条或两条以上左旋平推断层。

五、小结

1. 纳尔逊岛 Stansbury 半岛由玄武质、玄武安山质熔岩和火山碎屑岩以及沉积火山碎屑岩组成。根据火山岩地层的相互关系和岩性特征将其与菲尔德斯半岛火山岩地层进行对比。

2. 该半岛的火山岩地层特点表明它们是两期火山作用的产物。早期火山作用形成了碧玉山-玛瑙滩段(未分)地层,并有次火山岩侵入;晚期火山作用是在经过了喷发间断、形成了含有植物化石的沉积火山碎屑岩之后开始的,此时火山活动中心东移,同样有许多岩墙发育。

3. 火山岩地层发育的相似性和植物化石的发现,证明该半岛火山岩与菲尔德斯半岛火山岩是同一区域性火山作用下的产物,其形成时代应为早第三纪。

4. 半岛上主要构造是平行于菲尔德斯海峡的断裂,它同样决定了次火山岩及岩墙分布。

致谢 本文是国家自然科学基金资助的研究成果之一,亦是国家南极考察地质研究专题项目。野外考察得到了第五次考察队刘书燕队长和李果、刘琛、吕纯操等同志的大力支持。初稿完成后鄂莫岚教授提出了宝贵的意见。对此表示衷心的感谢。

[本文于1990年3月收到, 修改稿于1990年10月收到]

主要参考文献

- 李兆鼎, 刘小汉(1987): 西南极乔治王岛菲尔德斯半岛长城站地区火山岩系的地质特征, 地质论评, 33(5), 475~477.
- 刘小汉, 郑祥身(1988): 西南极乔治王岛菲尔德斯半岛火山岩地质初步研究, 南极研究, 1(1), 25~36.
- 沈炎彬(1989): 南极乔治王岛菲尔德斯半岛晚白垩世火山岩地层的古生物学证据, 南极研究, 1(3), 27~33.
- 郑祥身, 刘小汉, 杨瑞英(1988), 西南极长城站地区第三系火山岩岩石学特征, 岩石学报, 1, 34~47.
- Barton C. M. (1965): The Geology of South Shetland Islands III: The Stratigraphy of King George Island, *Sci. Rept. Brit. Ant Surv.*, 44, 1~33.
- Smellie J L, Pankhurst R. J, Thomson R A, Davies R. E. S. (1984): The Geology of the South Shetland Islands: VI. Stratigraphy, Geochemistry and Evolution, *Bull. Brit. Antarct. Surv.*, 53, 39~84.
- Zheng Xiangshen, Liu Xiaohan (1989): Tertiary Volcanic Stratigraphy and Volcanism in Fildes Peninsula, King George Island, West Antarctica. In: *Advances on Geoscience (1)*, Wang Sijing ed., Beijing, China Ocean Press, 163~176.

FIRST REPORT ON THE VOLCANIC GEOLOGY OF STANSBURY PENINSULA, NELSON ISLAND, WEST ANTARCTICA

Zheng Xiangshen

(Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing 100029)

Abstract

The Stansbury Peninsula, Nelson Island, a neighbor of Fildes Peninsula, on which the Chinese Great Wall Station is located, is covered with basaltic, basalt-andesitic lavas and breccias' as well as fossiliferous volcanic-sedimentary clastic rocks. Based on the stratigraphical relationship and the petrological characteristics the author considers that the stratigraphical division of volcanic rocks on Stansbury Peninsula is much similar to that in Fildes Peninsula.

The volcanic rocks and volcanic-sedimentary clastic rocks are the products of two stages of volcanism and can be stratigraphically subdivided into three members. At the first stage agglomerates and breccias, interbedding basaltic, basalt-andesitic lavas and breccias formed successively, which are comparable with that of Jasper Hill plus Agate Beach Members in Fildes Peninsula. Before the end of this stage some subvolcanic intrusives appeared. The flora-bearing volcanic sedimentary clastic rocks belonging to Fossil Hill Member as found on Fildes Peninsula represent a long time break of volcanic activities on the peninsula. A lots of agglomeratic lavas and breccia on the volcanic sediments near the east coast of peninsula shows that the centre of volcanic activities of the second stage had migrated eastwards.

The similar development of volcanic strata and the discovery of plant fossils provided an evidence for such a suggestion that the volcanic rocks on Stansbury Peninsula and on Fildes Peninsula resulted from the same regional volcanism in the Early Tertiary.

The faults on the peninsula parallel to the Fildes Strait Fault are the main structure and control the distribution of subvolcanic intrusives in the Peninsula.

Key words Nelson Island, volcanic rocks, stratigraphic correlation, volcanism, subvolcanic rocks.