大同地区晚新生代玄武岩群的古地磁学研究

刘 椿

前中一晃

笹嶋貞雄

(中国科学院地质研究所, 北京) (日本京都花园大学) (日本京都大学)

摘 要

本文根据大同玄武岩群若干剖面上的 55 块定向标本, 应用 SSM-1A 磁力仪测量剩磁, 经退磁场峰值 200 奥斯特磁清除后的测定结果表明: 与今相比其偏角向东、倾角变浅, 古地磁长期变化幅度大; 记录在黑山剖面中短暂反向极性事件, 可能是布容期中的布莱克事件。

大同地区玄武岩群系指位于山西省大同市以东约 40 公里远、地质时代属于晚新生代的一套火山喷发物(图 1)。早在本世纪三十年代初期, 不少地质学者就对它进行了研究^[1-3]。由于这些火山喷发物在不同地点分别与“泥河湾层”和黄土相衔接, 具备有层序对比的优越条件, 因而在第四纪磁性地层学领域中有着相当重要的意义, 本文是报道我们对一些玄武岩剖面进行古地磁学研究的结果。

一、地质特征及古地磁采样

大同火山岩(即大同玄武岩群)大体上分为东、西两个部分, 都属更新世, 西区较年轻些^[4-5]。我们选择大同(西坪)县的余家寨村、黑山和阳高县东水头村附近的玄武岩剖面做了古地磁学研究。

1. 余家寨剖面

此剖面位于余家寨村东侧, 玄武岩均出露在灰绿色、灰黄色粉砂质粘土、细砂层之上, 玄武岩之下是一层厚 40 公分的烘烤层^[9]。使用轻便取样钻机沿剖面采集古地磁定向标本共计玄武岩 14 块, 烘烤层 4 块。

2. 黑山剖面

此剖面位于大同盆地北缘, 黑山脚下阁老村西北一条冲沟中, 剖面分上、下玄武岩及其间的玄武质角砾熔岩, 总厚度约 5 米, 其上覆岩层是马兰黄土, 下伏岩层是离石黄土, 紧贴在玄武岩之下是一层厚度不超过半米的烘烤层和凝灰质火山砂^[9]。李虎候等(1981)选用剖面中烘烤层石英颗粒(2.5—8.2 微米级)采用热释光法测定出地质年龄为 $(1.67 \pm 0.08) \times 10^5$ 年^[10]。采用玄武岩及玄武质角砾熔岩、烘烤层和黄土等古地磁定向标本共计 21 块。

3. 东水头剖面

此剖面位于大同盆地北端, 见有中更新统黄土, 玄武岩在层位上相当离石黄土第五层古土

壤层,总厚度不过 3 米,其下烘烤层厚 0.30 米,再下为离石黄土的粉砂质亚粘土层^[9]。李虎候

图 1 大同玄武岩群与采样地点分布图

等(1981)热释光法测定烘烤层地质年龄为 $(2.15 \pm 0.08) \times 10^5$ 年^[10]。采集各层古地磁定向标本共 16 块。

所有剖面中玄武岩均为灰黑色橄榄玄武岩,具气孔构造,致密,有平整的贝状断口或凹凸不平的断口,显微镜下可见橄榄石为自形晶,常受到程度不等的熔蚀,有时呈显微斑晶,颗粒大小为 0.4—0.7 毫米,含 17—20% 铁橄榄石的贵橄榄石组成,偶见少量的普通辉石微晶,基质中主要是基性斜长石,一些分散的立方体磁铁矿多已氧化成赤铁矿。化学分析结果 Fe_2O_3 约占 3.5%, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 比值变化不大,等于 0.14—0.17, TiO_2 比一般玄武岩稍高,为 2.3—3.2%, SiO_2 不饱和,为 45—49%。据此,这些玄武岩属磁性不强的基性与超基性岩之间过渡类型的玄武岩^[11]。

二、古地磁测量结果与讨论

本文全部古地磁定向样品测定工作均在日本京都大学地质学和矿物学系的古地磁学实验室完成。

1. 天然剩余磁性 (NRM)

所有样品的剩余磁性用美国 Schonstedt 仪器公司 SSM-1A 型旋转磁力仪测量,各类岩石样品天然剩余磁性的强度值为:

玄武岩 $(60-220) \times 10^{-5}$ 电磁单位/厘米³

烘烤层 $(0.9-40) \times 10^{-5}$ 电磁单位/厘米³

表 1 大同地区一些玄武岩群的 NRM 测定结果

剖面名称	岩石类别	剩磁方向		倾角
		常见值	偏角	
余家寨	玄武岩	50°—120°	-70°—+130°	25°—75°
	烘烤层	10°—40°		55°—65°
	玄武岩	0°—71.5°		-30°—+43°
黑山	烘烤层	32.5°—40°	-85.9°—+71.5°	25°
	黄土	0°—10°		72°
	玄武岩	135°		55°
东水头	烘烤层	40°		70°
	黄土	30°		70°
	玄武岩			

黄土 $(0.3-3.0) \times 10^{-5}$ 电磁单位/厘米³。

它们的天然剩余磁性的方向如表 1 所示。

从表 1 中看出,样品天然剩磁的强度值随玄武岩—烘烤层—黄土顺序变低,尽管在同类岩石样品中也并非完全同一,而且烘烤层的天然剩磁是随着与玄武岩接触面的距离加大而变低,自然,这种强度值的差异可以理解成它们的剩磁机理不同所反映的结果;天然剩余磁性的方向离散程度相当大,有赖于磁性净化之后方为可信的数据。

图 2 余家寨玄武岩样品的交变场退磁曲线

2. 交变场退磁

使用京都大学古地磁学实验室交变磁场退磁装置进行退磁,先选择其中各类样品以 50 和 100 奥斯特为间隔,使退磁场峰值逐步地加大到 1,500 奥斯特做退磁实验,图 2 是余家寨玄武岩样品的退磁曲线,当退磁场不大仅为 50 奥斯特时,剩磁的强度就急速地减低,并在方向上也出现较大的变化,直至退磁场峰值达到 200 奥斯特时,岩石样品剩磁的强度方变稳定,其方向也趋于相对地集中。同样,东水头样品的退磁曲线基本上也有类似的现象,只不过在 100 奥斯特退磁场时的剩磁方向变化稍小一些(图 3)。故将所有样品均施以 200 奥斯特峰值的交变磁场后就可清除 NRM 中的次生组分而保留原生组分,它们的投影点相对地集中在 I、IV 象限 $-30^{\circ}-+30^{\circ}$ 范围内,强度也相对地减小。

图3 东水头烘烤层和黄土样品的交变场退磁曲线

(1) 烘烤层样品, (2) 黄土样品

图4 大同玄武岩群的地层柱与剩磁方向变化图

图 5 大同玄武岩群成岩时期古地磁极 (VGP) 位置及其移动曲线

3. 极性事件

引人注目的是绝大多数样品剩磁极性呈现正向, 唯黑山剖面中玄武质角砾熔岩样品在退磁前后均为负向, 经多次复测偏角是 -145.5° — -149.9° , 倾角是 -8.2° — -10.4° (表 2, 图 4)。结合李虎侯等测出烘烤层热释光的地质年龄数据以及剖面上相互间距与层厚关系, 第五层玄武质角砾熔岩可能距今约 10 万年, 而且岩石的矿物学和化学组分研究知其与周围玄武岩大致相同, 无特殊的差别, 故考虑样品的反向磁化很可能属于地磁场倒转造成的。如果这种解释成立, 我们认为这种短期极性事件可能就是布容正向极性期布莱克反向极性事件的记录。

4. 古地磁长期变化 (PSV) 与虚古地磁极 (VGP) 曲线

表 2 中样品退磁后的剩磁方向, 表明除黑山剖面包含有反向磁化外, 其它样品的方向基本

表 2 大同玄武岩群古地磁测定结果

样品编号	岩石名称	天然剩磁方向		退磁后剩磁方向		古地磁极 (VGP) 位置			α_g
		偏 向	倾 角	偏 角	倾 角	北 纬	东 经	编 号	
余家寨剖面									
Y—8	玄武岩	115.2	22.8	76.9	66.0				
Y—7	玄武岩	357.4	23.0	349.1	45.4				
Y—6—1	玄武岩	105.1	48.7	336.2	61.1				
Y—6—2	玄武岩	35.1	71.5	347.4	60.6				
Y—5—1	玄武岩	120.0	38.4	26.7	67.7				
Y—5—2	玄武岩	130.0	35.6	31.1	71.0				
Y—4—1	玄武岩	77.8	50.7	354.6	66.0				
Y—4—2	玄武岩	104.5	51.3	27.4	68.8				
Y—4—3	玄武岩	118.5	42.9	36.6	69.9				
Y—3	玄武岩	305.9	35.4	356.5	58.9				
Y—2	玄武岩	303.1	31.6	355.6	55.6				
Y—1—1	玄武岩	328.8	21.0	349.8	51.3				
Y—1—2	玄武岩	317.9	21.3	342.9	62.0				
平 均				358.2	63.0	85.2	309.0	1	10.0
Y—9	烘烤土	334.3	66.7	317.9	53.7				
Y—10	烘烤土	46.1	65.2	3.5	63.3				
Y—11	烘烤土	9.6	69.7	16.5	54.9				
Y—12	烘烤土	7.4	54.9	5.2	53.2				
平 均				350.7	58.4	82.8	19.7	2	17.4
黑 山 剖 面									
B—1—1	玄武岩	35.4	39.8	26.9	44.1				
B—1—2	玄武岩	39.3	38.1	41.5	43.0				
B—2	玄武岩	40.3	35.2	38.3	39.5				
B—3—1	玄武岩	41.0	46.7	36.3	46.4				
B—3—2	玄武岩	33.0	38.0	35.1	43.3				
B—4—1	玄武岩	28.3	37.7	39.5	37.7				
B—4—2	玄武岩	26.5	37.6	37.9	38.3				
B—5	玄武岩	358.1	33.5	354.2	35.0				
B—7	玄武岩	11.1	28.0	14.6	35.9				
B—8	玄武岩	43.0	33.2	38.6	40.5				
B—9	玄武岩	0.1	26.1	315.1	35.2				
平 均				15.2	41.0	69.0	251.4	3	18.7
B—10—1	玄武质角砾熔岩	184.8	-31.6	212.8	-8.4				
B—10—2	玄武质角砾熔岩	61.2	76.1	214.5	-8.4				
平 均				208.7	-8.4	-45.7	70.1	4	3.7
B—11	玄武岩	48.1	6.5	24.0	18.7				
B—12	玄武岩	73.8	27.9	59.6	43.3				
B—13	玄武岩	59.0	11.0	47.0	44.2				

表 2 (续)

样品编号	岩石名称	天然剩磁方向		退磁后剩磁方向		古地磁极 (VGP) 位置			α_{95}
		偏 向	倾 角	偏 角	倾 角	北 纬	东 经	编 号	
		平 均		36.7	36.4	53.2	224.0	5	12.6
B-15	烘烤黄土	45.0	35.2	13.2	41.2				
B-17	烘烤黄土	32.5	40.3	4.3	26.4				
		平 均		3.5	33.9	68.3	284.6	6	36.8
B-18	黄 土	14.9	49.9	59.4	76.2				
B-19	黄 土	4.7	77.1	9.5	45.0				
B-20	黄 土	10.3	63.0	355.9	59.1				
		平 均		7.1	61.9	83.8	170.9	7	32.1
东 水 头 剖 面									
T-10-1	玄武岩	12.4	57.3	352.3	55.8				
T-10-2	玄武岩	4.0	55.5	7.3	58.1				
T-11	玄武岩	343.3	57.7	341.9	52.2				
		平 均		348.2	55.8	80.0	5.2	8	11.9
R-2-1	烘烤黄土	342.4	59.8	333.1	42.9				
R-2-2	烘烤黄土	350.7	61.9	347.3	47.5				
R-2-3	烘烤黄土	344.9	58.4	336.2	56.5				
R-2-4	烘烤黄土	349.5	56.2	359.3	56.1				
R-2-5	烘烤黄土	347.2	55.2	348.7	46.4				
R-2-6	烘烤黄土	342.0	60.8	341.1	62.9				
R-2-7	烘烤黄土	346.3	52.4	351.5	49.0				
R-2-8	烘烤黄土	355.2	58.7	354.5	60.2				
R-1-1	烘烤黄土	352.4	66.4	351.7	51.3				
R-1-2	烘烤黄土	344.7	62.9	347.4	63.1				
R-1-3	烘烤黄土	353.7	67.2	6.4	66.3				
R-1-4	烘烤黄土	350.7	69.5	359.2	48.8				
		平 均		350.9	57.6	82.7	11.3	9	10.9
L-2-1	黄 土	334.9	54.6	335.3	55.2	66.3	24.3	10	

上是一致地, 它们的偏角和倾角接近于大同地区现今的数值, 相比而言是样品偏角向东, 倾角略有变浅的趋向 (图 4)。古地磁长期变化 (PSV) 在幅度上与历史时期相比也有明显地增大。

由大同玄武岩群平均剩磁方向算得, 更新世相应时期的虚古地磁极 (VGP) 位置群集在现今地理极周围 (表 2, 图 5), 再次证实了地球磁场的偶极子场假说。这些 VGP 联成的极移曲线似乎正处在太平洋的低纬度地带移动着, 它与日本学者 Hirooka (1977) 得出的结论是完全一致地: 处在更新世地磁场倒转的整个时期, VGP 曲线具有会聚在印度洋、欧洲和东太平洋中部的低纬度地带的趋势^[12]。自然, 我们获得的结果与现今发表的数据也是毫无矛盾地。

应当指出, 本文所用样品是由周昆叔、袁宝印、孙建中和刘椿共同采集的, 刘椿在日本研究

工作期间的费用,京都日中学术交流恳谈会给予了热情的资助。全文初稿完成后,张文佑、尹赞勋和张日东诸位教授、Kent 博士提出宝贵意见并帮助修改文章,在此作者们谨向他们致以衷心的感谢。

参 考 文 献

- [1] 尹赞勋,地质学会志,12(1933),3: 355.
- [2] 德日进、杨钟健,地质专报,甲种第8号,1931.
- [3] Barbour, G. B., Pien, M. L., *Bull of the Geological Society of China*, IX(1930), 4:361.
- [4] 尹赞勋,文物,1976,2: 51—56.
- [5] 贾兰坡、张畅耕、卫奇,地理知识,1976,1: 13—15
- [6] 杨景春,北京大学学报(自然科学),1961,7: 1.
- [7] 曹家欣,中国第四纪研究,1959,2: 2.
- [8] 王乃梁、欧阳青,中国第四纪研究,1(1958),1: 174.
- [9] 周昆叔、刘椿、袁宝印、孙建中,科学通报,27(1982),4: 234—236.
- [10] 李虎候、梅屹、孙建中、许风桔,地震地质,3(1981),2: 30.
- [11] Лебединский, В. И., 大同火山群,科学出版社,1958,80—110.
- [12] Hirooka, K., *Japan, Quaternary Res.*, 16 (1977), 105.