

美ヶ原熔岩の自然残留磁気について (序報)

松崎 一* 小林国夫* 百瀬寛一**

(信州大学高山地科学研究所文理学部分室)

序 文

1691年 Boyle¹⁾が煉瓦に残留磁気のある事を見出してから Gherardi¹⁾は 1862年陶器にも此の性質の存在を認めた。其後 Locke¹⁾, Melloni¹⁾及び Förstemann により近年は P.L. Mercanton, R. Chevallier, G. Folgheraiter J.G. Koenigsberger²⁾ 松山基範³⁾及び永田武⁴⁾氏等によつて培焼された物質や火山岩の磁氣的性質に関する研究は著しく進歩した。しかし乍ら尙自然状態における諸事実については問題があり、特に近年東大や京大の研究者⁵⁾によつて 1—2 の問題があげられて来ている。

火山岩の自然残留磁気は主として弱磁場のもとで冷却する際生ずる磁化即ち熱残留磁気とその方向は、その地点の磁場の方向に一致する。若しそれが唯一の原因であるならば、同一時期の1つの熔岩流中の岩石は略々同一方向、略々同程度の磁化の強さを有するであろうと考えられる。ところが先に筆者等⁶⁾が報告した様に高山における異常に強力な磁化(方向及び強さ共に異なる)の問題があり、之が原因は美ヶ原熔岩の常態と思われる他の部分の磁氣的性質の究明と相俟つて解決すべきであらう。そのため筆者等は、先ず美ヶ原山腹の熔岩流中より資料をとり、自然残留磁気の方位と強さを測定、且つそれを加熱処理して現在の地球磁場において生ずる熱残留磁気(これを $J_{t.E}$ と呼ぶことにする)の測定を行つた。自然残留磁気は勿論熱残留磁気はその主体をなすものであらうが⁴⁾その他の磁化の影響が加わっているところに問題がある。本稿は高山地科学研究所文理学部分室における研究の第一報である。この研究を実施するに当り東大地球物理学教室永田武博士をはじめ永田研究室の方々並にその他の御好意を示された方々に謝意を表す。高山科学研究所として財政的援助がないので、文理学部の関係教室の研究費の一部を使用した。教室の各位にも謝意をのべ度い。

1 資料について

筆者等の測定に使用した安山岩の岩石学的性質は1部既報⁶⁾したが、ここに使用したものは大体下部熔岩及び上部熔岩と考えられるものにぞくする。後述するA群は前者で美ヶ原石切場産の多孔質な oliv.-bearing-hypers.-aug.-andesite である。斑晶は plag., aug., hypers. の他極めて少量の oliv., mag. を含む完晶質な岩石で plag., の成分は n_1 on 1.562~1.553 で An66~An 49である。石基は plag., aug., hypers., mag., brown glass, cristobalite 及び tridymite の他、時に opacitized hornb., apatite, ilmenite 及び acid mesostasis様のものを含む。上部熔岩は王ヶ

* 信州大学助教授 文理学部

** 信州大学助手 文理学部

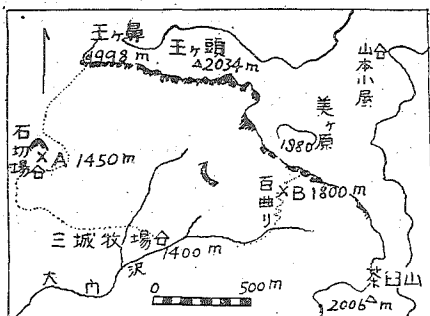
鼻産のものを type とするもので同地のものは oliv. -hypers. -aug. -andesite で下部熔岩に比し oliv. が増加し hypers. が減少する olivine-hypersthene の消長関係が見られる。鉱物構成は一般に下部熔岩と殆んど同一で斑晶は plag. aug. hypers. mag. oliv. で plag. は An66~An53 である。石基は plag., aug., hypers., mag., biot., ilmen., apatite, anorthoclase, quartz 及び cristobalite である。

第1表 美ヶ原熔岩分析値及びノルム値 (I)=下部熔岩, (II)=上部熔岩

	(I)	(II)	(I)	(II)		
SiO ₂	55.83	54.29	Q=10.26	Q=6.25		
Al ₂ O ₃	14.33	18.06	F {	F {		
Fe ₂ O ₃	5.68	4.07			Or=10.56	Or=10.00
FeO	7.04	5.35			Ab=24.10	Ab=29.30
MgO	3.34	3.31	An=21.17	An=28.6		
CaO	6.53	7.59	P {	P {		
Na ₂ O	2.85	3.51			Wo=4.29	Wo=3.36
K ₂ O	1.81	1.70	En=8.33	En=8.29		
TiO ₂	0.29	0.44	Fs=14.11	Fs=4.89		
P ₂ O ₅	0.13	0.16	Mag {	Mag {		
Mn O	0.92	0.97			Il=0.60	Il=0.91
H ₂ O ⁽⁺⁾	0.44	0.48	Mt=8.12	Mt=7.2		
H ₂ O ⁽⁻⁾	0.70	0.24	Ap=0.32	AP=0.32		
	99.87	100.17	101.86	99.12		
			FeO/Fe ₂ O ₃ =1.24	FeO/Fe ₂ O ₃ =1.31		

第一表^{註1}には上述の熔岩の2つの型のものの分析値及び norm 値を表記した。(I)は石切場産の下部熔岩, (II)は王ヶ頭産の上部熔岩である。第1表によると, magnetic mineral の量は (I) (II)の間では, bulk でも norm でも大した相違はないが (II)の方が稍々大で FeO/Fe₂O₃ の値も同様 (II)の方が稍々大きい。筆者等の扱ったB群の資料は (II) と同時的的形成になるものと考へられるが, 可成緻密で, 且つ (I) より新鮮な感がある。B群は, A群と比べ, 後にのべる様に岩石に固有な熱残留磁気, Jt. Eの値が僅かに大きい程度であるから岩質的な相違は矢張り小さいわけである。尙而

第1図 資料採取地点

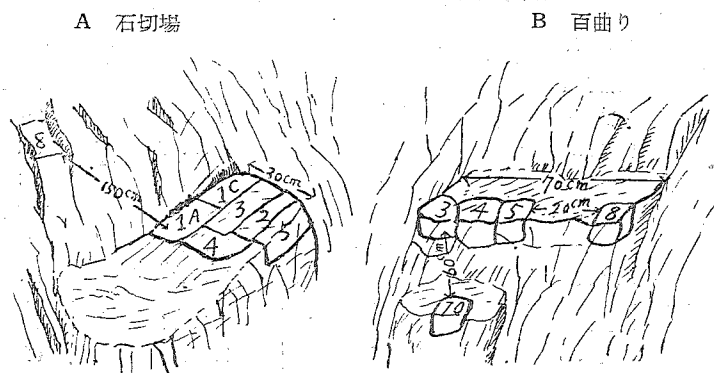


熔岩の流出期は dl II (b)⁸⁾ 即ち下部洪積世後期と推定される。

資料の採取は夫々第1図の如くA地点美ヶ原山腹, 石切場 (1450m) 及びB地点百曲り中腹 (1800m) で行われ, 夫々のグループ中の相対的位置関係は, 第2図A, Bの如く示される。1箇の岩塊から連続採取するのは, 諸報告にみられる帯磁方向の一致の追試にある。

資料採取の方法, 即ち方位の決定につい

第2図 採取資料の相互の位置的関係



ては種々の方法をとつたが、何れも一長一短あり、結局最も決定し易く、比較的良好な結果を与えらると思われ次の方法をとつた。先づ $10\text{cm} \times 80\text{cm} \times 1\text{cm}$ の木製の平板を鉛直に吊り、クリノメーターを上端に接して、面を南北方向にし、上よりみとおして、その方向に線を入れ、次に板を東西方向にまわして東西の線を入れた。且つ両方向の傾角を測定した。因子が4ヶになるのでそれだけ精度は大となる。

尙資料は冷却後、岩塊の転落等による移動がなかつたと思える所から採取した。

2 実験方法

方位及び強さの測定は、強弱2種の無定位磁力計を用いた。磁石は磁気能率が夫々略97 C.G.S及び91 C.G.SのKS鋼製のものを使用した。資料をこの磁力計にかけて72ヶ所の強さを測定しガウスの方法で帯球函数に展開し、磁気方位並びに強さを算出した。強さはヘルムホルツコイル(直径36cm捲数4)を用いて基準を定めた。

又加熱にはとりあえず石綿の箱($10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 5\text{cm}$)に資料を入れて下からガス焔で熱する方法をとつた。温度はアルメル・クロメル熱電対で測定し大部分の場合2時間以上略 700°C に保たれたとみる事が出来た。方位に関する誤差^{註2}はこの種の計器では可成り大で ± 5 度を見こさねばならず、強さに対する感度は夫々1.4 γ 及び0.5 γ である。

3 実験結果

第2表及第3表に夫々A及びB地点における磁化の方位、強さ並びに加熱冷却後の強さの測定結果を示し、第3図に磁化方位をステレオグラフとしてあらはした。

Koenigsberger⁹⁾は自然残留磁気 J_{rn} とその資料を地球磁場内(0.45 oersted)で加熱冷却した場合の磁化の強さ(筆者等の J_t 、Eはこれにあたる)との比 $Q_{nt} = J_{rn}/J_t$ 、Eを求めることを提案しているが、この値と1 gaussの磁場で冷却した場合の J_t 、c⁴⁾をも併記した。

A資料群及びB資料群に於ては、各群中では大略同方位を又強さも大体一致した値を示した。(A群の磁化の強さ 10^{-4} e. m. u. /gr; B群 10^{-3} e. m. u. /gr) 併しながら1群中の方位を検討すれば、慾目にも実験の誤差の判圍で一致するなどといえぬ状態にあ

第2表 美ヶ原熔岩の自然残留磁気方位

	資料番号	採集場所	偏角	伏角
A 群	511191a	石切場	N97°E	9°30'
	511191c	"	105°E	25°
	511192	"	97°30'E	5°30'
	511193	"	95°30'E	4°30'
	511194	"	98°E	-10°30'
	511195	"	115°E	11°30'
	511198	"	118°E	63°
B 群	519293	百曲中腹	N139°E	70°30'
	519294	"	155°E	62°
	519295	"	155°E	46°
	519296	"	124°E	76°30'
	519297	"	124°E	76°30'
	519298	"	161°E	50°
	519299	"	139°30'W	80°
	5192910	"	138°W	74°30'

第3表 美ヶ原熔岩の自然残留磁気及熱残留磁気並にJt. cの強度と自然熱残留磁気係数

	資料番号	採集場所	Jrn × 10 ⁴ e. m. u./gr	Jt. E × 10 ⁴ e. m. u./gr	Jt. c × 10 ⁴ e. m. u./gr.	Qnt
	511191a	石切場	6.0	2.1	4.65	0.286
A 群	511191c	"	4.8	3.0	6.66	0.160
	511192	"	8.1	3.0	6.66	0.270
	511193	"	7.8	4.2	9.35	0.185
	511194	"	7.5	4.2	9.35	0.178
	511195	"	6.0	4.2	9.35	0.400
B 群	519293	百曲中腹	36.0	4.5	10.0	0.80
	519295	"	54.0	4.5	10.0	1.20
	519298	"	81.0	4.2	9.35	1.90
		美ヶ原 王ヶ鼻	447.0	0.68	1.48	66.0

る。又加熱冷却後は方位は殆んど一致して地球磁場方向（伏角 49°~50°;方位 N±1° E）を示したが、一方強さも熱処理後は、A群は全部増加しB群はある強さより大のものは減少し、両者の間の強さの差が小さくなっている。

4 討論及び結論

1. 同一群中磁化の不均一について

資料として取上げた岩石の自然残留磁気が、主として熱残留磁気によるであろう事は、A, Bの2群に於て、方位角が大略一致する事からも推察されるが、各グループ内の不一致は何によるものであろうか。こうした不一致に関する検討は今まであまり取上げられていない。之が原因として、岩質的・一次的・二次的と三種にわけて考へてみよう。岩質的とは、その成分とか、各成分の結晶の大きさとかで、一次的原因とは、熔岩冷却の際即ち、熱残留磁気生成の際の全ての環境、二次的とは、熱残留磁気生成後の外部的、内部的影響をさすものとする。

a) **岩質的原因** 先づ成分及び結晶の大きさについては、大きな岩盤中に、たかだか1米をこさぬ範囲の中の資料なので、恐らく之についてはさほど変化があるとは考へられない。

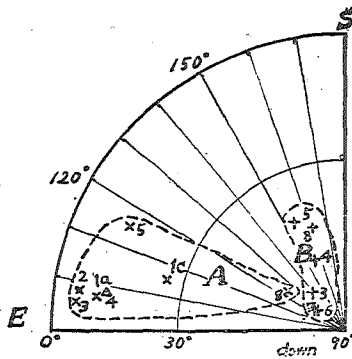
b) **一次的原因** 岩石がどの部分から冷却を始めたか、即ちどこから磁化を始めて、遅れて冷却するものに如何なる影響を与えたであろうか。しかし、かかる小さな局部に於て隣接した部分に、相前後して熱残留磁気が生じて、その磁化の影響は地磁気の50分の1程度以下で、この時みられる地磁気の方向変化は、たかだか2度であるから、30度以上もの差のある本資料の結果の説明には殆んど用いられない。

c) **二次的原因** 先づ熱残留磁気形成後に、地球磁場が変動し、形成期と異つた磁場のもとに、資料がおかれたための影響は現在殆ど考へられていないが、この様な二次的磁場は、弱いとはいえ、極めて永い年月の間作用するので、果して全く影響がないと云えるであろうか。

又他の岩石との相対的移動による摩擦等による部分的異常影響(例へば部分的加熱のための熱残留磁気の生成消滅)等もこの原因として考へられる。

最後に考へられるのは落雷等による強力な磁場の変化と、之に伴う加熱による熱残留磁気の変化である。之は長い間の問題であり、殊に露出した部分でもあり、この可能性

第3図 A, B資料群の磁化方向
(△印は仰角を示す)



は多分にあるものと思われる。

第2表と第3図でわかる様に、伏角、偏角にはこの資料だけでは法則性らしいものは見られず、之に対する検討、並にそれによる見通しをつける事は、尙先にゆづらねばなるまい。

II, B群に於ける $Q_{nt} > 1$ について

さて次にA群, B群の $J_t \cdot E$ の差は成分中の FeO と Fe_2O_3 の比(A, 1.24; B, 1.31)に依つて、既述の如くある程度説明がつくが、問題になるのはA, B両群中に於ける Q_{nt} のちがいである。(Aでは全部 $Q_{nt} < 1$, Bでは $Q_{nt} > 1$ が多数を

占めている)

この原因として、実験冷却中、爐の保温が充分でなかつたので、冷却速度がかなり速かつたため、 $J_t.E$ の値が、資料の固有常数としての熱残留磁気の値より小さく出たのではないかと云う事も考えられるが、之は永田氏⁴⁾によれば、冷却の遅速は、 $J_t.E$ にたかだか2割5分程度の差がでるのみであるから、之を考慮に入れても、筆者等の結果からは、 $J_{rn} > J_t.E$ (B群中では)^{註3}を結論せざるを得ない。

この原因も前項 I のc) 項で論じた落雷とか磨擦の如き、筆者等の所謂二次的な影響が主なるものであろうが、その J_{rn} 形成期に於けるこの点の地磁気の強度が、かなり強かつたのではないかと云う事も考へられる。又この岩石はA群に比して新鮮なので、外部よりの二次的攪乱を比較的うけなかつたとみる事も出来よう。併し何れにせよ、之等の問題の解明は将来の我々の課題である。

以上要約すれば、一つの岩塊の中に存する磁化の不均一性の問題と、 $J_t.E$ より大なる J_{rn} の存在の問題を提起し、之にいさゝか検討を加えた。地質学的時間のもとに置かれた現象なので、現在迄行われた実験がそのままの形で妥当か否かは、少数の資料より結論する事は誠に危険に思われるが、小岩塊の不均一磁場の原因としては第二次的な影響が作用し、 $Qnt > 1$ の資料の存在には、第一次的な影響も作用しているのではないかと思われる。

尙従来の考え方によれば、A、B両群の磁化が東南の方向、且つ下方に偏在しているのは、資料の熱残留磁気形成の時代(略50万年前と推定される)の地球磁場の方向が略同方向を示していたと解釈していたわけである。

(1952年2月20日)

On the Natural Remanent Magnetism of the Lava of Mt. Utsukushi-ga-hara.*

(Preliminary Note.)

By

Hajime MATSUZAKI,* Kunio KOBAYASI** & Kan'ichi MOMOSE.***

(High Land Research Institute of Shinshu University.)

It is the well known fact that the intensity of the natural remanent magnetism of the lava is generally much larger than that of the induced magnetism in the present geomagnetic field. However, the lava has been discovered on the high mountains, the intensity of which is unusually several tenfolds larger than the ordinary value of the lava. In order to solve this fact, the writers have been engaged in studying the relations between the natural remanent magnetism and the thermo-remanent magnetism, taking the samples from the lava flow of Mt. Utsukushi-ga-hara. Collecting the samples which were continuously closed by each other in the same rock mass from the upper and the lower lava flow respectively, the writers me-

asured both the directions and intensities of the natural and thermo-remanent magnetism of them. The result shows that the distribution of the natural remanent magnetism of the samples in the same rock mass is not always uniform. However it also shows that the intensity of the thermo-remanent magnetism of the samples is almost constant. The writers discussed briefly about the causes of these results.

*Journal of the Shinshu University Vol. Ⅱ No.2 (1952)

**A-Prof. Fac. Lib. Arts & Sci., Shinshu Univ.

***Assistant of the same.

脚 註

- 1) Gerl. Beitr. Geophysik, Bd. 35 (1932), Bd. 38 (1933)
 - 2) Z. S. Geophysik, 6, 190 (1930), Gerl. Beitr. Geophysik, 35, 151, 204 (1932)
 - 3) M. Matsuyama, Proc. Imp. Acad. Japan. 5, 113 (1932)
 - 4) T. Nagata; Bull. Earthq. Res. Inst. 18, 281(1940) 19, 49 (1941)
 - 5) 川井直人; 1950年4月2日 地学団体研究会 総会講演 竹中準之助, 川井直人; 地質学雑誌 56, 271 (1950)
 - 6) 小林, 百瀬, 笠原慶一; 科学 19, 284. (1949)
- 註1 分析値は名古屋大学, 理学部化学教室 留学生横山時秋氏を煩わした。記して謝意を表す。
- 7) 永田武; 地震 12, 111—125 (1940)
 - 8) 小林国夫; 信州大学紀要 1, 9—25 (1951)
- 註2 ガウスの分析方法により, 資料を球とみて測定した事, 採取時の方位決定, 支持器にとりつけるときに伴う誤差等によるもの
- 9) J. G. Koenigsbergèr; Internat. Geol. Congress. Rep. XVI Session, U. S. A. 1933. Washington 225—231 (1936)
- 註3 B群中には 519298 の如く $Qnt = 1.90$ に達するものがある。