

桜島火山歴史溶岩の考古地磁気

上野宏共（鹿児島大学教養部地学教室）

村岡慶子・小林哲夫（鹿児島大学理学部地学科）

1. はじめに

地球磁場は地磁気逆転を、ここ2000万年ぐらいの間には20万年に1回位の割合でくり返していたことが分かってきた。一方、逆転から逆転の間にも地球磁場はゆっくりと少しずつ変化しており、数十年から数百年のタイムスケールで変っている。これを地磁気永年変化と呼んでいる。第四紀更新世の72万年から今日までの間は、時間的にごく短いエクスカージョンのゆらぎを除けば、地磁気逆転はなくこの間は地磁気永年変化のみである。地磁気永年変化のうち、水平面で真北と地球磁場の方向のなす角、即ち偏角については古くから知られていた。この偏角以外に、水平面と地球磁方向のなす伏角や地球磁場の大きさにも永年変化がある。偏角と伏角を見れば、約500年を周期として20°程変化している。

フランスやイギリスでは16世紀から地磁気観測がされ偏角永年変化がはっきりしている。日本では、過去2000年にわたっての偏角と伏角の永年変化についてWatanabe(1959)、Yukutake(1961)、Hirooka(1971)などにより研究されている。とくに、Hirookaによる関西地区における過去の地磁気変化は詳細に調べられており、関西地区における考古地磁気編年図はほぼ完成している。考古地磁気編年には、年代の明かな遺跡の焼土や窯跡が獲得している熱残留磁気を利用されている。熱残留磁気は試料中の磁鉄鉱や赤鉄鉱などのFe-Ti酸化鉱物の微粒子がそれらの鉱物のキューリー温度近くまで熱せられることによって、その時の地球磁場に沿った永久磁石的な磁化が獲得される仕組みによる。本報告では、桜島火山の溶岩が高温より冷却する時に磁鉄鉱のキューリー温度（Ti含有量により異なるが約550°C）通過する際に獲得した熱残留磁気を利用する。

偏角・伏角は地域ごとに異なっている。例えば1990年では水沢、京都、鹿児島での偏角はそれぞれ7°39'W、6°50'W、5°48'；伏角はそれぞれ52°29'、48°32'、44°25'である。時代を遡ってもこの傾向は同じでほぼ相対的にずれる事が予想される。従って、試料の有する残留磁気の正確な偏角・伏角を得れば、その地区での考古地磁気編年図に照らして時代を推定する事が可能となる。南九州での考古地磁気編年の試みはこれまでなされていなかった。本報告は南九州での考古地磁気編年のスタンダード造りの一端をなすものである。

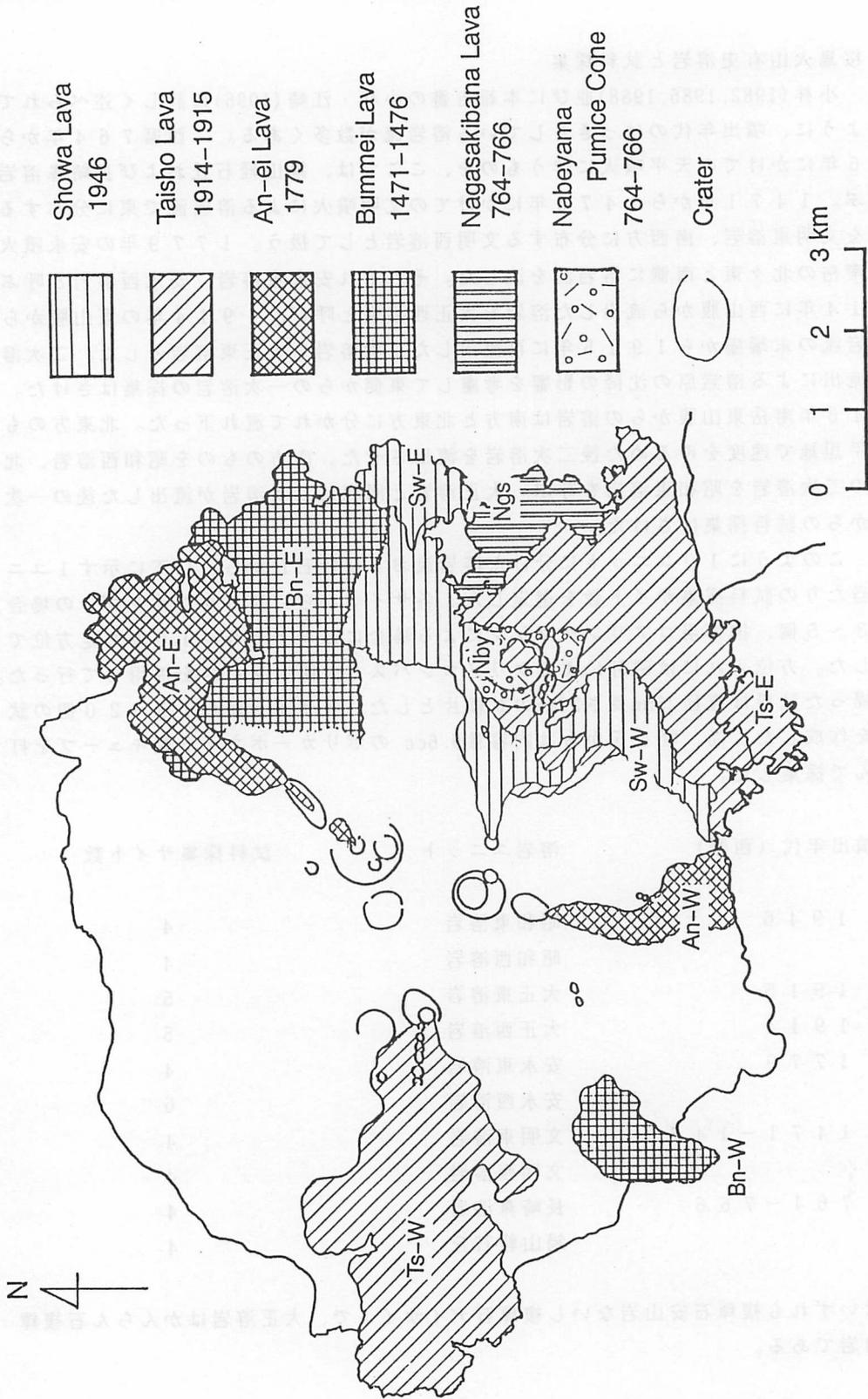
2. 桜島火山有史溶岩と試料採集

小林(1982,1986,1988)並びに本報告書の小林・江崎(1996)に詳しく述べられているように、噴出年代のはっきりしている溶岩流が数多くある。西暦764年から766年にかけての天平噴火に伴うものを、ここでは、鍋山軽石丘および長崎鼻溶岩と呼ぶ。1471年から1476年にかけての文明噴火による溶岩流で東に分布するものを文明東溶岩、南西方に分布する文明西溶岩として扱う。1779年の安永噴火では南岳の北々東と南側に溶岩流を流した。それぞれ安永東溶岩、安永西溶岩と呼ぶ。1914年に西山腹から流出した溶岩を大正西溶岩と呼び、1914年の東山腹からの溶岩流の末端崖から1915年に再流出した二次溶岩を大正東溶岩とした。二次溶岩の流出による溶岩原の沈降の影響を考慮して東側からの一次溶岩の採集はさげた。1946年南岳東山腹からの溶岩は南方と北東方に分かれて流れ下った。北東方のものは平坦地で速度をゆるめた後二次溶岩を流出させた。南方のものを昭和西溶岩、北東方の二次溶岩を昭和東溶岩と呼ぶ。大正溶岩と同様に二次溶岩が流出した後の一次溶岩からの試料採集はさげた。

このように10ユニットに分けた溶岩流および軽石丘から、以下に示す1ユニット当たりの試料採集サイト数を選定した。各サイトから、ブロックサンプルの場合には3~5個、携帯用コアリングマシンによる場合にはコア6~10本を定方位で採集した。方位入れには磁針によるクリノコンパスと太陽コンパスを併用して行った。持ち帰った試料は直径25mm長さ22mmの試験片とした。各サイトから15~20個の試験片を作成した。尚、軽石丘からは内容量9.6ccのポリカーボネイト製キューブを打ち込んで採集した。

| 噴出年代(西暦) | 溶岩ユニット | 試料採集サイト数 |
|-----------|--------|----------|
| 1946 | 昭和東溶岩 | 4 |
| | 昭和西溶岩 | 4 |
| 1915 | 大正東溶岩 | 5 |
| 1914 | 大正西溶岩 | 5 |
| 1779 | 安永東溶岩 | 4 |
| | 安永西溶岩 | 6 |
| 1471-1476 | 文明東溶岩 | 4 |
| | 文明西溶岩 | 4 |
| 764-766 | 長崎鼻溶岩 | 4 |
| | 鍋山軽石丘 | 4 |

岩石はいずれも複輝石安山岩ないし複輝石デイサイトで、大正溶岩はかんらん石複輝石安山岩である。



第1図. 桜島火山歴史溶岩の分布と溶岩ユニット名.

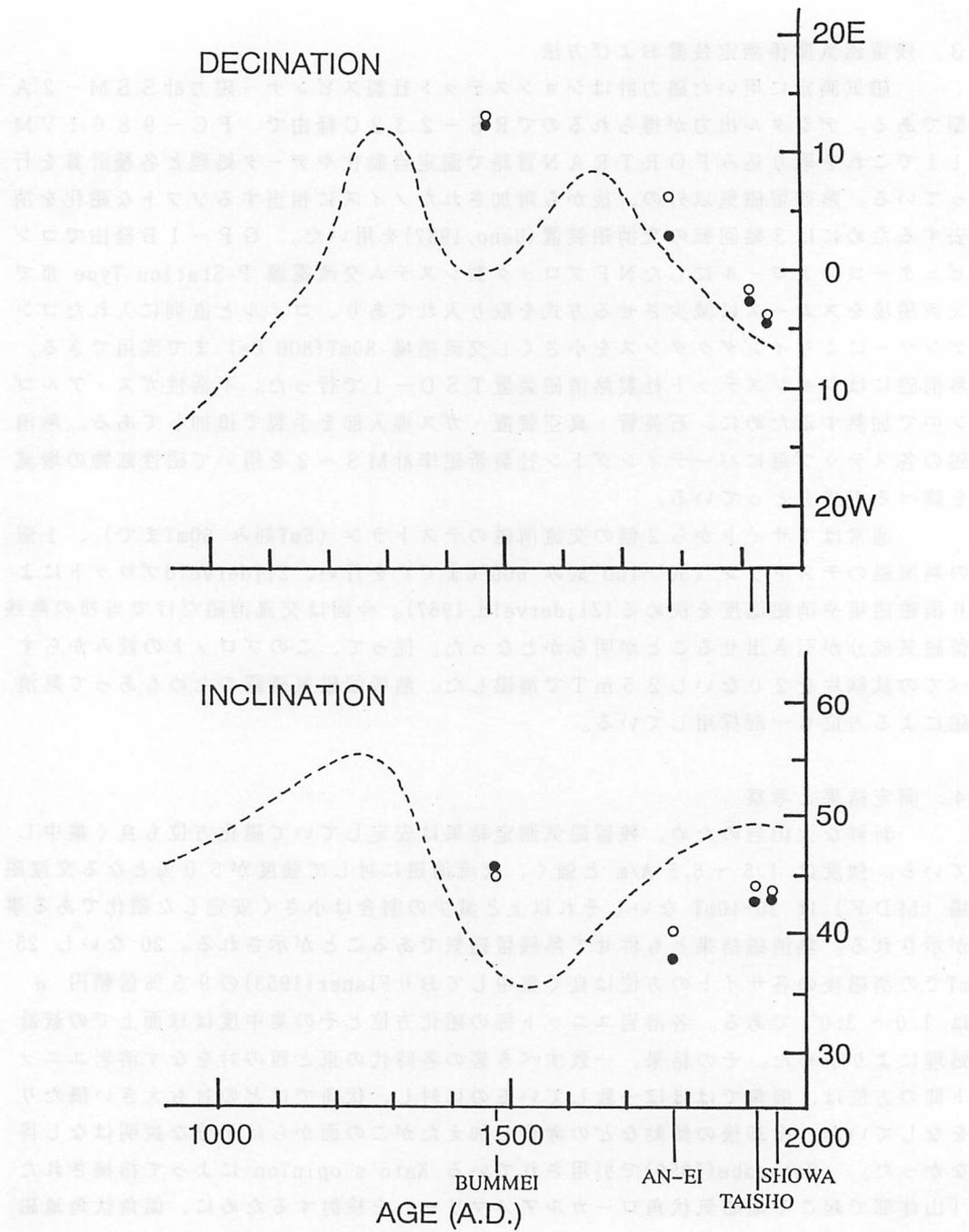
3. 残留磁気関係測定装置および方法

磁気測定に用いた磁力計はシヨンステット社製スピナー磁力計SSM-2A型である。デジタル出力が得られるのでRS-232C経由でPC-9801VM11でこれを取り込みFORTRAN言語で測定自動化やデータ処理と各種計算を行っている。熱残留磁気以外の、後から附加されたノイズに相当するソフトな磁化を消去するためには3軸回転の交流消磁装置(Ueno, 1987)を用いた。GP-IB経由でコンピュータコントロールにしたNFブロック製システム交流電源P-Station Type IIIで交流磁場をスムーズに減少させる方式を取り入れてあり、コイルと直列に入れたコンデンサーによりインダクタンスを小さくし交流磁場80mT(800 Oe)まで実用できる。熱消磁にはシヨンステット社製熱消磁装置TSD-1で行った。不活性ガス・アルゴン中で加熱するために、石英管・真空装置・ガス導入部を手製で追加してある。熱消磁の各ステップ毎にパーティングトン社製帯磁率計MS-2を用いて磁性鉱物の増減を調べる方式をとっている。

通常は1サイトから2個の交流消磁のテストラン(5mT刻み60mTまで)、1個の熱消磁のテストラン(50°~100°刻み600°Cまで)を行い、Zijderveldプロットにより消磁磁場や消磁温度を決める(Zijderveld, 1967)。今回は交流消磁だけで当初の熱残留磁気成分が引き出せることが明らかとなった。従って、このプロットの読みからすべての試験片を20ないし25mTで消磁した。熱残留磁気確認のためもある熱消磁による方位も一部採用している。

4. 測定結果と考察

新鮮な火山岩のため、残留磁気測定結果は安定していて磁化方位も良く集中している。強度は1.5~6.5 A/mと強く、交流消磁に対して強度が50%となる交流磁場(MDF)は20~40mTないしそれ以上と減少の割合は小さく安定した磁化である事が示される。熱消磁結果とも併せて熱残留磁気であることが示される。20ないし25mTでの消磁後の各サイトの方位は良く集中しておりFisher(1953)の95%信頼円 α は1.0~3.0°である。各溶岩ユニット毎の磁化方位とその集中度は球面上での統計処理により求めた。その結果、一致すべき筈の各時代の東と西の対をなす溶岩ユニット間の方位は、偏角ではほぼ一致しているのに対し、伏角ではどの対も大きい隔たりをなしていた。冷却後の傾動などの考察を加えたがこの面からは十分な説明はなし得なかった。Watanabe(1959)で引用されているKato's opinionによって指摘された「山体部で起こる地磁気伏角ローカルアノマリー」を検討するために、偏角伏角地磁気儀を用いてすべてのサンプリングサイトでの地磁気伏角、一部サイトでの地磁気偏角を測定した。地磁気伏角には多くのサンプリングサイトで異常が観測され、大きいものでは4~5°に達した。この値をサンプルサイトの地磁気伏角ローカルアノマリーとして残留磁気の伏角を補正すると対をなす溶岩ユニット間で見事な伏角の一致を見た。この補正後の結果を第2図に示す。これらの補正を行っても安永東溶岩と安永西溶岩の伏角にはずれがあり現在検討中である。全般的に見ると関西地方で得られた考



第2図. 桜島火山歴史溶岩から得られた考古地磁気データ。
 白丸は桜島溶岩ユニット E； 黒丸は桜島溶岩ユニット W。
 西暦764-766年の長崎鼻溶岩 (14.1°W, 47.2°) および
 鍋山軽石丘 (14.4°W, 46.0°) のプロットは省略した。
 点線は Hirooka(1971) による関西地区の考古地磁気編年曲線。

古地磁気編年図(Hirooka, 1971)と数度相対的にずれており、現在の地磁気の地域差と調和的である。しかし、文明溶岩の結果は関西地区と大きく異なっている。本報告の桜島の結果を支持する最近のデータもあり、改めて議論する。

この地、上野・新田(1994)など南九州での考古地磁気編年のスタンダード造りを現在継続している。尚、本研究で使用したシステム交流電源や地磁気儀などの各種機器は鹿児島大学教育研究特別経費に負うところが多い。鹿児島大学 早坂祥三 学長はじめ関係者に深く感謝する。

引用文献

- Fisher, R.A., Dispersion on a sphere: Royal Soc. London Proc., Ser. A, 217, 295-305, 1953.
- Hirooka, K., Archaeomagnetic study for the past 2,000 years in southwest Japan: Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ., Ser. Geol. & Miner., 38, 167-207, 1971.
- 小林哲夫, 桜島火山, これまでの研究成果と今後の課題: 火山, 27, 277-292, 1982.
- 小林哲夫, 桜島火山の形成史と火砕流: 文部省科研費自然災害特別研究報告書, 137-163, 1986.
- Kobayashi, T., A guide book for Sakurajima Volcano, Kagoshima Int. Conf. Volcanoes, 13-27, 1988.
- Ueno, H., Paleomagnetic evidence for the timing of formation of the Chichibu pyrometasomatic deposits, Japan: Econ. Geol., 82, 1723-1731, 1987.
- 上野宏共・新田栄治, 宮之城町の松尾城及び宗功寺跡たたら炉の考古地磁気(予報): 鹿児島県宮之城町埋蔵文化財報告書, 4, 27-41, 1994.
- Watanabe, N., The direction of remanent magnetism of baked earth and its application to chronology for anthropology and archaeology in Japan: Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sect. 5, 2, 1-188, 1959.
- Yukutake, T., Archaeomagnetic study on volcanic rocks in Oshima Island, Japan: Bull. Earthq. Res. Inst., 39, 467-476, 1961.
- Zijderveld, J.D.A., A.C. demagnetization of rocks, Analysis of results, in Collinson, D.W., Creer, D.W. and Runcorn, S.K., eds., Method in Paleomagnetism: Elsevier, Amsterdam, 254-286, 1967.

Archaeomagnetism on the historic lava flows of Sakurajima Volcano, Japan.

Hiroto UENO

Department of Geology, College of Liberal Arts, Kagoshima University

Michiko MURAOKA and Tetsuo KOBAYASHI

Institute of Earth Science, Faculty of Science, Kagoshima University

It was undertaken to construct the secular variation curves of the geomagnetic field in the Southern Kyusyu District. The oriented samples were collected from the historic lava flows of Sakurajima Volcano. Ages and lava flow units are follows: AC 1946, Showa E lava and Showa W lava; 1915, Taishou E lava; 1914, Taisho W lava; 1779, An-ei E lava and An-ei W lava; 1471-1476, Bummei E lava and Bummei W lava; 764-766, Nagasakibana lava and Nabeyama pumice cone. These lava flows consist of two pyroxene andesite and two pyroxene dacite.

Intensities of remanent magnetization range from 1.5 to 6.5 A/m. The alternating field demagnetization procedure reveals that the directions of remanent magnetization in each site converge well. After the correction of the local anomalous geomagnetic inclination detected by a DI meter. The declination and inclination of each lava flow unit, except Bummei E and W lava flows, are consistent with results of the Kinki District reported by Hirooka (1971).