

## 東京駅八重洲北口遺跡（江戸武家屋敷跡）における 埋め立て土を含む縄文時代以降の地層の古地磁気

上野直子\* 中井睦美\*\* 上杉 陽\*\*\*

### Paleomagnetic Study on Layers after Jomon Period including the Artificial Layers at the Excavation Site of Samurai Houses of the Edo Period by the Yaesu Northern Exit of Tokyo Station

Naoko UENO\*, Mutsumi NAKAI\*\*, Yo UESUGI\*\*\*

#### Abstract

Artificial layers and original sediments at the excavation site of the Edo Period were studied by the paleomagnetic method. Both of the artificial layers and the original sediments had natural remanent magnetization (NRM) of the same direction as the present geomagnetic field of Tokyo. However, during alternating field demagnetization (AFD), directions of the artificial layers were variable. Therefore, origin of NRM of the artificial layers was concluded to be viscous remanent magnetization (VRM). Intensity of NRM and initial susceptibility were characteristic in every layer. All the samples were plotted in multi-domain area in Day diagram.

#### KeyWords :

paleomagnetic study, Edo Period, excavation site.

---

\* 東洋大学自然科学研究室：〒112-8606 東京都文京区白山5-28-20  
Natural Science Lab, Toyo University, 28-20 Hakusan 5, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8606, JAPAN.  
e-mail : ueno@toyonet.toyo.ac.jp

\*\* 大東文化大学文学部：〒175-8571 東京都板橋区高島平1-9-1  
Dept of Literature, Daito-Bunka Univ., 1-9-1 Takashimadaira, Itabashi-ku, Tokyo 175-8571,  
JAPAN

\*\*\* 都留文科大学文学部：〒402-8555 山梨県都留市田原3-8-1  
Dept of Literature, Tsuru Univ. 3-8-1 Tahara, Tsuru-city, Yamanashi 402-8555, JAPAN

## 1. はじめに

遺跡調査に古地磁気学の手法を用いる研究は多い（西谷、1991：中井、2004など）。なかでも遺跡の土質が埋め立て土か基盤の地層かは年代考証の重要な要素であるが、その判定に古地磁気学の方法を使うことができる。すなわち、堆積時には時間をかけた脱水や堆積圧で当時の地球磁場方向に残留磁化（堆積残留磁化 DRM）を獲得できるために、基盤の地層では同方向の安定残留磁化がある程度の厚みにわたり測定されるはずである。埋め立ての際は、ばらばらになった方位の土が、短時間で固定されるために当時の地球磁場を表さないで、ばらばらの方位の集合物ができると考えられる。すなわち、古地磁気方位が集中すれば基盤、集中しなければ未固結堆積～人口埋め立て土と判定する。当研究では、この考えが成り立つかどうかを検証する。

また、帯磁率の測定など岩石磁気の手法を汚染物質の検証に利用する研究が行われている（Hoffmann V. et. al, 1999：Petrovsky E. et. al, 2000：Sheng-gao Lu et. al, 2005など）。関東以北の日本では、もともと帯磁率が高い火山岩質の物質が多いため、工場による汚染物質で帯磁率が多少変化しても誤差範囲になり、変化が見られない（Ueno, 2002a）。しかし、道路では車の排気口にそって高帯磁率であり（Ueno, 2002b）、バス排気口から直接採集した物質の飽和磁化の温度変化と X 線分析からは、高帯磁率の原因物質はマグヘマイトの性質をもった鉄酸化物であることを検証している（Nakai et.al, 2005）。当研究では試料を地面に垂直方向に採取して、工業が盛んになってゆく時代経過とともに地層の帯磁率が変化するかどうかも調査しようとした。

## 2. 試料および標準土層

千代田区教育委員会によるビル立て替えのための発掘調査の現場（東京都千代田区丸の内一丁目1番41・45・46号）が、東京駅八重洲北口遺跡現地説明会として2001年3月10日に一般公開された。著者の一人が当日、現地責任者（千代田区教育委員会 後藤宏樹氏）に願い出てきっかけを作り、埋め戻し直前の5月29日（試料番号 U1～U67）および6月12日（試料番号 U101～U131）に試料採取が実現した。現地は八重洲北口の北東側で新幹線ホームの脇である。写真1. は説明会当日の写真である。

千代田区東京駅八重洲北口遺跡調査会編集の報告書（2003）によると、遺跡地には中世に鎌倉街道があり、以来、江戸東京の中心地となっている。地層の調査では、海拔0.5m（地表下約3m）に江戸初期もしくはそれ以前の最も古い面があり、その上に海拔2.5m付近（地下約1m）まで4回以上の埋め立てで2mの盛り土が形成されている。

当調査によると、シルト質の埋め立て土（江戸時代の盛り土）の下位には、層厚約30cmの有機質のシルト層があり、水田土壌と考えられる。さらにその下位は層厚10-30cmの砂礫層を経て、層厚約30cmの礫まじりのカキ化石層と、100cmを超える含貝化石黒色粗粒砂層が堆積し、さらに含シルト砂層になっている。このカキ化石層は縄文時代のカキ床の層準にあたるものと思われ、また、黒色砂層中の貝化石の中には明らかに現地棲



写真1 2001年3月10日公開中の現地

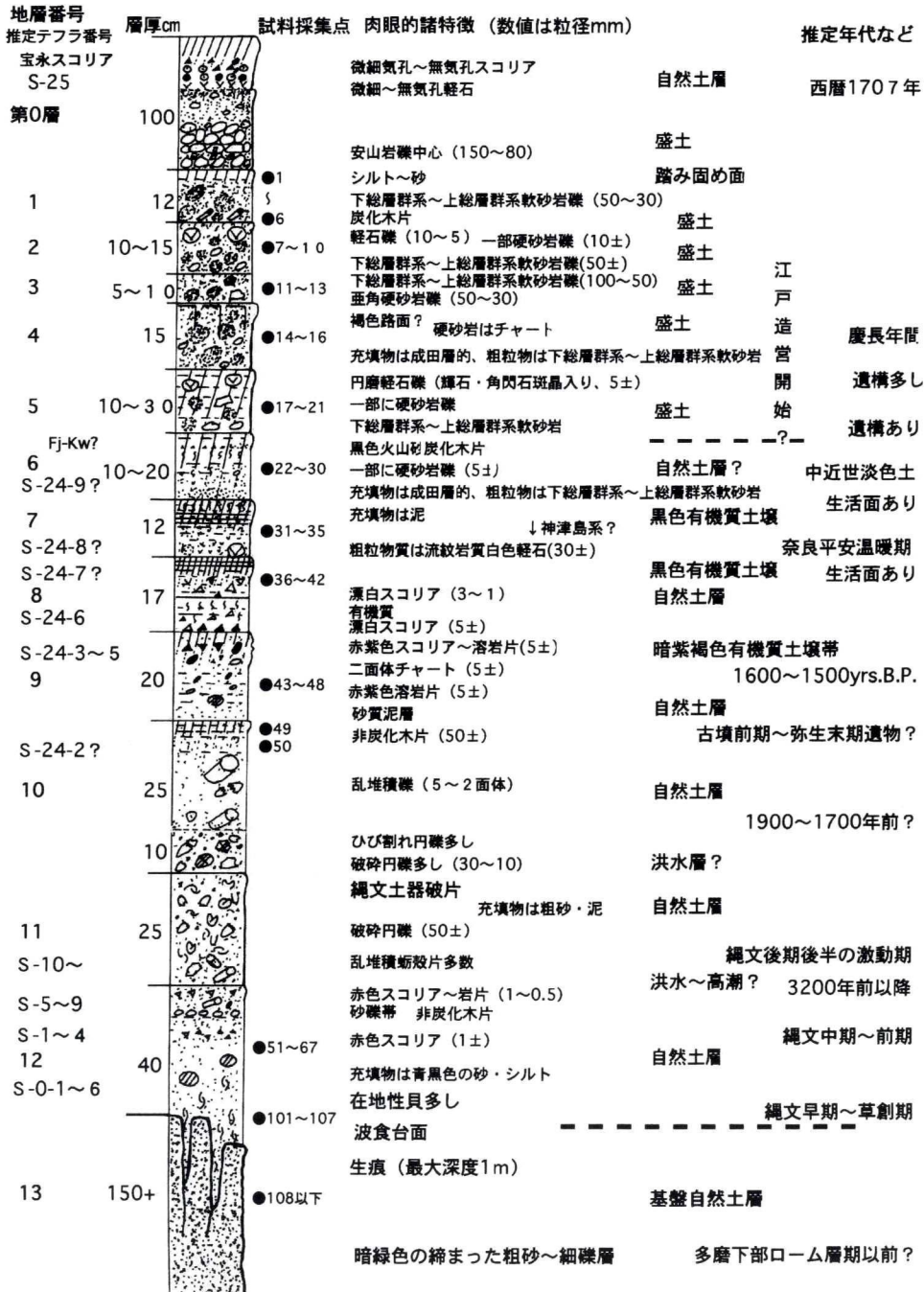
と思われる産状のものがある。以上のことから、この遺跡のある地域は海域から湿地を経て江戸初期以降屋敷跡（一部道路であることが確認されている）として数回埋め立て直されながら現在にいたったことが推察できる。図 1. には当調査による東京駅八重洲北口遺跡標準土層を対応する試料番号とともに図示した。

試料は夏原技研製のプラスチックキューブ（容積 7ml）を用いて、遺跡試掘溝の垂直断面からほぼ 2cm おきに採取した。図 1. の地層番号 1 から 13 までの層から試料番号 U1 から U131 まで、深さにして約 280 cm にわたり採取した。写真 2. に第 1 番地層～第 10 番地層の写真と U1～U50 の採集試料との関係を、写真 3. で第 12 番地層の写真と U51～U67 番試料との関係を示した。写真 4. で第 12 番地層下部と U101～U107 番試料および第 13 番地層と U108 番以上の試料との関係を示した。写真 5. および写真 6. にそれぞれ第 1 番地層～第 11 番地層と第 9 番地層～第 13 番地層の全景を示した。

以下に地層番号ごとの特徴と採取試料との関係を記す。

- 第 0 層 試料不採集。上部は表土および 1707 年宝永スコリア層。下部は安山岩礫中心の砂礫層。人工層？
- 第 1 層 軟砂岩礫・炭化物入りシルト～細砂層。最上部が U1、最下部が U6。最下部に炭がある。U6 は上総層群上部または下総層群下部の軟岩礫。この地点は上総地域の小大名の江戸屋敷地域なので、自領から運送したと思われる。人工層。
- 第 2 層 U7 は在地性最表層。U8, U9, U10 は上総層群上部または下総層群下部の軟砂岩礫。少量の軽石礫（漂着軽石）や硬いより古い砂岩礫を含む。人工層。
- 第 3 層 U11 から U13 迄で、軟砂岩礫と硬砂岩礫（5～6 面体、河成）から成る。軟砂岩礫が上位層よりも、礫径が大で意図的と思われる。試料は充填物（細砂、シルトなし）らしい。人工地盤か？
- 第 4 層 U14 から U16。最表層が U14？ 踏み固め表層で江戸時代最初の本格的造営工事（1596～1614 年の遺物が出土）が行われたときのものらしい。埋め立てに用いられた砂は成田層起源の海成砂。軟岩礫は下総層群下部～上総層群上部か。充填物は極細砂～細砂でシルトはない。遺物から 1698 年以前の大名屋敷時代のものと思われる。
- 第 5 層 全体にやや軟弱。U17 から U21。U17-18 は軽石礫（両輝石+角閃石班晶）が多い層準。U19～21 は充填物（シルト～極細砂）かららしい。この時期の埋め立ては本格的ではなく、遺構はあるが、安普請気味。
- 第 6 層 U22 から U30。U22 は最表層で、伊豆大島系ないしは富士系の黒色スコリア質火山砂がある。富士系の場合、小田原城の 1590 年落城後に降下堆積した富士一河村城スコリア（Fj-Kw）の可能性ある（上杉・砂田、2008）。U29 と 30 は成田層（？）などのきわめて柔らかい軟岩礫らしい。色が淡い中近世土で、太田道灌時代を含む。下半は洪水時の粗粒堆積物、上半は洪水後の後背湿地堆積物らしい。最下部は人工堆積物の可能性あり。充填物から採集したか定かではない。なお、本層は 2003 年に発行された上記の遺跡発掘調査報告書の第 3 章第 1 節「自然堆積層層序」中の 1 層に

## 八重洲北口遺跡標準土層



2001年1月6日記載 195.10 YU 上杉 (1990), 上杉・砂田 (2008) 参照

図1 八重洲北口遺跡標準土層



写真2 試料採集場所 U1~U50 (第1層~第10層)

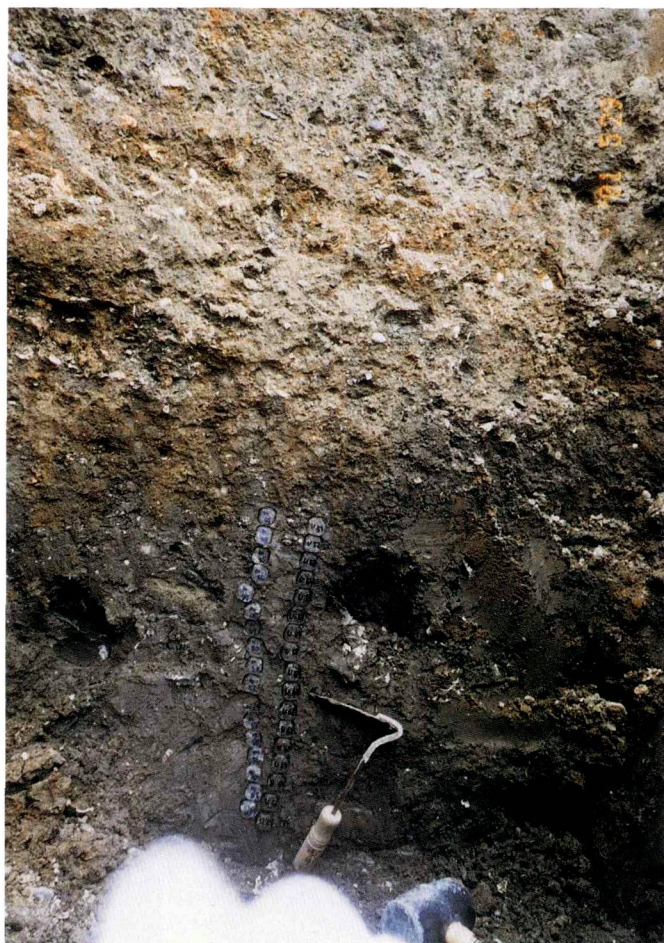


写真3 試料採集場所 U51~U67(第12層)

当たる。

- 第7層 U31~U35。下半が洪水~高潮性の粗粒堆積物で、流紋岩質の円磨漂着軽石を含む。多分、奈良~平安温暖期のもの。軽石礫は神津島の800年代の噴出物の可能性あり。自然土層。
- 第8層 U36~U42。最下部にテフラ番号S-24-6~7と思える富士系スコリア礫あり。その上位に榛名火山の榛名一伊香保と呼ばれる軽石の二次堆積円磨礫か、漂白された気孔の多い富士系スコリア礫(S-24-8?)がある。採集は充填物らしい。奈良時代? 遺物なし。自然土層。
- 第9層 U43~U48。上半に散らばる赤紫色火山岩片やスコリア礫は富士系S-24-5期に特徴的なものである。古墳時代後半。採集は充填物。表土はチョコレート色の腐植層。自然土層。
- 第10層 いわゆる洪水層。U49とU50。最表部は黒色泥で在地性。下半部の洪水性

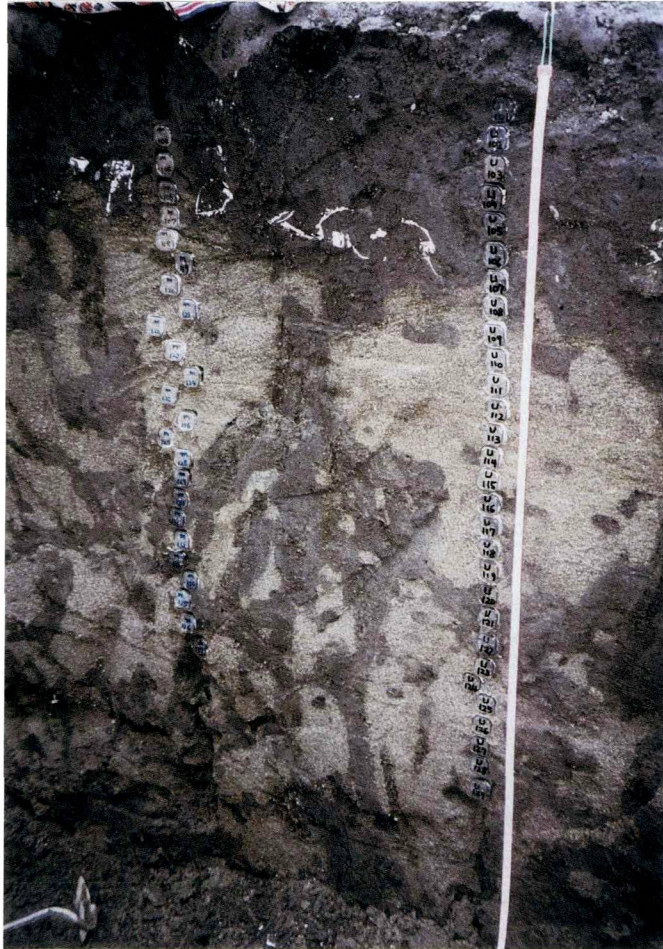


写真4 試料採集場所 U101~U107 (第12層)、U108~U131 (第13層)

- ～高潮性の粉碎礫入り・材入り泥・礫層からは採集なし。礫は5~2面体で下流部や海浜性の礫。下半部は古墳～弥生時代の大雨期の堆積物か。
- 第11層 試料不採取。最上部に縄文土器片を含む。上半はカキ床礫混。下半は、礫・カキ混粗粒砂。縄文時代最大の寒冷湿潤期、天変地異期の産物。テフラなし。なお、本層は、上記報告書の4~5層に相当すると思われる。
- 第12層 最上部に富士系スコリア(S-5~6)を含む。環境激変期で海退期。上半は縄文時代中期後半か、縄文時代後期前半の粗粒物質部分で試料不採取。下半は海成の砂層で基盤の波食礫(固結泥の塊)や在地性の貝がある。U51からU67迄は下半の上部。U101~U107は第14層との境界。本層は、上記報告書の6層に当たる。
- 第13層 U108~U129。いわゆる基盤の東京層? U116とU121は第13層中の生物が巣穴を掘ってできた砂の管を充填した堆積物なので基盤ではなく時代



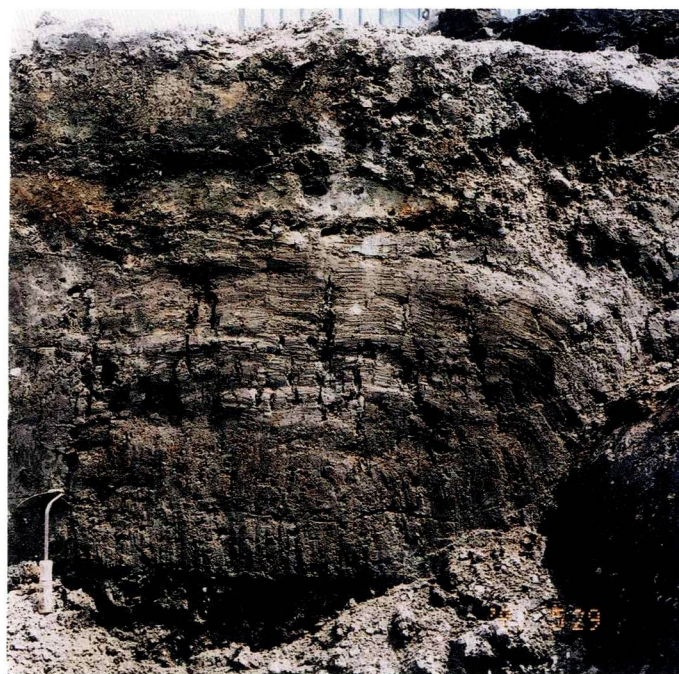


写真5 第1層～第11層 全景

は縄文前期から中期前半。U118、U122もその可能性あり。本層は、上記報告書の7層に当たる。

まとめると、第1～4層が江戸時代前半(U1～U16)、第5層が中世末から近世のごく初頭(U17～U21)、第6層が中近世(U22～U30)、第7～8層が奈良平安期(U31～U42)、第9～10層が古墳・弥生期(U43～U50)、第11～12期が縄文時代前期～後期(U51～U67、U101～U107)、第13層が縄文海進の際に波食された基盤のいわゆる東京層(U108～U131)である。

短時間の作業だったとはいえ、整理してみると第11～12層の環境激変期の試料をほとんど採集しておらず残念である。

### 3. 岩石磁気的研究

採集した試料は東洋大学自然科学研究室で岩石磁気の特性を測定した。

#### 3-1. 自然残留磁化(NRM)

夏原技研製・新妻型スピナー磁力計を用いた。シルト質の埋め立て土のNRMはほとんど現在の磁化方位を示すことが判明した。基盤の地層のNRMも現在の地球磁場と同方向である。図2-1. および図2-2. にNRMの方位、伏角(Inc)および偏角(Dec)を試料番号順(地表からの深さ順)に図示した。第1層U1番から第5層U20番までの盛土の



写真6 第9層～第13層 全景

NRM 強度 (F) は強めにばらつき、その下部の第6～9層 (U22～U48) は弱く、さらにその下部の弥生～縄文時代は強めになっている。図2-2. の試料採集場所は第12層 (U101～107) から始まり第13層の基盤自然土層に続いている。第12層ではNRM強度は弱く、第13層とは土の生成時の環境が大きく違っていたことを示している。

NRM 値が同じ幅の中に入るのは、似たような磁性鉱物から成り立っているからである。すなわち、土の生成環境が似ていたと思われる。第1～5層を作る盛土の材料は第6～9層や第12層下部の時代の土ではないであろう。

### 3-2. 帯磁率 ( $\chi$ )

試料採集日に ZH-instruments 社製 SM20 を用いて直接現地で約 1 cm 間隔で土の表面を測定した。図3. は試料採集断面について地表上面からの深さと  $\chi$  の関係を示す。上の図が U1～U67 に対応する地層で、下図は日を違えて測定した U67 よりも下層の U101 番

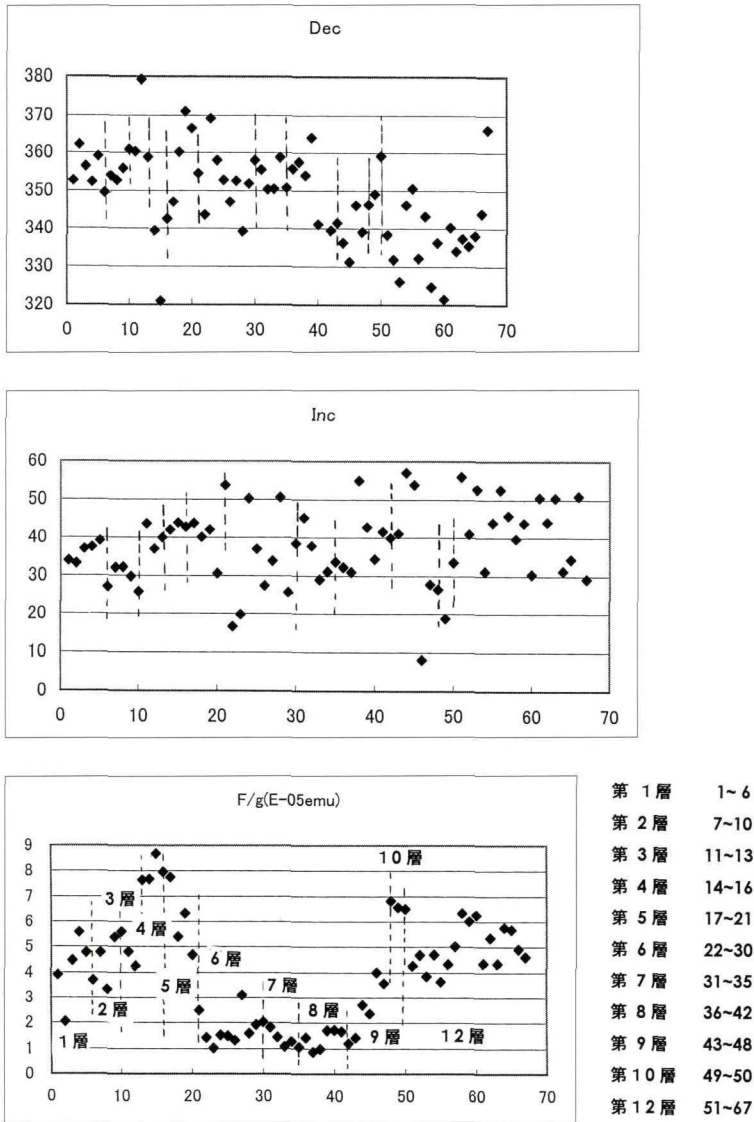
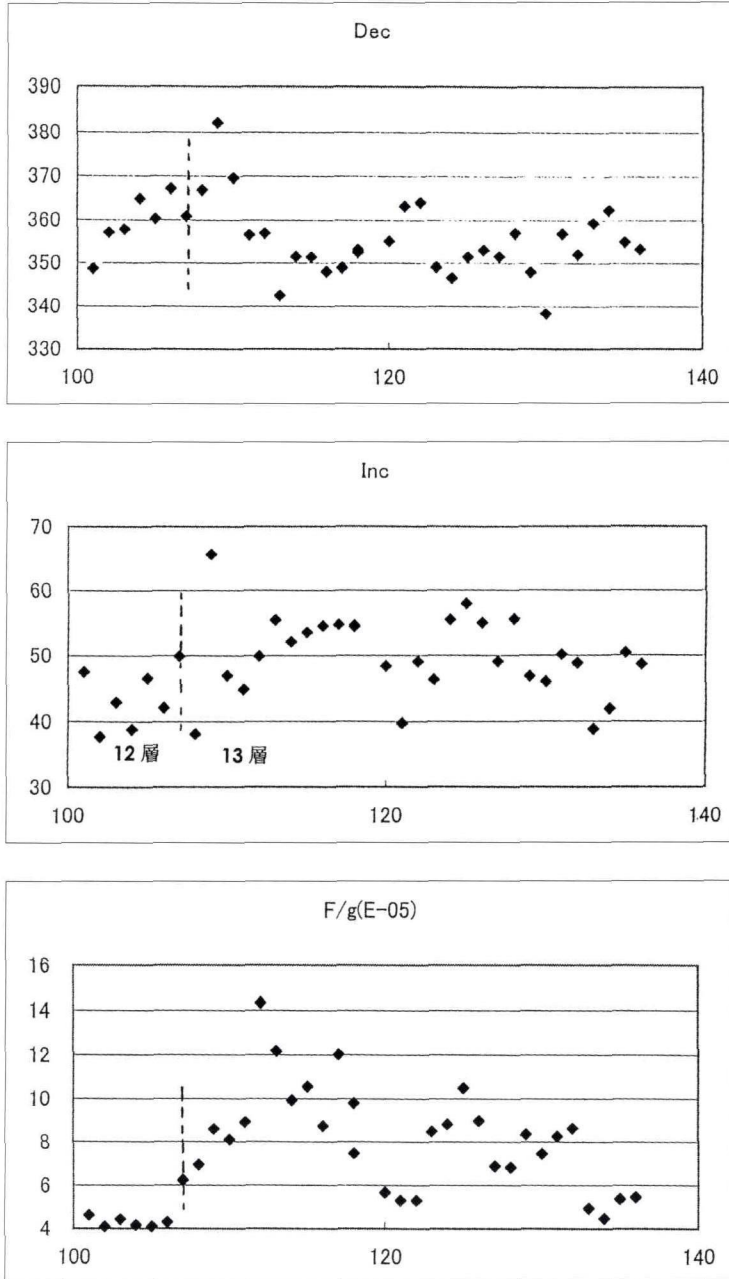


図 2-1 自然残留磁化の強度と方位 U1~U67  
横軸は試料番号：1はU1を表す

からの地層に対応するデータである。層準ごとに特徴があり、磁性鉱物が地層として均質であることが読み取れる。特に、埋め立て土と自然土層との境界、第9層と10層の境界、第12層と13層の境界で大きく変化している。図4. は一般公開日に、同じZH-instruments社製SM20で測定した $\chi$ と表面からの深さとの関係である。図4. の地点についての岩石磁気学的データは $\chi$ のみである。



第12層 101~107                      第13層 108~

図2-2 自然残留磁化の強度と方位 U101~U136  
横軸は試料番号：120はU120を表す

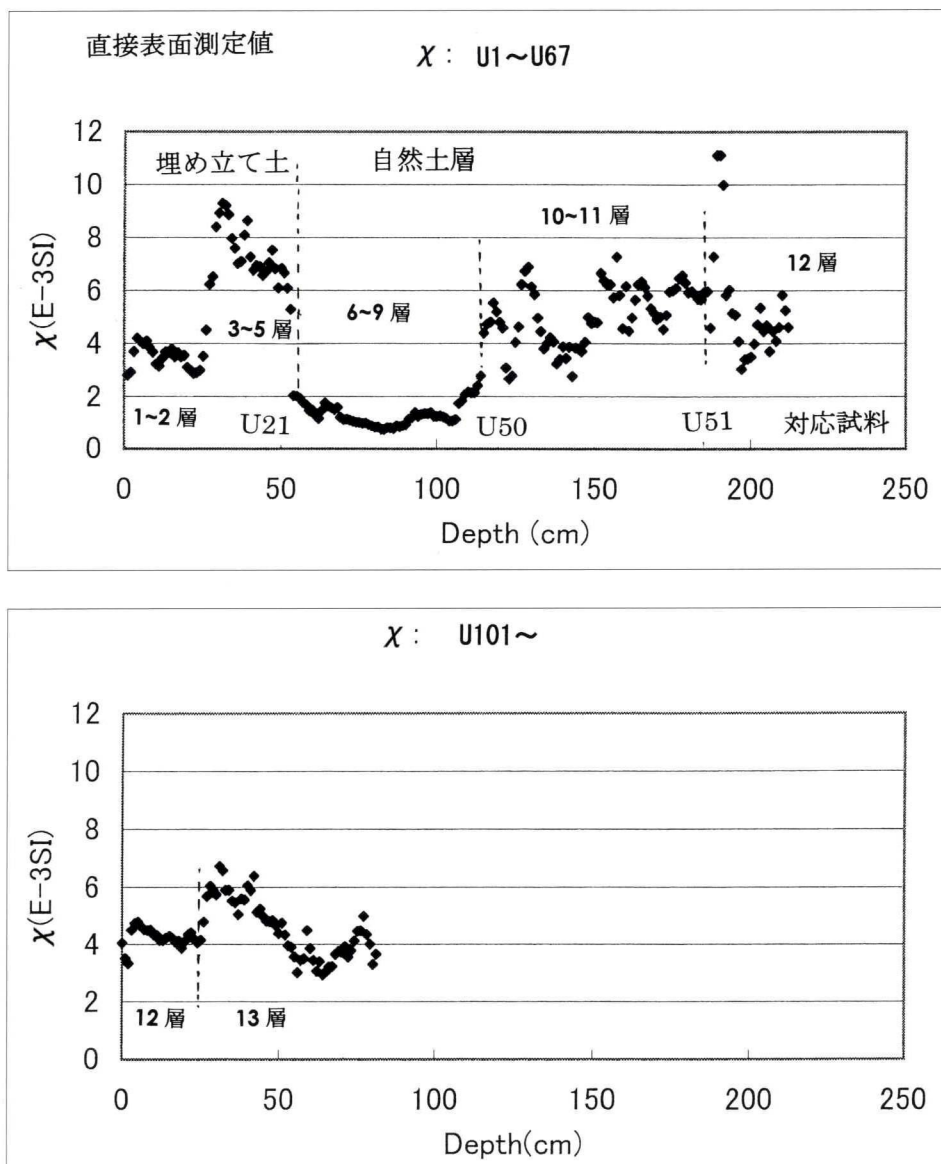


図3 帯磁率と地表からの深さとの関係 (2001年5月29日と6月12日試料採集地点表面)

### 3-3. 交流消磁

夏原技研製の交流消磁器を使用した。5, 10, 20, 30, 40, 50 mTの交流消磁結果をパイロット試料11個について図5-1.~図5-6. に図示した。交流消磁中の磁化強度変化と磁化方位の変化を見ることができる。U1~U67番試料については全試料について消磁実験を行った。交流消磁各ステップでの変化(ChNRM)のうち方位変化を図6. に示した。さらに図7-1.~図7-3. では層準(地層番号)ごとの磁化方位をNRMと30mT交流消磁後

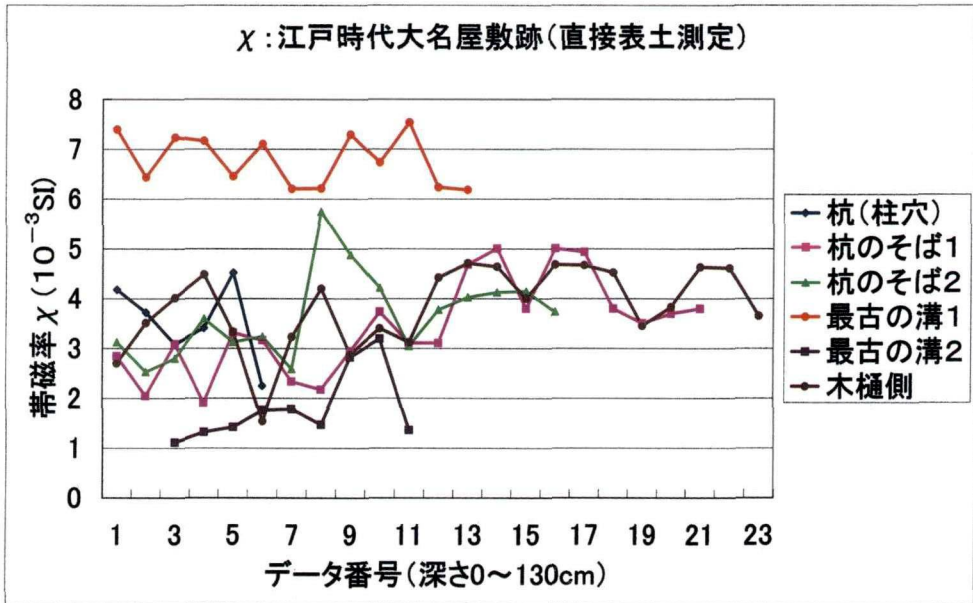


図4 帯磁率と地表からの深さとの関係 (2001年3月10日公開地点)

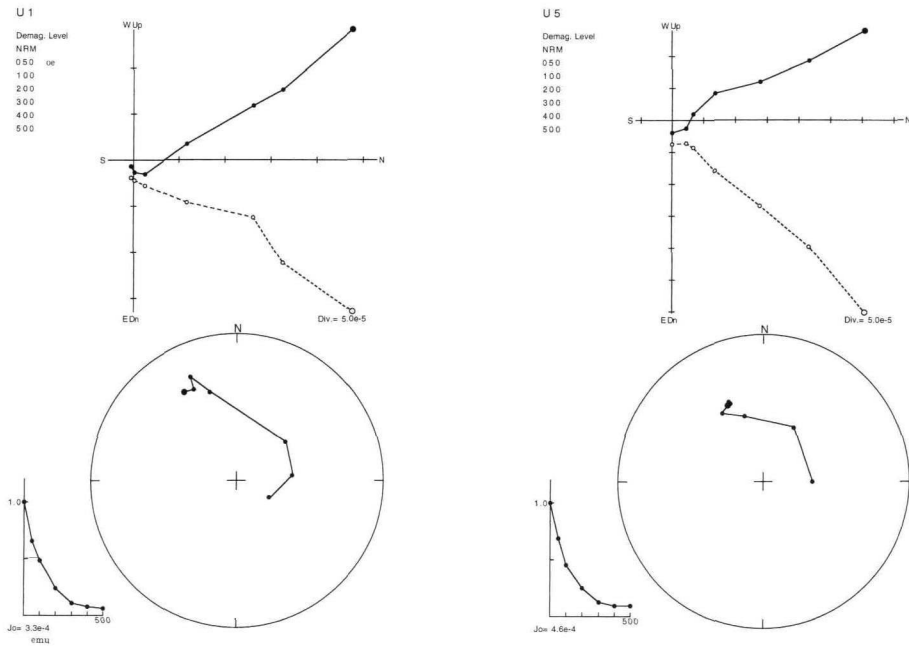


図5-1 交流消磁結果 U1(第1層)、U5 (第1層)

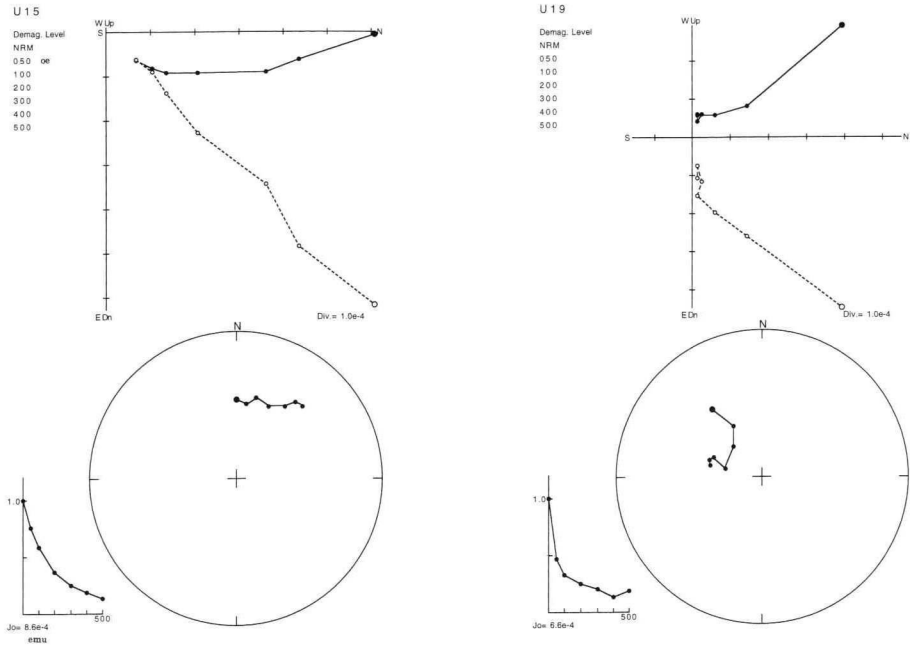


図5-2 交流消磁結果 U15(第4層)、U19(第5層)

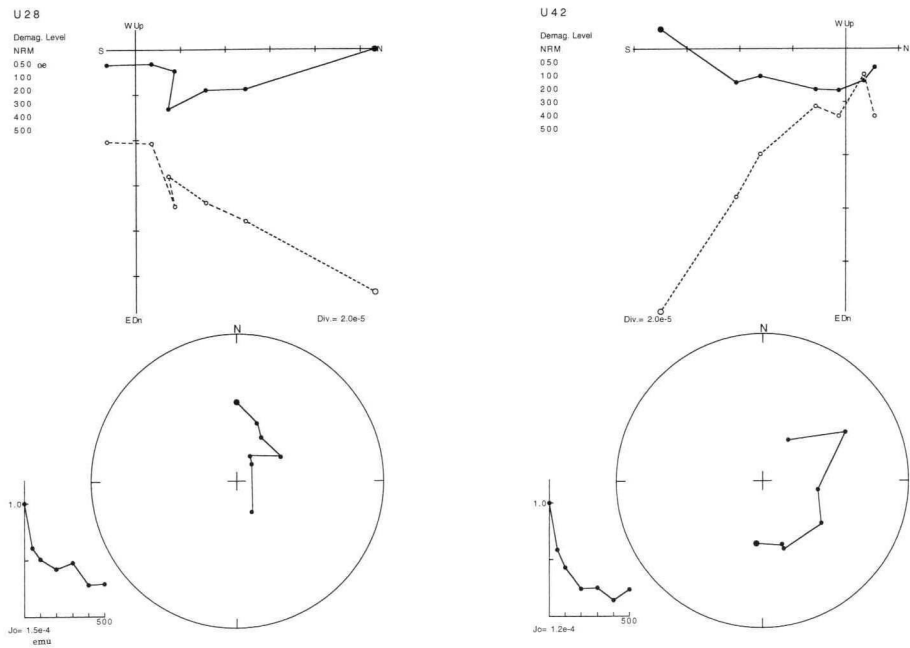


図5-3 交流消磁結果 U28(第6層)、U42(第8層)

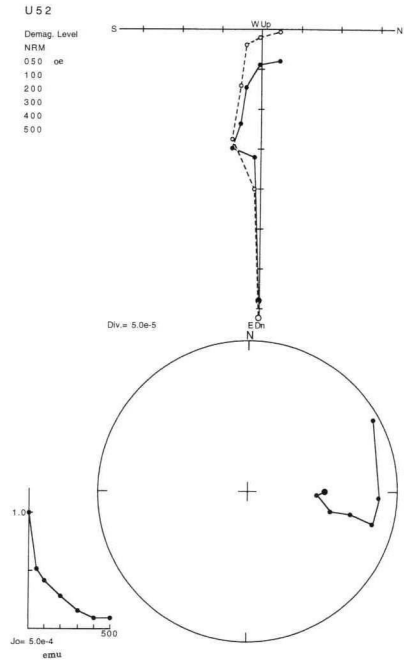


図5-4 交流消磁結果 U52 (第12層)

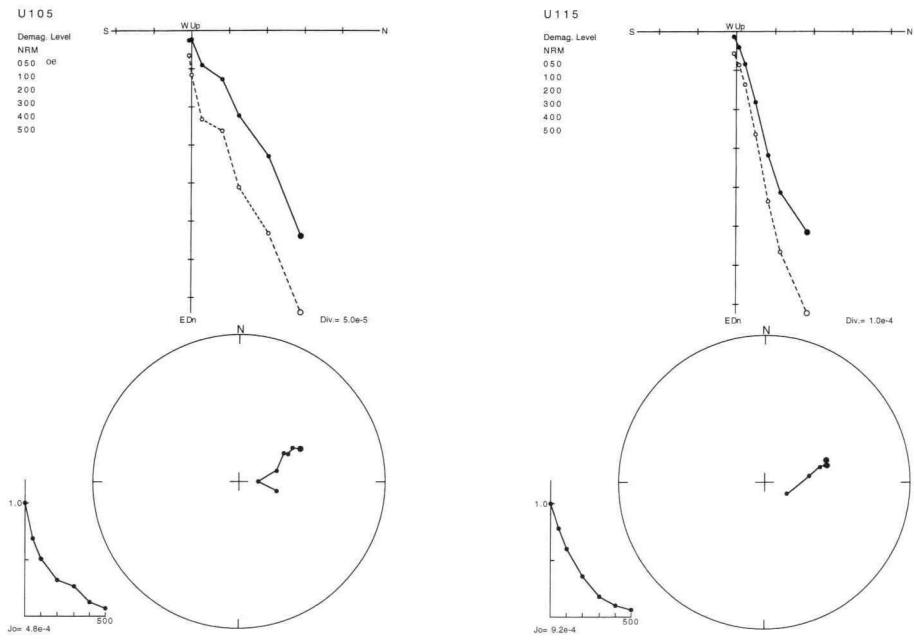


図5-5 交流消磁結果 U101 (第12層)、U115 (第13層)



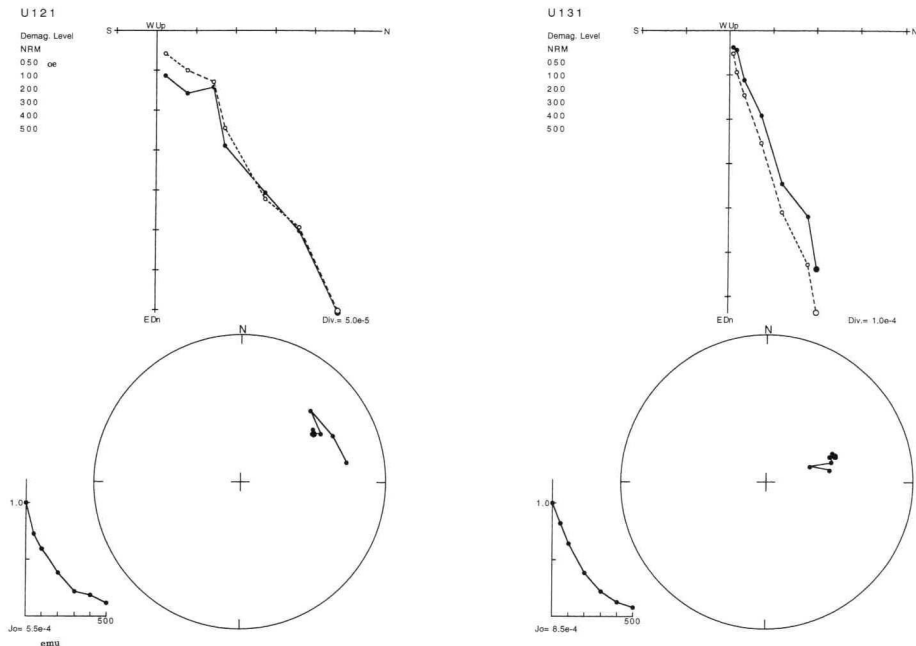


図 5-6 交流消磁結果 U121 (第13層)、U131 (第13層)

について比較した。図 5-1～図 5-4、図 6. および図 7. から埋め立て土も自然土も 30 mT 以上の交流消磁をおこなうと、その磁化方位は分散することがわかった。したがって、埋め立て土は埋め立て時には分散した磁化方位を持っていても埋め立て後に粘性残留磁化 (VRM) を獲得したと決論できる。一方、基盤の第 13 層 (U115, U131) の NRM は比較的方向変化が安定である消磁結果を示した (図 5-5.、図 5-6.)。

図 8. には NRM 強度が半減する交流磁場強度 (MDF) を図示した。MDF が大きいほど安定な残留磁化を保持している。図 8. の上図からは第 6 層～第 9 層 (U22～U48) の自然土層中に安定な試料が数個含まれていることがわかる。図 8. の下図はパイロット試料のデータであるが、最下部の基盤第 13 層は安定な残留磁化を保持していることが判る。

図 9. には宝永火山灰 (スコリア) をケースにつめて、交流消磁した結果を図示した。

### 3-4. ヒステリシス特性

理研電子製の振動試料型磁力計を用いた。得られた曲線の例を図 10. に載せた。図 11. に 8 試料のデータを図示した。さらに、ヒステリシス測定から得られた、飽和残留磁化 (Ms)、残留磁化 (Mr)、保磁力 (Hc)、残留保磁力 (Hcr) と呼ばれる特性を Day Diagram 上に印した (図 12.)。この図によると堆積物はすべてチタン磁鉄鉱の多磁区粒子 (MD) 領域上にある。宝永火山灰 (1707 噴火) のみ擬似単磁区粒子 (PSD) 領域にある。基盤地層の NRM 交流消磁との関係において消磁後も磁化方位が変化しない (図 5-5.) 含シルト黒色砂岩 (U115 番試料) は、Day Diagram 上の位置が他の自然土試料 (U28, U42, U52) に比べて PSD 領域に近づいており、安定な磁化を持ちやすいことを示している。

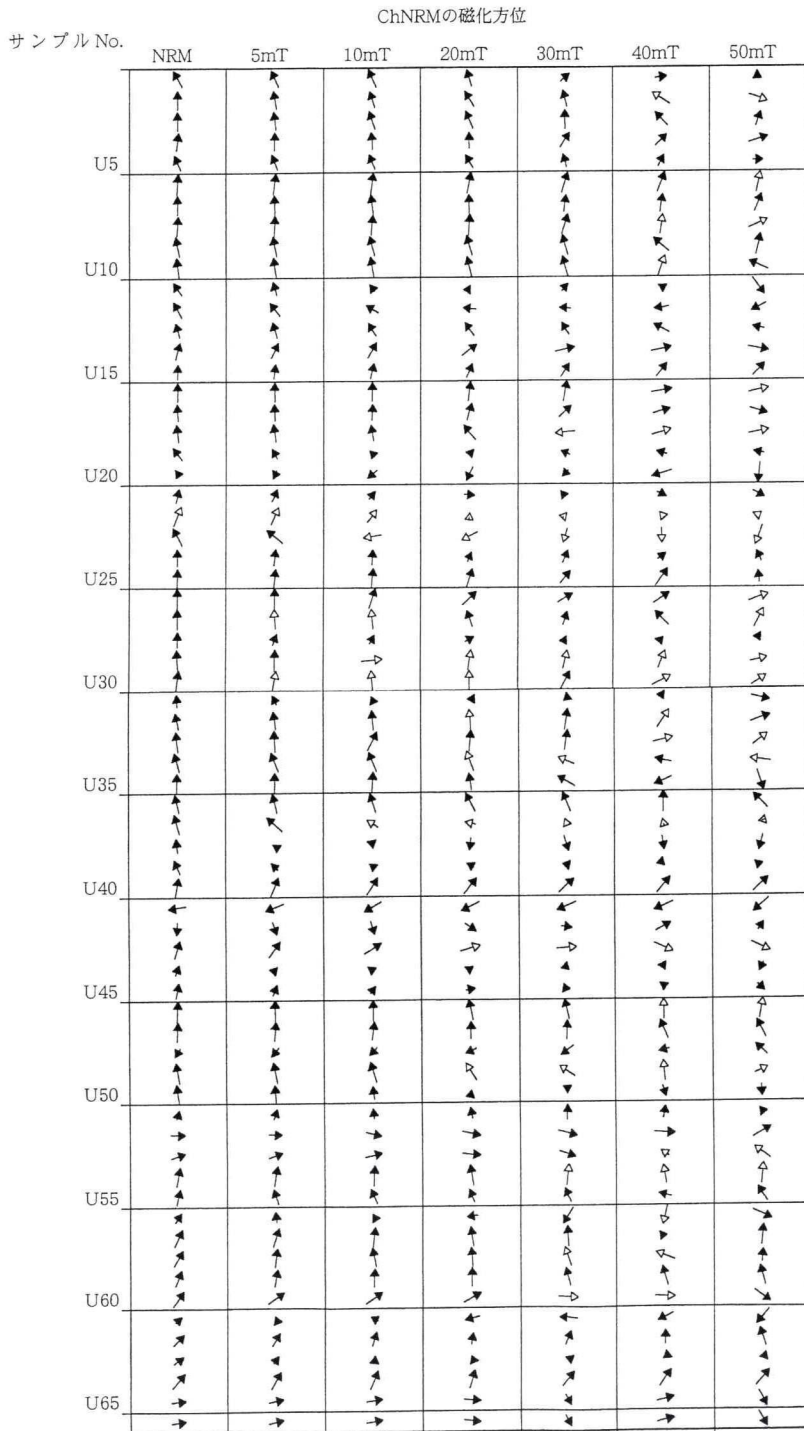


図6 交流消磁中の NRM の磁化方位変化 (ChNRM)

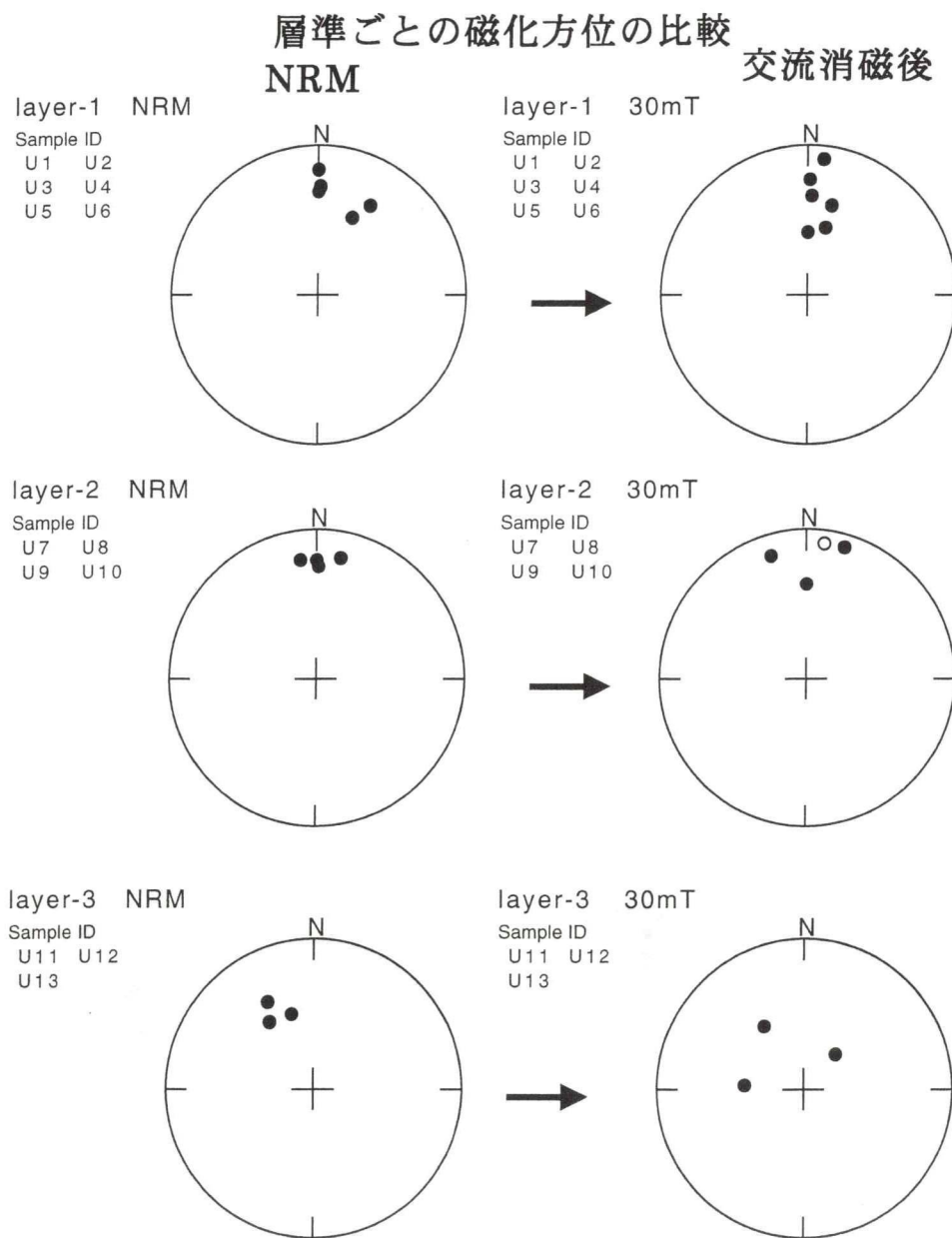


図7-1 層準ごとの自然残留磁化と30mT交流消磁後の磁化方位比較

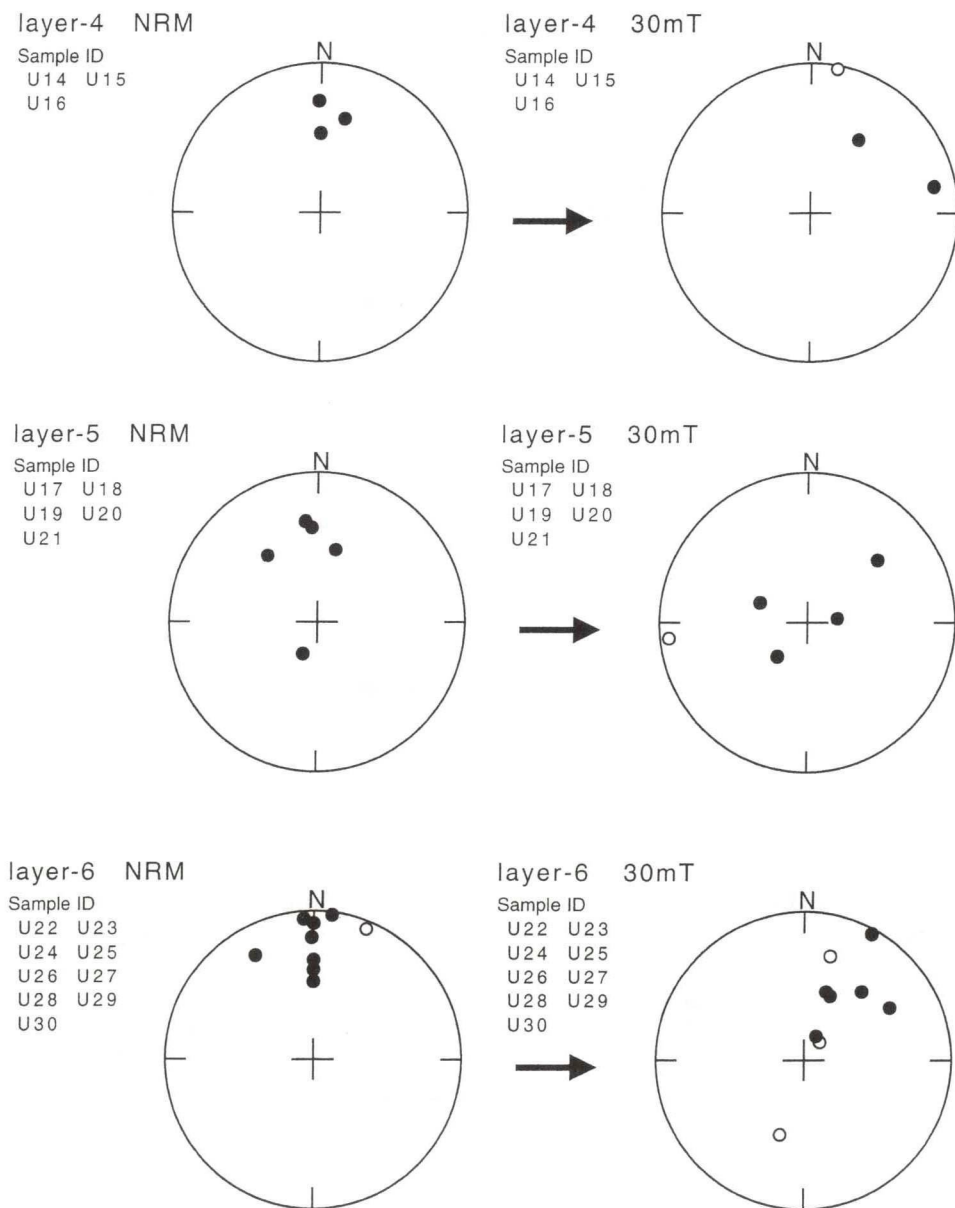


図7-2 層準ごとの自然残留磁化と30mT交流消磁後の磁化方位比較

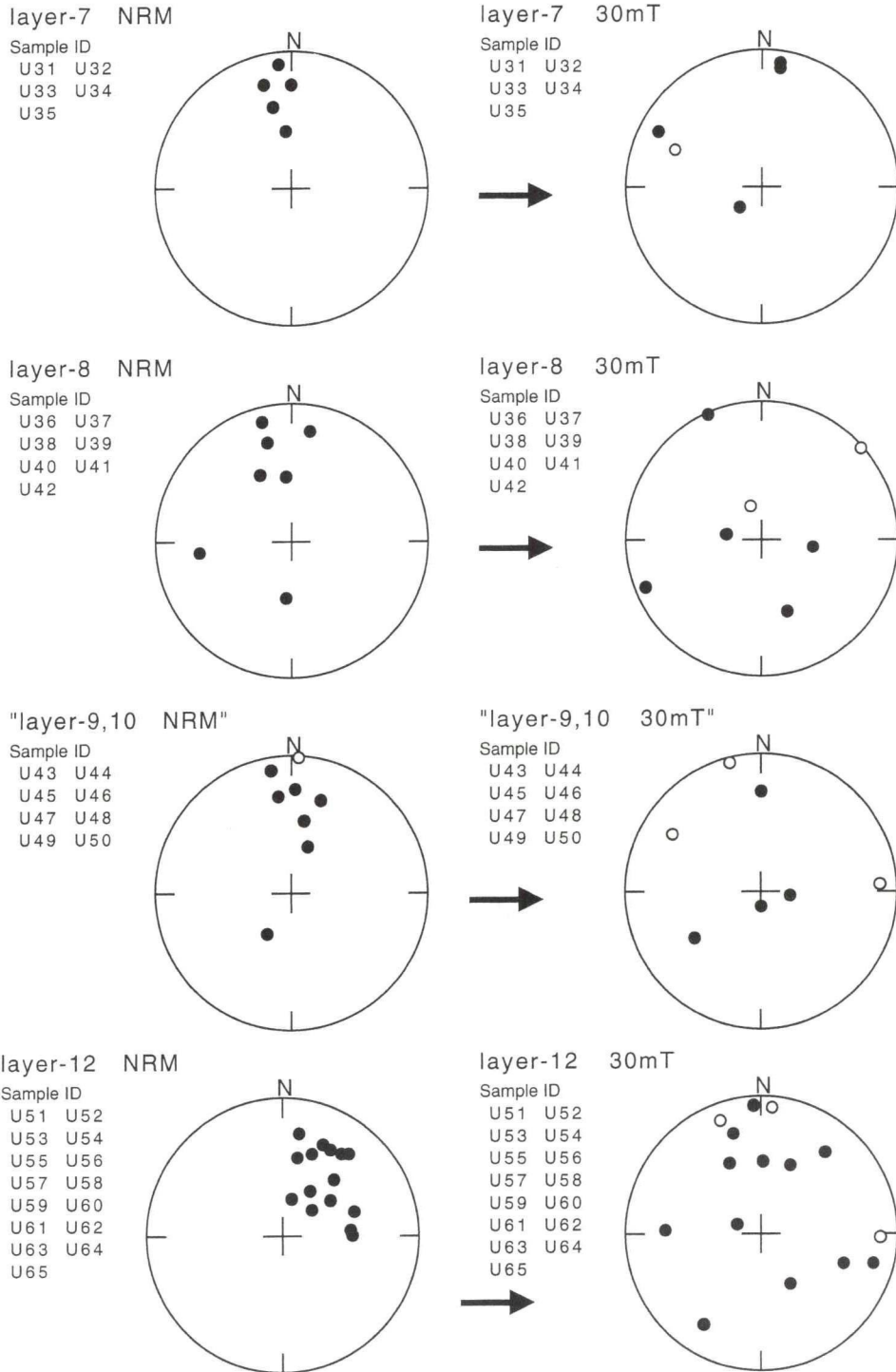


図7-3 層準ごとの自然残留磁化と30mT交流消磁後の磁化方位比較

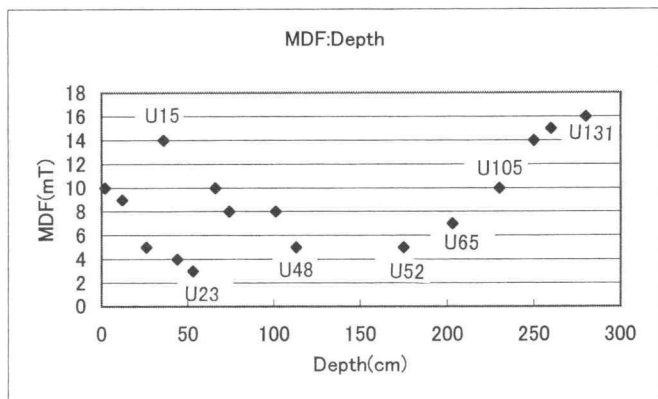
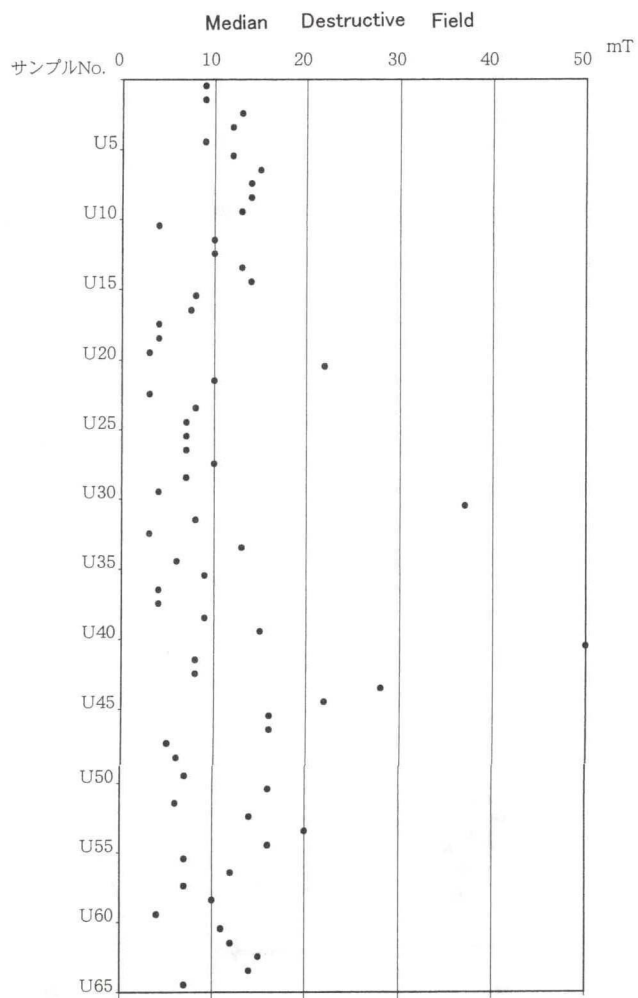


図 8 交流消磁中に強度が半減する交流磁場強度 (MDF)

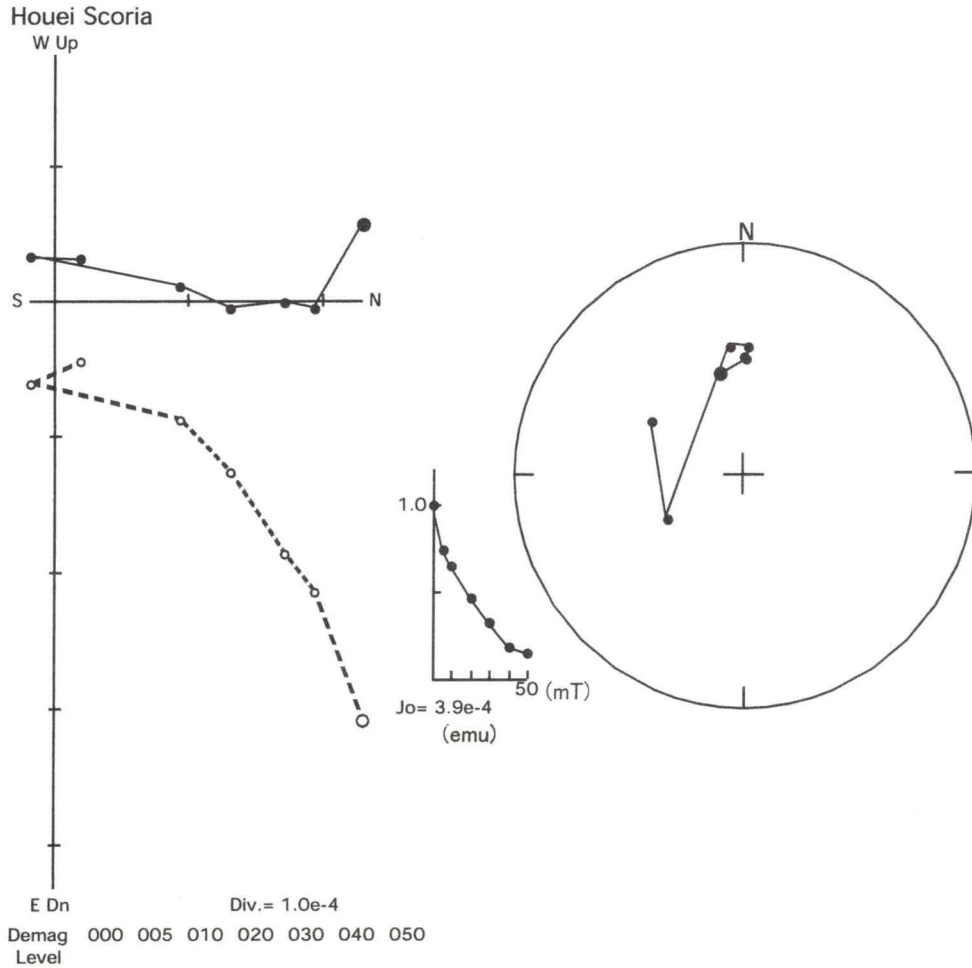


図9 宝永火山灰の交流消磁

埋め立て土試料 (U5, U15, U19) も自然土と異なる比較的細粒の磁区位置にあり、磁区の違いを自然土との区分に利用できる。

#### 4. 結論

NRM の強度、帯磁率は地層ごとに特徴がある。

埋め立て土について交流消磁中の磁気方位変化をみると NRM 方位は揃っているにもかかわらず、30 mT 消磁後の方位は変化が大きい。自然に堆積した時には散乱していた磁化方位は VRM によって揃った。すなわち、現在の NRM の起源は VRM であると結論できる。このように、古地磁気方位が集中すれば基盤、集中しなければ埋め立て土 (ないしは未固結堆積物) という図式は単純にはあてはまらない。堆積物の粒度 (磁区構造) によ

```

***** M-H data *****
                                          02/02/07
Sample name : EDOU15
Test date   : 02/02/07
H-full scale [oersted]: 5000.00
H-mult range : 10
Sweep speed [min]: 10.0
Sk percent   [%]: 90
M-full scale [emu]: 5.0000

Demag N : 0.0000
***** easy mode *****
Hm [oersted]: 5.0000E+03
iHc[oersted]: 6.7736E+01
Mm [emu]: 4.1071E+00
Mr [emu]: 3.0835E-01
Ms [emu]: 3.6631E+00
S* .....: 2.8285E-03
Sk .....: 1.2397E-01
S .....: 8.0327E-02
RS .....: 7.5078E-02

```

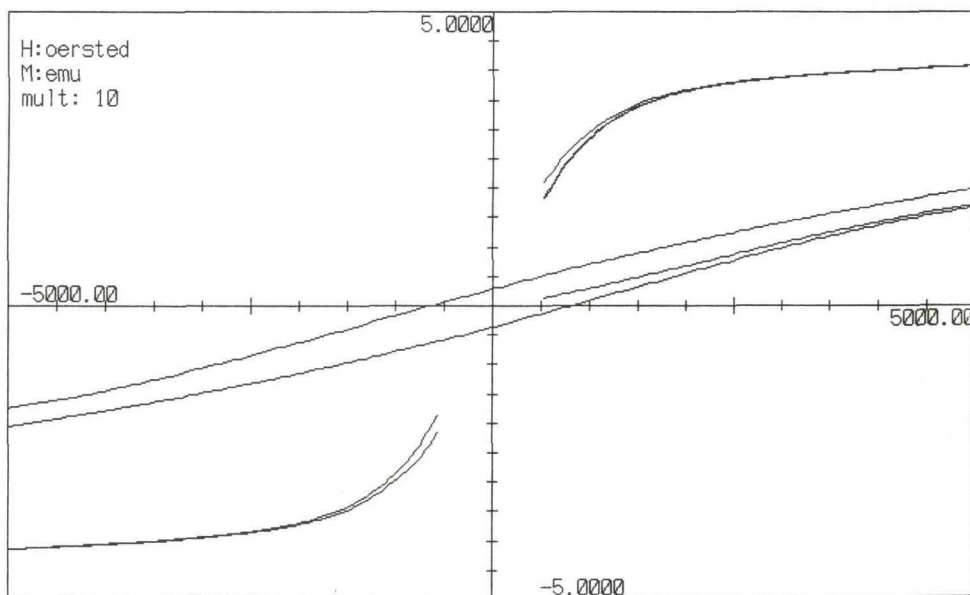


図10 ヒステリシスの測定例

っては、粘性残留磁化が着きやすく、自然土や基盤でも2次的に磁化方位は変化する。埋め立て土かどうかの判定は岩相の検討や交流消磁のほかに、ヒステリシス特性で磁区構造をきめるなど岩石磁気学的検討が不可欠である。

帯磁率が汚染の指標であるとして、時代経過との関係を見る課題については、第0層の試料が欠けていて、工業時代以前の試料のみであったため研究にいたらなかった。



Pilot Sample の Hysteresis 曲線

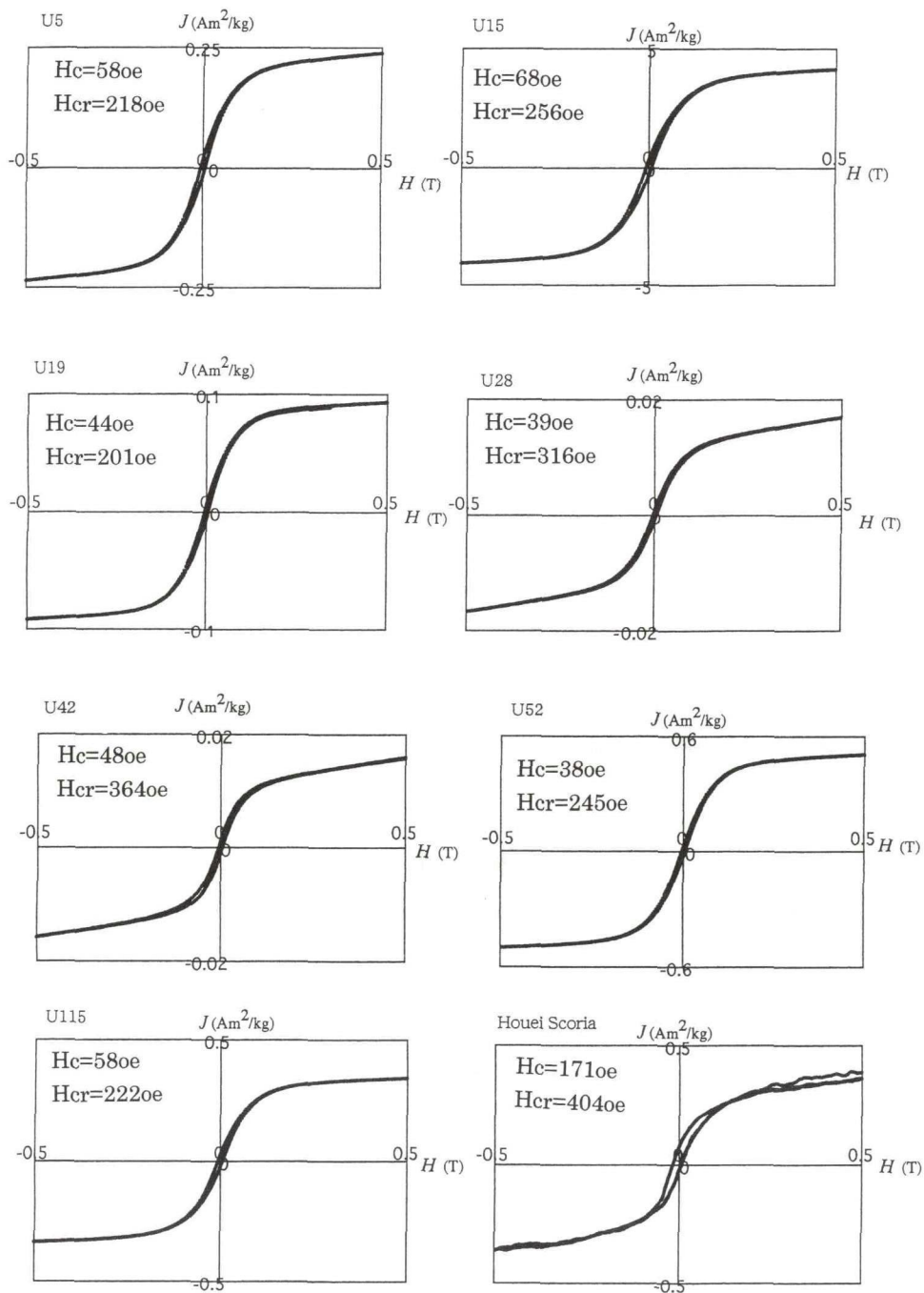


図 11 パイロット試料のヒステリシス

## Pilot Sample の Day Diagram

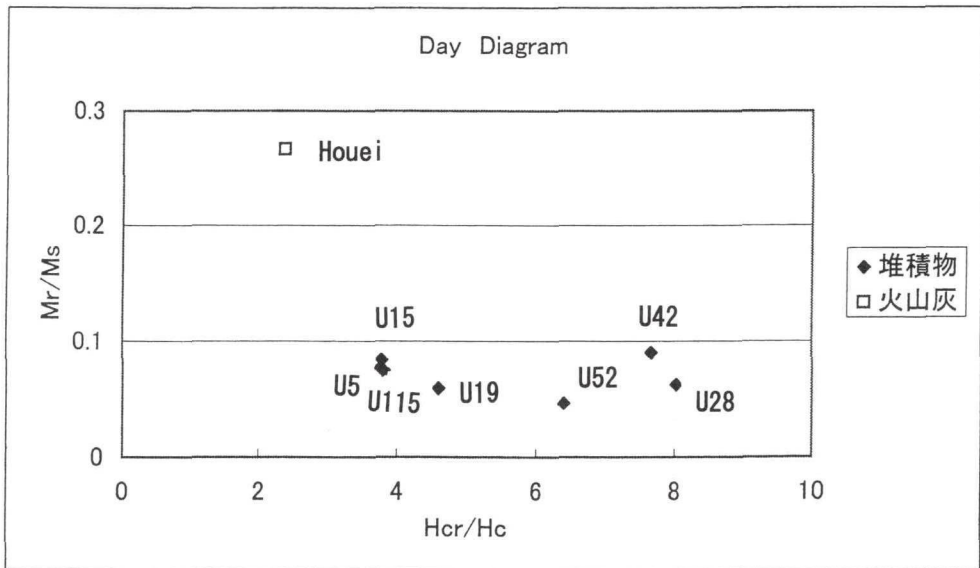


図 12 Day Diagram

謝辞 千代田区教育委員会の後藤宏樹氏には試料採集の便宜をはかっていただいた上、原稿を書くにあたって、有益な御助言をいただきました。また、試料採集の際には千代田区東京駅八重洲北口遺跡調査会調査団の方々に大変お世話になりました。厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

- 千代田区東京駅八重洲北口遺跡調査会編 (2003) 東京駅八重洲北口遺跡. 森トラスト株式会社・千代田区東京駅八重洲北口遺跡調査会発行
- Hoffmann V., M. Knab and E., Appel (1999) Magnetic susceptibility mapping of roadside pollution. *Journal of Geochemical Exploration* 66(1-2) : 313-326
- 中井睦美 (2004) ジオロジストのための岩石磁気学. 地学団体研究会発行 : 1-178 (著書)
- Nakai M., N. Ueno, K. Tazaki, H. Watanabe, R. Asada and H. Shimazaki (2005) Origin of the pollution characterized by high susceptibility-Magnetic character of the exhaust dust from the vent of bus. IAGA2005-A-01206-1.
- 西谷忠師 (1991) 秋田・岩手地域における遺跡の考古地磁気学的研究. 秋田大学鉱山学部資源地学研究施設報告 第56号 : 161-173
- Petrovsky E., A. Kapica, N. Jordanova, M. Knab and V. Hoffmann (2000) A proxy method of estimating increased pollution of different environmental systems. *Environmental Geology* 39 : 312-318
- Sheng-gao Lu, Shi-qiang Bai, Jing-bo Cai, and Chang Xu (2005) Magnetic properties and heavy metal contents of automobile emission particles. *Journal of Zhejiang University Science B*. 6

(8) : 731-735

Ueno N. (2002a) Susceptibility of soil in Japanese Islands 東洋大学紀要 自然科学篇 第46号 : 33-41

Ueno N. (2002b) Susceptibility measurement to detect pollution by traffic on paved road. 東洋大学紀要 自然科学篇 第46号 : 43-52

上杉 陽 (1990) 富士火山東方地域のテフラ標準柱状図—その1 : S-25~Y-114. 関東の四紀 (16) : 3~28

上杉 陽・砂田佳弘 (2008) 第3節「富士—河村城スコリア Fj-Kw」(仮称) の発見について. 神奈川県山北町文化財調査報告 2 : 22-28. 神奈川県足柄郡山北町教育委員会発行.