

平成 30 年度 縄文文化交流センター特別研究報告書

研究テーマ

縄文時代の遺跡から検出されるいわゆる「焼土」の起源

2019 年 3 月 27 日

研究代表者 紀藤 典夫（北海道教育大学函館校）

I 研究目的

道南の縄文時代の遺跡からは、しばしばクロボク土（または黒色土）中に層状の黄褐色～赤褐色堆積物が検出され、これを焼土（花岡，1993；近藤 1993）とする見解とテフラとする見解（鴈澤，1995）がある。

花岡（1993）は、函館市中野遺跡の「銭亀沢層」が、多量に植物珪酸体を服もこと、分布が限られること、直下の土壌と鉱物組成に差がないこと、遺物を含むことがあることを根拠に、この地層が焼土であると結論した。また、近藤（1993）は、腐植物を含まない層（PD-3）から多量の植物珪酸体が検出されることは不自然であり、焼土と考えるのが妥当であると判断した。一方、鴈澤（1995）は、函館市石倉遺跡の PD-3（＝銭亀沢層）を検討し、恵山を中心に同心円状の分布を示すこと、層準が一定していること、含まれる火山ガラスの屈折率が一致すること、構成鉱物が角閃石、石英を特徴とすることから、恵山起源のテフラであり、亀田半島に分布する同層位の堆積物を焼土とすることには疑問を呈した。

前述した近藤（1993）の研究では、焼土とされた堆積物が、火山灰層か否かのみが検討されたため、「植物珪酸体の含有量が多く、植物が集められて焼かれた」との記述があるが、含有量のばらつきは大きく、腐植土と有意な差はない。この研究では、焼土とされる試料がローム層やその他の起源の堆積物である可能性を検討していないが、その検討も必要である。また、焼土としての積極的な証拠が示されていない。

このように、函館市周辺の遺跡から検出される焼土様の堆積物の起源は、いまだに判然としない状況にある。遺跡から検出される焼土様の堆積物について、このほか森永ほか（1989）が、土壌が熱を受けると残留磁化が強く安定になると推定されることから、古地磁気測定により焼土を検出する方法の開発を試みた例がある。しかしながら、実験の結果、予想されたような残留磁化の変化は認められなかった。

本研究では、実際に焚き火を行って、遺跡から検出される焼土層が生成されるかどうか、またその産状を確認する。また、この実験で生成された熱を受けた堆積物が、電子スピン共鳴（Electron Spin Resonance: ESR）信号の測定により熱の影響を検出できるかを検討した。水垣（2008）に寄れば、ESR 法は結晶格子欠陥を利用するため、低温条件への適用が可能であり、これまでに温泉沈殿物や考古遺物（石器）の熱履歴の研究例が示されている。これまでの調査では、焼土の認定は様々な状況証拠のもとでの推論であり、堆積物の物理的・化学的な性質に基づいて判定されたものではない。ESR 信号の測定は、堆積物が熱を受けたか否かを直接的に検出できる可能性が高く、より確実な証拠の提示によって、赤褐色土が焼土であるか否かを判定できると期待される。

II 研究方法および結果

上記の研究目的のため、遺跡より採取された試料の構成物を顕微鏡により観察した。また、クロボク土上において焚き火を焚いて、土層の肉眼的な変化を観察するとともに、被熱前及び被熱後の試料の ESR を測定し、熱を受けた堆積物が識別可能かを検討した。合わせて、遺跡から採取された「焼土」およびクロボク土の ESR を測定した。

1. 遺跡から産出した赤褐色土及び周囲の黒色土の構成物の顕微鏡観察

遺跡から産出した焼土とされる堆積物およびその周囲の土壌（クロボク土）に含まれる構成鉱物を双眼実体顕微鏡により観察した。試料は日吉 A 遺跡および臼尻 A 遺跡より採取されたものである（図 1）。それぞれの遺跡の層序は、図 2～図 4 に示した。試料は、適量を蒸発皿に取り、水を加えて指で潰しながらかき混ぜて細粒物を懸濁させ水とともに流して、水が懸濁しなくなるまで繰り返し、水を切って自然乾燥させた。

(1) 日吉町 A 遺跡

分析に使用した試料は、6ヶ所から採取されたもので、そのうちの4ヶ所は焼土とされるもの（「橙色土」と記載されている）と周囲のクロボク土が採取されている。また、2ヶ所（試料 5, 6）は「橙色土」のみが採取されている。

試料 1-①（橙色土）：構成物の粒径は、最大で 0.6mm 程度。斜長石、角閃石、斜方輝石、単斜輝石、石英、火山ガラス（スポンジ状）およびごく少量の黒雲母からなる。構成物はいずれも円磨されていない。

試料 1-②（クロボク土）：構成物の粒径は、最大で 0.6mm 程度。斜長石、角閃石、単斜輝石、斜方輝石、石英、火山ガラス（スポンジ状）からなる。黒雲母は認められないが、構成物は①とほぼ同様。

試料 2-①（橙色土）：構成物の粒径は、鉱物では最大 1.0mm。大部分の粒子の粒径は 0.3mm 以下。ほとんどが、茶色いロームの塊からなり、斜長石、斜方輝石、石英、角閃石を含む。斜長石は、部分的に溶解したものを含む。大部分がローム質の粘土と考えられ、水洗の際にほとんどが懸濁物として除去された。

試料 2-②：構成物の粒径は、最大 0.9mm であるが、大部分の粒子は 0.5mm 前後。

黒色の粒状土壌粒子，斜長石，角閃石，斜方輝石，石英，単斜輝石，火山ガラス（スポンジ状）からなる。

試料 3-①（橙色土）：構成物の粒径は，最大で 0.5mm 程度．斜長石（部分的に溶解したものを含む），角閃石，単斜輝石，斜方輝石，石英および少量の火山ガラス（スポンジ状）を含む．粒子は円磨されていない．

試料 3-②（クロボク土）：主として暗黒褐色（白色の細粒物を含む）の粒子からなる．少量の斜長石，角閃石，単斜輝石を含む．

試料 4-①（橙色土）：構成物の粒径は，最大で 0.5mm 程度．大部分は褐色粒子からなり，少量の斜長石，角閃石，石英を含む．

試料 4-②（クロボク土）：構成物の粒径は，最大で 0.5mm 程度．黒色粒子と鉱物が半々の割合で混合する．鉱物は，斜長石，角閃石，単斜輝石，斜方輝石，石英および火山ガラス（バブルウォール型，スポンジ状）からなる．

試料 5（橙色土）：構成物の粒径は，最大で 0.8mm 程度．斜長石が大部分を占め，斜方輝石，火山ガラス（スポンジ状）と極少量の石英を含む．

試料 6（橙色土）：粒径は最大で 0.8mm 程度．褐色の顆粒状粒子が 9 割を占める．ごく少量の斜長石，角閃石，斜方輝石，石英を含む．

（2）白尻 A 遺跡（「UA-1」等は，試料番号）

2018 白 A PD-4 石囲炉内の焼土上にある炭化物を含む層（炉内フク土 1）（UA -1）：粒径は最大で 2.0mm 程度．斜長石，斜方輝石，単斜輝石からなる．

2018 白 A PD-4 石囲炉内の焼土とみられる土層（炉内フク土 2）（UA -2）：粒径は最大で 2.0mm．斜長石，斜方輝石，単斜輝石，火山ガラス（スポンジ状）からなり，構成物のほとんどは鉱物からなる．

2018 白尻 A. V 層サンプル（FS-4 焼土サンプル）（UA -3）：粒径は最大 3.0mm．大部分は 1.5mm 前後．斜長石，斜方輝石，単斜輝石，角閃石，少量の石英，火山ガラス（スポンジ状）を含む．また，植物の炭化物片を含む．

2018 白尻 A. V 層サンプル（V 層土サンプル）（UA -4）：粒径は最大で 1.0mm．大部分の粒子は，0.3mm 程度．斜長石，角閃石，斜方輝石，単斜輝石，少量の石英，火山ガラス（スポンジ状），植物の炭化物片を含む．

白尻 A 遺跡焼土・III 層土サンプル（FS-2）焼土（UA -5）：粒径は最大で 2.4mm．斜長石，斜方輝石，単斜輝石，火山ガラス（スポンジ状）および植物の炭化物片を含む．

白尻 A 遺跡焼土・III 層土サンプル (FS-2)FS2 下 III 層 (UA -6) : 粒径は岩片の最大 7.0mm のものを含むが、鉱物の最大は 1.8mm, 大部分の粒子は 1.4mm 程度。斜長石, 斜方輝石, 単斜輝石を含む。

(3) 大船 H 遺跡

大船 04 (FS3 の焼土とされる層) : 最大 15mm に達する軽石を多量に含む。斜長石, 斜方輝石, 単斜輝石, 火山ガラス (スポンジ状) を含む。

大船 05 (FS3 周囲のクロボク土) : 粒径は, 軽石の最大で 5.0mm, 鉱物は, 2.0mm 以下。斜長石, 斜方輝石, 単斜輝石, 火山ガラス (スポンジ状) を含む。

2. クロボク土上での焼き火実験

(1) 実験に用いた土層

焼土の生成が縄文時代の焼き火によるものと想定し, クロボク土上で焼き火を行って, 遺跡から検出されるような赤褐色土が形成されるか否かを観察するとともに, 被熱前と被熱後のクロボク土の試料を採取し, ESR 測定用の試料とした。

実験に用いたクロボク土は, 白尻 A 遺跡から約 50cm 四方, 厚さ約 20cm の土層のブロックを 2 個切り出し (図 6, 図 7), 別に地点に運んで焼き火の実験を行った。白尻 A 遺跡は, 発掘前は耕作地であったため, 駒ヶ岳 a テフラおよびそれより上位の土壌は取り除かれていた。2 個のブロックのうち 1 個は, 耕作土のほぼ表面, すなわち駒ヶ岳 a テフラに覆われた土層を表面としてブロックを切り出した。また, もう 1 個のブロックは, 駒ヶ岳 a テフラの下底面より約 15cm 下位の層準 (遺跡包含層の層準) を表面としてブロックを切り出した (図 2)。

(2) 焼き火の条件

焼き火は, 南北海道歴史文化振興財団の敷地内において, 2018 年 10 月 22 日に実施した。切り出した土層のブロックは, それぞれ崩壊を防ぐため周囲を砂袋で囲って補強した。焼き火の前に, 中央に直径約 30cm, 深さ約 1 cm のくぼみを作り, 取り除いた土壌は被熱前の試料とした。焼き火は, 市販の薪 (広葉樹材) を用い, 火を絶やすことなく約 6 時間 (午前 9 時 40 分から午後 3 時 30 分まで) 燃やし続けた (図 8, 図 9)。焼き火終了後は, 雨に当たらないようにビニールシートで覆って自然に冷却させ, 10 月 25 日に土層の観察を行い, 試料を採取した。2 個のブロックを用いて行った実験のうち, 以下では, 駒ヶ岳 a テフラの堆積面で焼き火をした方を「実験 A」, またもう一

方のブロックを用いた実験の方を「実験B」とした。

(3) 実験結果

焚き火終了後は、いずれの実験においても同様の結果が得られた。すなわち、焚き火前に作った浅いくぼみは灰色の灰でほぼ埋められた状態で、その周囲にはベージュに変色した土壌が取り囲んでいた（図 10, 図 11）。断面においては、焚き火の中央部分は厚さ約 1 cm 程度の黒色の灰または土壌からなる（図 5）。その下位は、厚さ約 1 cm のベージュの土壌からなり、焚き火周囲のベージュの土壌に連続する。その下位は、クロボク土の色とは区別されるより黒味の強い土壌からなり、それより深い層準では変化は認められなかった。この層準では、土壌中に含まれる木の枝や草の根も変色等の熱の影響は認められなかった（図 12～図 17）。

この実験で生成されたベージュの土壌は、色彩から判断すればクロボク土からは明瞭に識別できる黄色を帯びた堆積物であるが、遺跡から検出される「焼土」あるいは「橙色土」と全く同じ色彩でないことは注意する必要がある。

(4) 試料の採取

すでに述べたとおり、焚き火の実験前に採取した熱の影響を受けていない土壌試料の他に、実験 A、実験 B のブロックからそれぞれ異なる状態を示す土壌を採取した。試料の採取位置は、図 5 に示した。

3. 焚き火により熱を受けた土壌および遺跡から産出した「焼土」の ESR 測定

遺跡から採取されたクロボク土及び赤褐色土の ESR 測定を行い、両者の間に被熱の影響の違いを検出できるか否かについて検討した。また、焚き火実験において採取された試料についても測定を行い、被熱の影響が確認されるか否かや、遺跡から採取された試料との比較検討を行った。

採取された試料は、一部を水洗して乾燥した後、双眼実体顕微鏡下で斜長石、斜方輝石をピックアップした。鉱物をピックアップすることなく測定試料としたものを「バルク（水洗）」とした。また、試料を水洗することなく乾燥させて測定したものを「バルク（水洗なし）」とした。いずれの試料も、50mg 前後を秤量して試料管に入れ、測定試料とした。測定に供した試料は表 1 に示した。

ESR の測定は、通常、石英を用いて行われることが多いが、本研究の試料からは十分な量の石英が検出されない試料が多かったので（石英を含まない駒ヶ岳テフラの分布

範囲に位置するので、石英を含まないことが多い)、上記の通り斜長石と斜方輝石を鉍物の測定試料として用いた。ESR は、測定の方向によって信号強度が異なること(異方性)があるため、試料によっては同一試料の方向を変えて複数回測定した。

(1) 焚き火実験から採取した焼土の ESR 測定結果

実験 A および B から採取した試料は、図 5 に示す通りである。焚き火を始める前に採取した試料をそれぞれ「A-1」「B-1」とし、実験後の試料との比較の対象とした。

a. 斜長石 (図 18, 19)

実験 A の被熱前 (A-1) の斜長石は、200~320 mT 付近に広いピークがあるが、被熱後の斜長石 (A-2~4) のピークは 250~350 mT に変わる。実験 B の被熱前のピークは 250~310 mT で狭く、実験 A とは逆に被熱後の試料でピークが広がる傾向がある。実験 A および B の被熱前に斜長石を比べても信号は異なる。

b. 斜方輝石 (図 20, 21)

実験 A および B 共に、被熱前・被熱後の信号パターンは大きな違いが認められない。

c. バルク (水洗なし) (図 22, 23)

200~300 mT にピークが認められ、300~500 mT に幅の広い負のピークが認められるが、A-3, B-3 の 300~400 mT 付近のピークが減少する特徴を示す以外は、大きな違いが認められない。

d. バルク (水洗) (図 24, 25)

A-1~4 は、200 および 300mT 付近にそれぞれ小さなピークがあり、A-6~8 は異なるパターンを示す。実験 B の試料は、B-1, B-3, 6, 7 および B-2, 3 の 3 グループに分けることができ、それぞれパターンが異なる。

(2) 遺跡から採取した「焼土」の ESR 測定結果

日吉町 A 遺跡 (図 26~33)

本遺跡から採取された試料は、いずれも粒径の小さい粒子から構成され、水洗された試料から鉍物をピックアップすることができなかった、したがって、ESR の測定は、バルク試料および水洗したバルク試料の測定を行った。

橙色土の周囲のクロボク土の ESR は、試料によって異なるパターンを示し、一貫した傾向は認められない。橙色土の信号強度は、周囲のクロボク土の強度に比べて、強い場合も弱い場合もある。

白尻 A 遺跡 (図 34~37)

焼土とされるものとクロボク土の信号ピークは異なる (図 34)。クロボク土の 3 試料の信号パターンは、類似した傾向を示すが、ピークの位置が異なる (図 37)。

大船 H 遺跡 (図 38~40)

斜長石 (図 38)、斜方輝石 (図 39)、バルク (水洗) (図 40) とともに焼土とされる堆積物の試料 (大船 H-04) の方が高い強度を示す。

III 考察

1. 焚き火実験の焼土と遺跡の「焼土」の比較

焚き火による実験の結果、クロボク土と異なる色を示し、遺跡から検出されるような黄褐色に近い色彩の堆積物は、焚き火の周囲に厚さ約 1 cm で形成された。遺跡から検出される「焼土」は、今回の実験で得られたベージュの層よりも水平的にも垂直的にも広い範囲におよぶ。土壌の熱の伝導度は、かなり小さいものと推定され、今回の実験では熱の影響が及んでいると認められる範囲は、地層の深度にして約 2 cm までであった。森永ほか (1989) によれば、焚き火の地表面では約 400°C まで達するものの、2 cm 下の位置では最大でも 150°C までしか上昇しないとされており、この結果と調和的である。今回の実験は、小規模の炉を想定したものであるが、遺跡から検出されたものが焼土であるとすると、これよりははるかに大きな規模を想定する必要があると思われる。この実験では、6 時間の継続燃焼であったが、繰り返し同じ炉を使用する、あるいはさらに長時間の燃焼とすると、さらに広い範囲に影響が及ぶ可能性はある。しかし、土壌の熱伝導度を考慮すると、繰り返しの炉の使用によっても、熱の影響が及ぶ範囲は今回の実験とそれほど変わらないと考えるほうが妥当だと思われる。

また、陸上環境においては、地表の堆積物は風雨の侵食を受けるのが普通であるので、わずかな厚さしかない焼土が地層中に保存される場合には、さらに厚さを減じる可能性が高く、地層中に保存されないことも稀ではないと思われる。遺跡から検出される焼土様の堆積物が焼土であるとすると、これらが形成された後に、意図的に集められて地層中に集積した可能性を考える必要があるかもしれない。

生成されたベージュの層の色彩が、遺跡から検出される「焼土」や「橙色土」と同じではないことは、遺跡から検出されるものが起源が異なる可能性と、ベージュの層が続成作用の過程で色彩が変化する可能性があるだろう。

結論を言えば、焚き火の実験により、遺跡から検出される「焼土」と同様の堆積物が形成されることはなかった。このことから、いわゆる「焼土」は、土壌が熱を受けたものとは考えにくい。

2. 遺跡から産出した「焼土」の起源

本研究で検討した試料のうち、白尻 A 遺跡から採取された 3 試料 (UA-3, 4, 5) はいずれも駒ヶ岳テフラを起源とする鉱物や火山ガラスを多量に含むが、植物の炭化片が含まれている。植物の炭化片が含まれている試料はこれら以外にはなく、また、発掘の状況からも、UA-3 および UA-5 は焼土と判断されており、焼土の可能性があると思われる。

遺跡から出土した焼土とみなされた堆積物のうち、下記の試料は焼土ではないと判断するのが妥当と考える。

- ・日吉町 A 遺跡 試料 1-① 橙色土, 試料 3-① 橙色土

構成鉱物や火山ガラスは全てテフラに由来すると考えられ、構成粒子の淘汰も良い。鴈澤 (1996) は函館市石倉貝塚から産出する PD-3 (テフラ) が、角閃石、石英を特徴的に含み、恵山起源のテフラと判断した。恵山期限のテフラとしては、Es-a および Es-b が知られるが (勝井ほか, 1983), 筆者らの未公表のデータによれば、Es-a は、白頭山苦小牧テフラ (B-Tm) と駒ヶ岳 d テフラ (Ko-d) の間の層準に位置し、Es-b テフラは B-Tm の下位に位置する。したがって、これら試料は Es-b テフラである可能性が高いと考える。

- ・日吉町 A 遺跡 試料 2-① 橙色土

この試料も黄褐色を呈する粘土状の堆積物で、粘土またはシルトが大部分を占め、水洗するとわずかに残った鉱物は、斜長石、斜方輝石、石英、角閃石からなる。また、斜長石は、部分的に溶解したものが含まれている。これらのことから、この堆積物はロームであると思われる。何らかの理由で、クロボク土中に混入した可能性が高い。

- ・日吉町 A 遺跡 試料 5 橙色土

構成粒子から判断して、駒ヶ岳起源のテフラと思われる。

- ・大船 H 遺跡 大船 H-04

FS3 の焼土とされたクロボク土中にレンズ状に挟在する堆積物である。焼土とされた

堆積物は、周囲のクロボク土に比べて、粒径の大きい軽石を多量に含み、ほぼ駒ヶ岳起源と考えられるテフラ構成物からなる。クロボク土を母材とする焼土であれば、構成物の粒径は、クロボク土中に含まれるものと同様のものからなると考えられる。このことから判断すれば、FS3 は駒ヶ岳起源のテフラ（おそらく下位の Ko-f あるいは Ko-g）が何らかの理由で上位の層準に混入した可能性が高い。

日吉町 A 遺跡から採取された上記以外の「橙色土」の試料（4-①および 6）は、テフラ由来の鉱物を含むが、土壌中の有機物と思われる褐色～黒褐色の粒子が大部分をしめ、土壌にテフラ起源物質が混入したものではないかと思われる。

3. ESR 測定結果からの考察

本研究では、ESR の測定が熱を受けた堆積物の検出に有効であると考え、焚き火の実験によりその変化を確認すると共に、遺跡から検出される焼土様の堆積物の被熱の影響を検出しようと試みた。理論上、ESR 信号は熱を受けると減衰し、周囲の堆積物と比較することによって、焼土の検出が可能となるはずであった。実験の結果、熱を受けた土壌が、信号強度を減じる現象は部分的に認められたものの（例えば、実験 A の試料 A-3）、その変化は一貫せず、変化が認められない試料もある。また、熱を受ける前の土壌試料の ESR 信号も多様で、複雑な因子が関与している可能性が高い。

遺跡から採取された焼土様の堆積物の ESR 信号は、周囲の土壌に比べて信号強度が強い場合も少なくなく（例えば、図 28, 図 30, 図 31, 図 38, 図 40）、これらの原因を種々の検討を通じて明らかにしていく必要がある。

ESR 測定に基づく焼土識別法の確立には、試料の精製や実験・検出方法など、検討すべき課題は多く、現段階では判断基準とはなり得ない。

IV 今後の課題

本研究では、実際に焚き火を行うことにより、焼土の生成を確認した。小規模の炉を想定した実験で、生成したページュを呈する焼土は厚さが 1cm 程度で焚き火の周囲にリング状に分布するものであった。この生成状況は、遺跡から検出される焼土様堆積物とは、厚さにおいても分布の形状や範囲においても異なるものであった。遺跡から検出される焼土様堆積物が焼土であるとする、はるかに大きな規模のものが想定されるが、どのような状況のもとで生成するのかを検討する必要がある。

また、ESR の測定に基づく焼土の識別を検討したが、すでに述べたように、測定試

料の精製方法（可能な限り不純物を取り除く，粒径を小さくし均質にするなど）や検出方法の工夫（例えば，焼土とみなされる堆積物の母材を焼成して ESR を測定するなど）が必要と考えられる。

道南の遺跡から検出される焼土様の堆積物は，少なくともその一部はテフラやロームであると考えられる。今後，これらの堆積物の起源について，焼土としての積極的な証拠の探求やその他の分析方法の考案が必要である。

V まとめ

- ・焼土とされる堆積物の一部は，テフラであると判断した。
- ・焚き火の実験の結果，クロボク土が変色して焼土が形成されるが，その規模は小さく，遺跡から検出される焼土様堆積物が，小規模の炉で生成される焼土とはスケールが異なることが示された。
- ・焚き火の実験で生成された焼土および熱を受けていない堆積物の ESR 信号の比較から，信号パターンは複雑であり，直ちに実用に供することは難しく，種々の検討が必要であることが示された。

謝辞：本研究を進めるにあたり，樋口五月氏，佐藤稔氏をはじめ道南歴史文化財団および縄文文化交流センターの数多くの職員の方々には，遺跡の調査や焚き火実験の準備などに，多大なご協力をいただきました。実験の際には本学国際協働専攻地域環境科学グループの学生に協力いただきました。また，ESR 測定に際しては，中村秀夫教授，久保奈々さん，三科敬大さん，岸田花奈さん，手塚 駿さんのご協力をいただきました。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

文献

- 鷹澤好博（1996）亀田半島に分布する火山灰と石倉貝塚の火山灰について。北海道埋蔵文化財センター調査報告 109「石倉貝塚」。
- 函館市教育委員会（2018）函館市日吉町 A 遺跡（4）。
- 花岡正光（1993）「銭亀沢層」は火山灰か？郷土と科学，106，21-25。（PD3 の焼土説）
- 近藤鍊三（1993）函館市中野 A 遺跡土壌および焼土（？）の植物珪酸体分析。北海道埋蔵文化財センター調査報告 84「中野 A 遺跡（II）」，388-393。

水垣桂子 (2008) 電子スピン共鳴法による熱・熱水の影響評価. 地質調査所報告, 59, 109-116.

森永速男・井口博夫・山下秀樹・久保弘幸・藤田 淳・安川克己 (1989) 古地磁気学的手法による先土器遺跡の炉趾検出法の開発とその有効性. 第四紀研究, 28, 171-183.

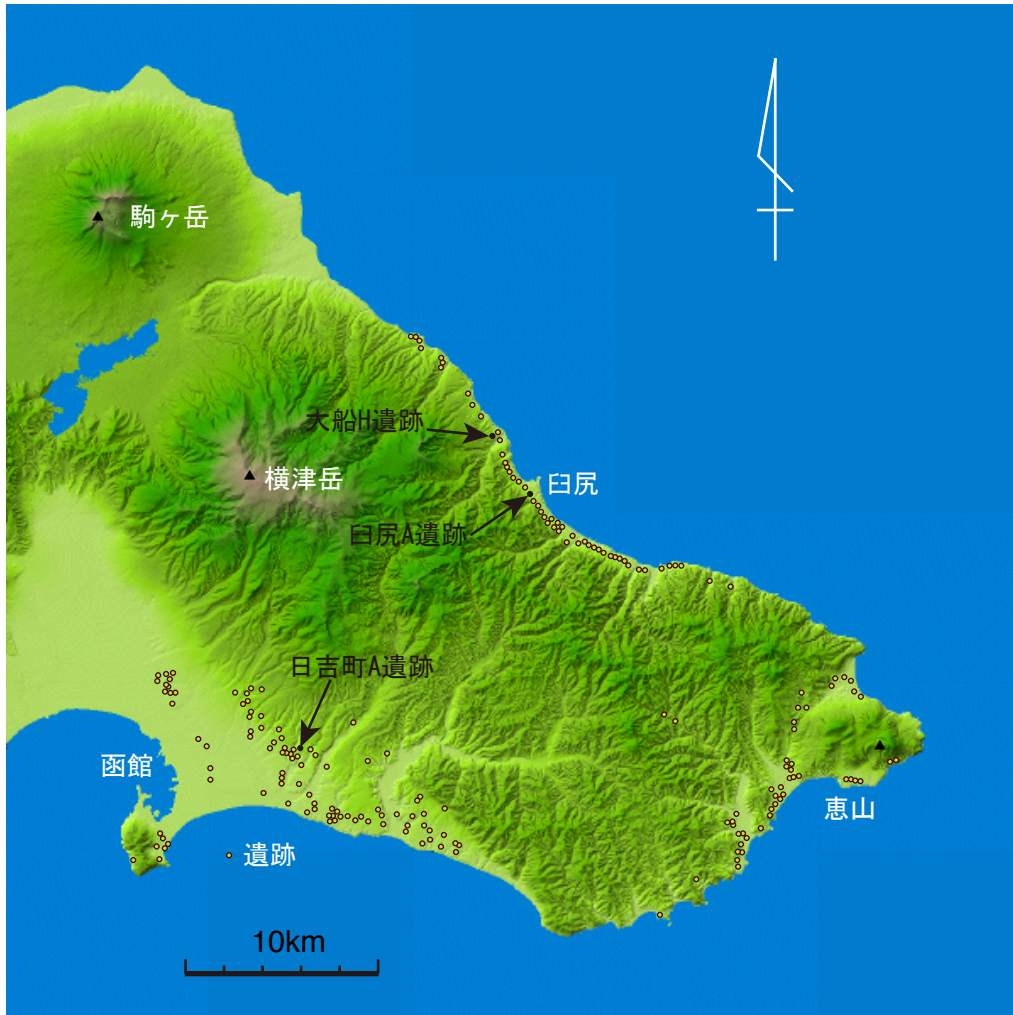


図1 亀田半島における遺跡の分布および試料を採取した遺跡の位置. 日吉町A遺跡, 白尻A遺跡および大船H遺跡の位置を示す.

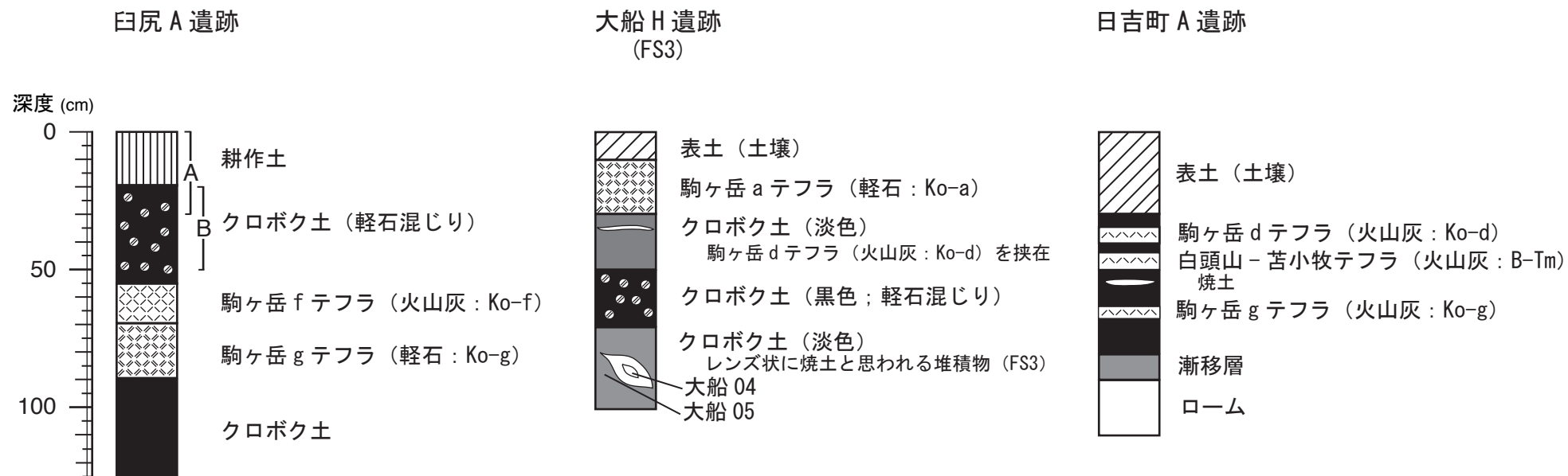


図2 白尻 A 遺跡, 大船 H 遺跡, 日吉町 A 遺跡の地質柱状図.

白尻 A 遺跡の耕作土の上位の駒ヶ岳 a テフラは除去されている. 柱状図の右側に示した「A」および「B」は, 焚き火実験で用いた土層の層準を示す. 大船 H 遺跡の柱状図は, FS 3 周辺のものである. 日吉町 A 遺跡の柱状図は, 函館市教育委員会 (2018) に基づく.



図3 白尻A遺跡の土層断面。
露頭中央部の黄色の層は、駒ヶ岳gテフラ(Ko-g)
および駒ヶ岳fテフラ(Ko-f)。

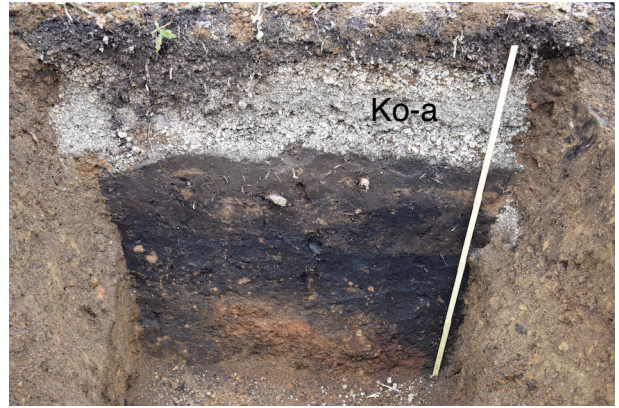
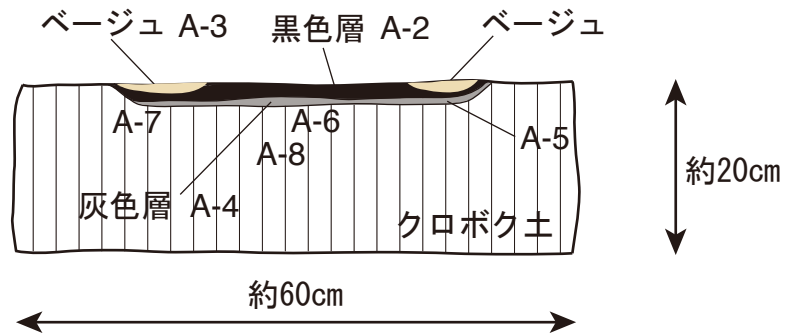


図4 大船H遺跡の土層断面。
露頭上部の白色の層は、駒ヶ岳aテフラ(Ko-a)
の軽石層。露頭下部の赤褐色の層が焼土とさ
れる堆積物。

実験A



実験B

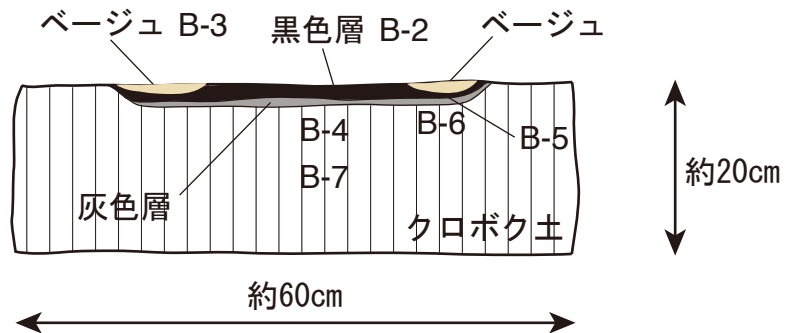


図5 焼き火後の土層の断面図。
図中の数字は、実験A, B終了後の試料採取位置を
示す。



図6 実験Aで用いたブロック．スケールの長さは約24cm.



図7 実験Bで用いたブロック．スケールの長さは約24cm.

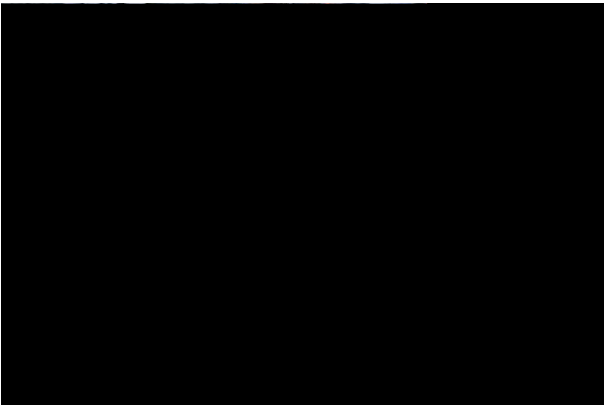


図8 焚き火中の様子．実験Aで用いたブロック．



図9 焚き火を終了する頃の様子．実験Aで用いたブロック．



図10 焚き火終了後の状態（実験A）．焚き火の周縁にベージュに変色した堆積物が認められる．



図11 焚き火終了後の状態（実験B）．焚き火の周縁にベージュに変色した堆積物が認められる．



図12 実験Aの土層断面の全体像。
変色が認められるのは、表層の約4cmに限られる。スケールの長さは約24cm.



図13 実験Bの土層断面の全体像.



図14 実験Aの焚き火中央部付近の拡大図。
表層付近の黒色層の下位に色の灰色の層がある。表層の右側には、ベージュに変色した部分が認められる。それより下位の部分は、草木の根は焦げていない。



図15 実験Bの焚き火周縁部付近の拡大図。
ベージュに変色した部分が認められ、その下位には色の淡い層がある。

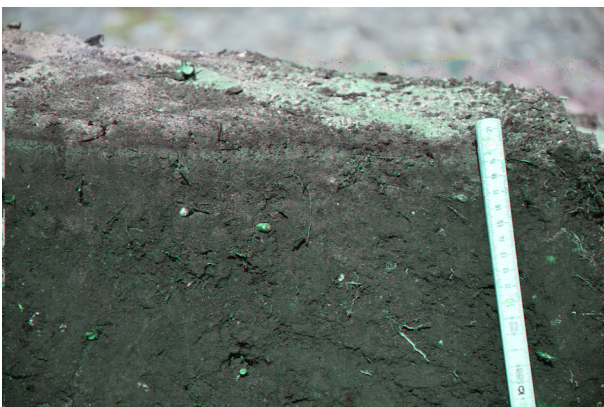


図16 実験Aの焚き火周縁部付近の拡大図。
表層のベージュの層の下位に灰色の層がある。



図17 実験Bの焚き火中央部付近の拡大図。
表層のBベージュの層の下位に灰色の層がある。

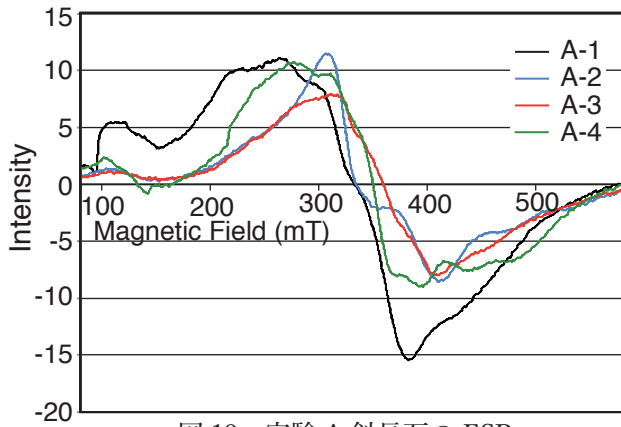


図 18 実験 A 斜長石の ESR

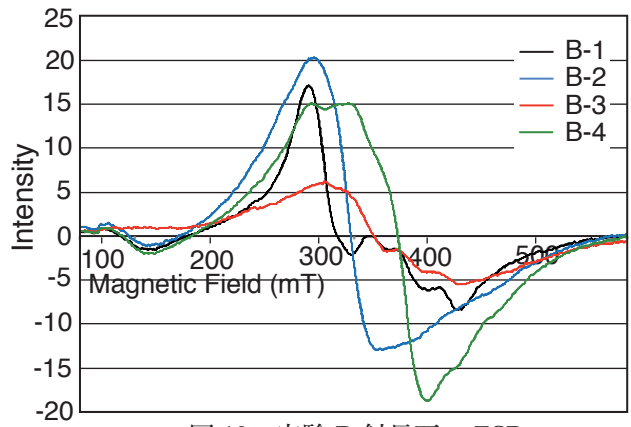


図 19 実験 B 斜長石の ESR

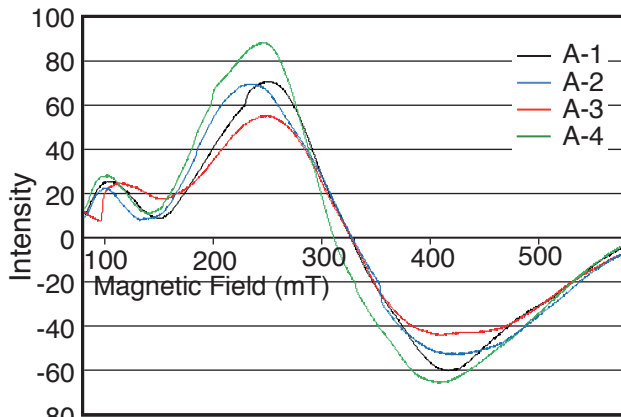


図 20 実験 A 斜方輝石の ESR

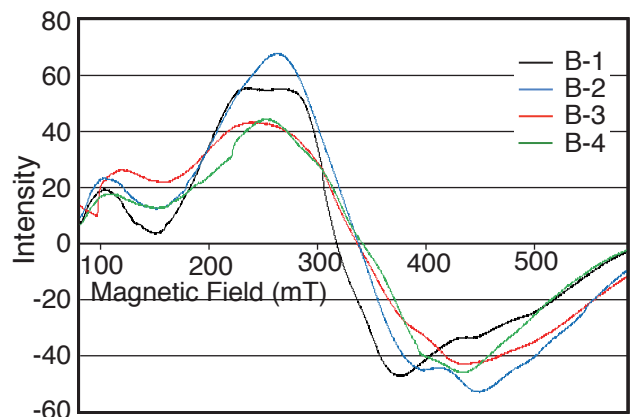


図 21 実験 B 斜方輝石の ESR

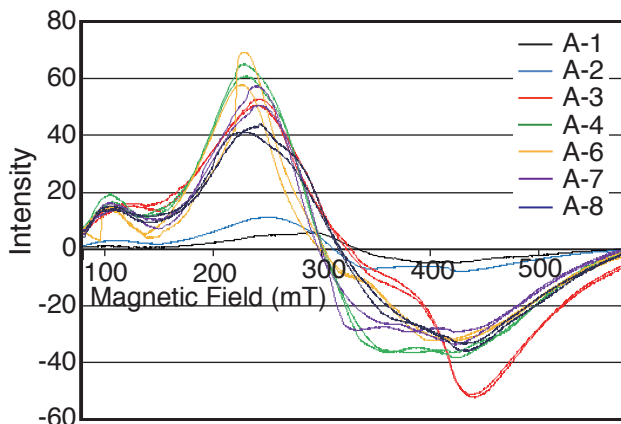


図 22 実験 A バルク (水洗なし) の ESR

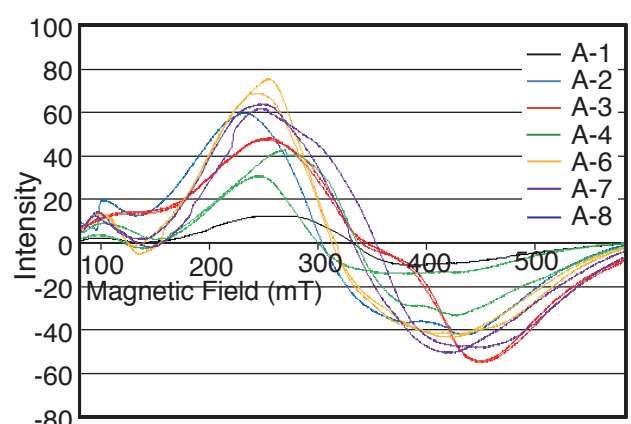


図 23 実験 B バルク (水洗なし) の ESR

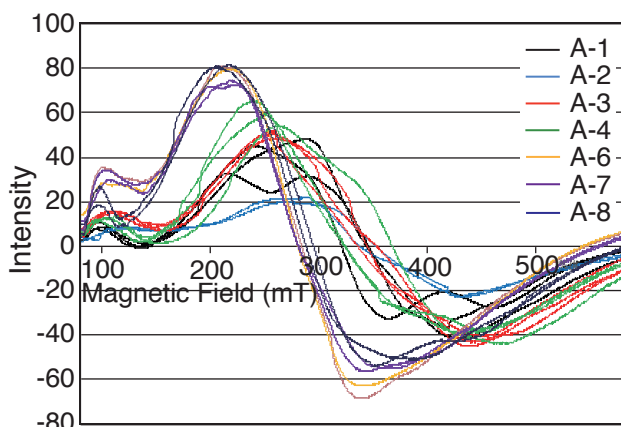


図 24 実験 A バルク (水洗) の ESR

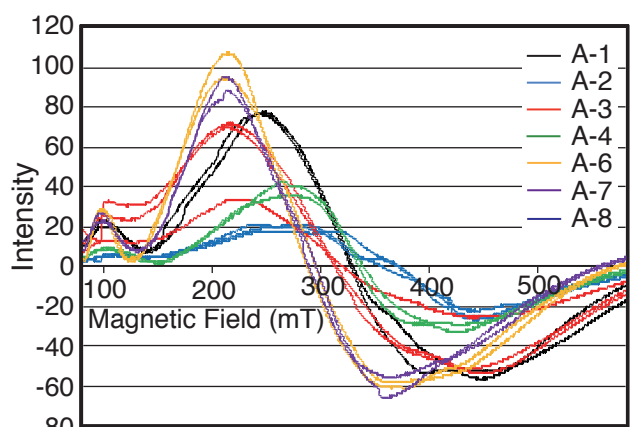


図 25 実験 B バルク (水洗) の ESR

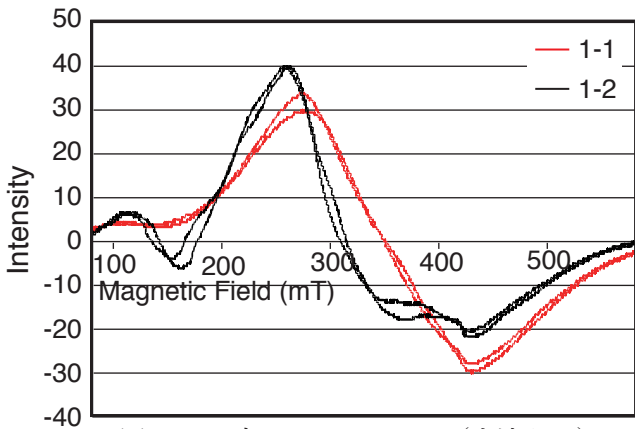


図 26 日吉 1-1, 1-2 バルク (水洗なし)

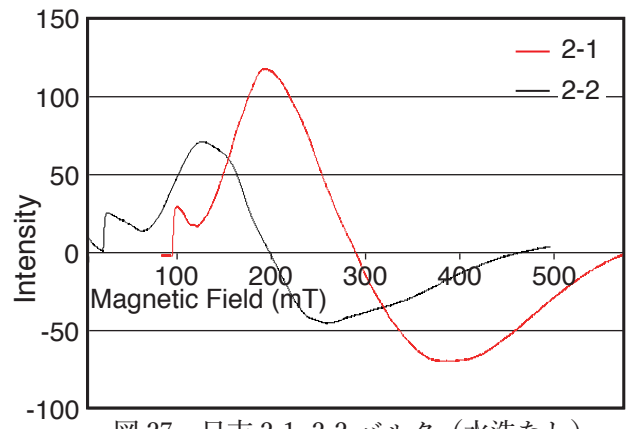


図 27 日吉 2-1, 2-2 バルク (水洗なし)

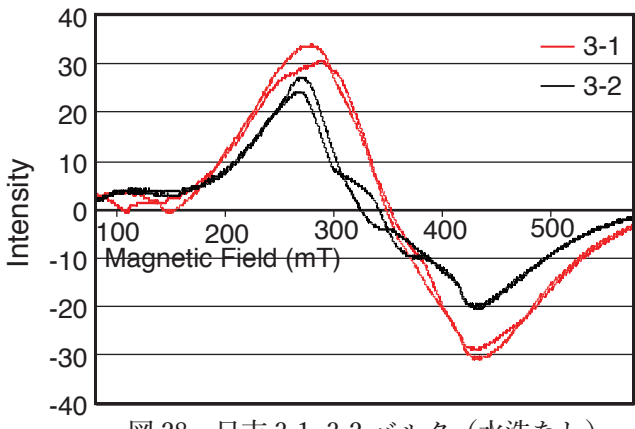


図 28 日吉 3-1, 3-2 バルク (水洗なし)

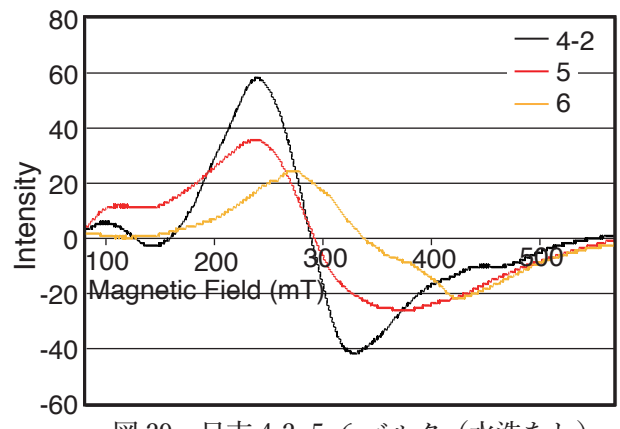


図 29 日吉 4-2, 5, 6 バルク (水洗なし)

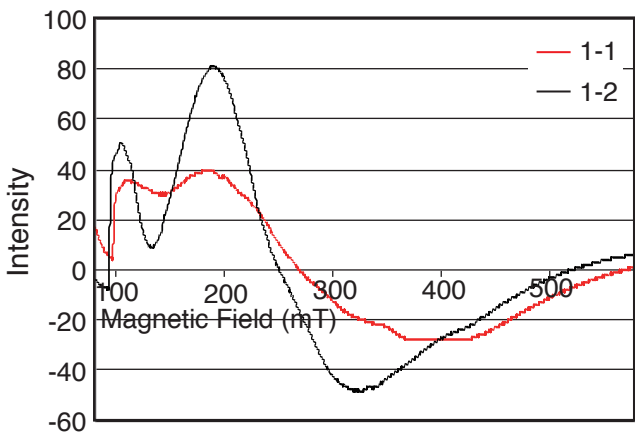


図 30 日吉 1-1, 1-2 バルク (水洗)

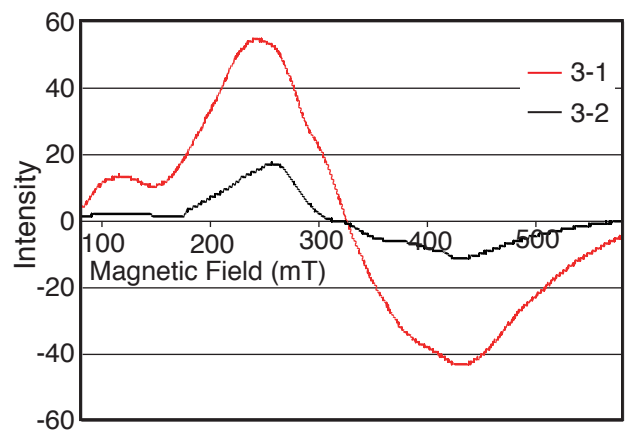


図 31 日吉 3-1, 3-2 バルク (水洗)

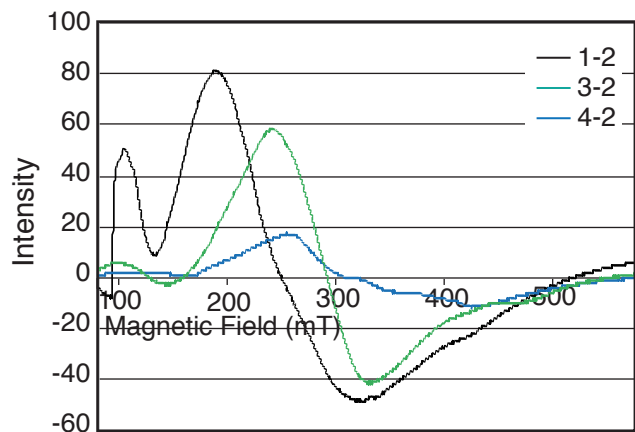


図 32 日吉 1-2, 3-2, 4-2 バルク (水洗)

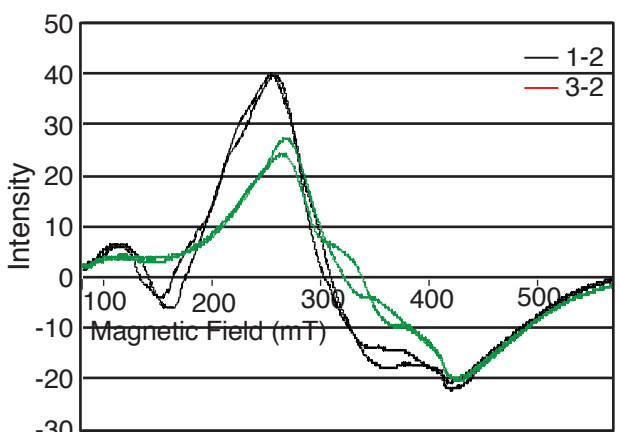


図 33 日吉 1-2, 3-2 バルク (水洗なし)

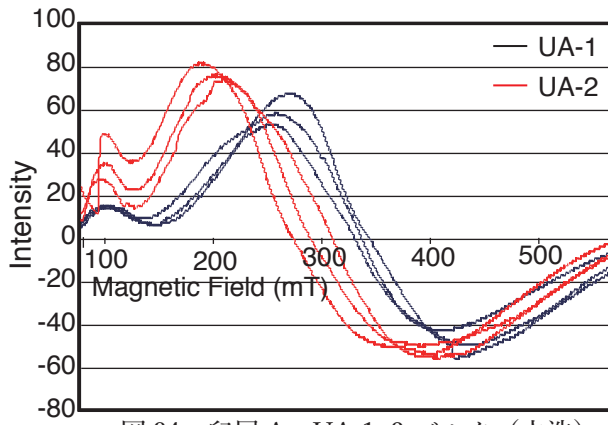


図 34 白尻 A UA-1, 2 バルク (水洗)

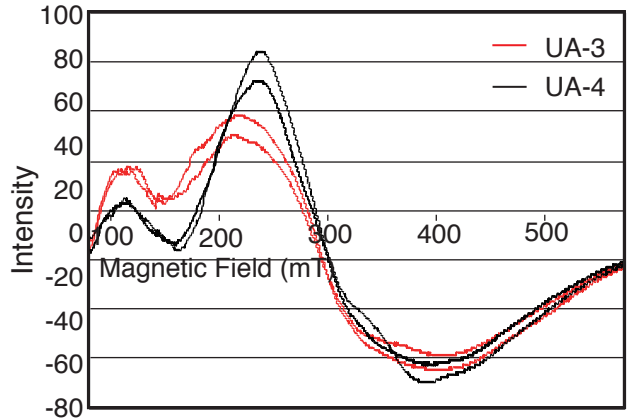


図 35 白尻 A UA-3, 4 バルク (水洗)

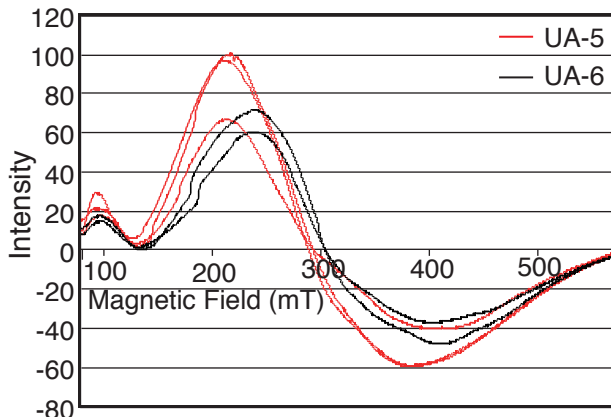


図 36 白尻 A UA-5, 6 バルク (水洗)

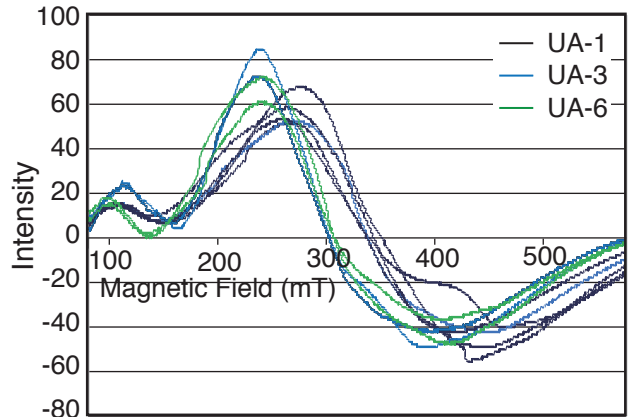


図 37 白尻 A UA-1, 3, 6 バルク (水洗)

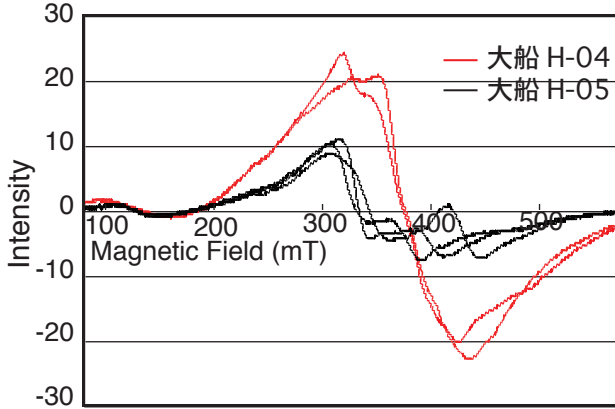


図 38 大船 H-04, 05 斜長石

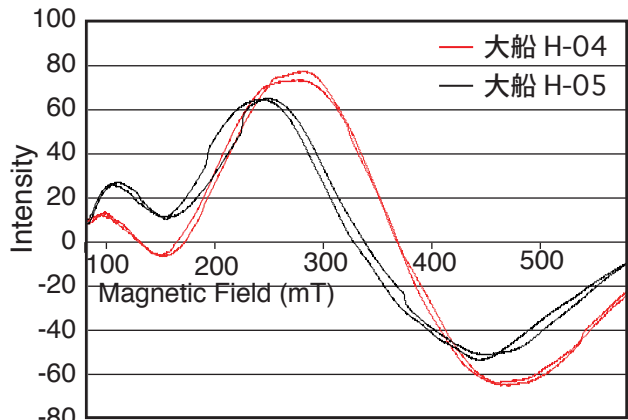


図 39 大船 H-04, 05 斜方輝石

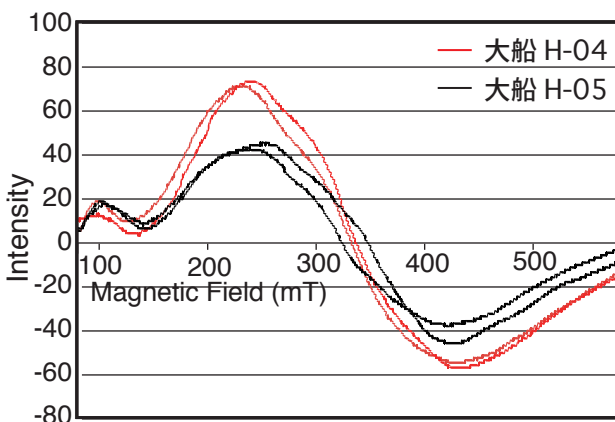


図 40 大船 H-04, 05 バルク (水洗)

表1 ESR測定試料一覧

試料名	試料の性状など	バルク (水洗なし)	バルク (水洗)	斜長石	斜方輝石
焼き火実験					
A-1	焼き火前の黒色土	○	○	○	○
A-2	焼き火後	○	○	○	○
A-3	焼き火後	○	○	○	○
A-4	焼き火後	○	○	○	○
A-5	焼き火後	-	-	-	-
A-6	焼き火後	○	○	-	-
A-7	焼き火後	○	○	-	-
A-8	焼き火後	○	○	-	-
B-1	焼き火前の黒色土	○	○	○	○
B-2	焼き火後	○	○	○	○
B-3	焼き火後	○	○	○	○
B-4	焼き火後	○	○	○	○
B-5	焼き火後	-	-	-	-
B-6	焼き火後	○	○	-	-
B-7	焼き火後	○	○	-	-
日吉町A遺跡					
試料1-①	橙色土	○	○	-	-
試料1-②	クロボク土	○	○	-	-
試料2-①	橙色土	-	-	-	-
試料2-②	クロボク土	-	○	-	-
試料3-①	橙色土	○	○	-	-
試料3-②	クロボク土	○	○	-	-
試料4-①	橙色土	-	○	-	-
試料4-②	クロボク土	-	○	-	-
試料5	橙色土	-	○	-	-
試料6	橙色土	-	○	-	-
白尻A遺跡					
UA-1	2018臼A PD-4 石囲炉内の焼土上にある炭化物を含む層 (炉内フク土1)	-	○	-	-
UA-2	2018臼A PD-4 石囲炉内の焼土とみられる土層 (炉内フク土2)	-	○	○	○
UA-3	2018臼尻A. V層サンプル (FS-4焼土サンプル)	-	○	-	-
UA-4	2018臼尻A. V層サンプル (V層土サンプル)	-	○	-	-
UA-5	白尻A遺跡焼土・III層土サンプル (FS-2)焼土	-	○	-	-
UA-6	白尻A遺跡焼土・III層土サンプル (FS-2)FS2下III層	-	○	-	-
大船H遺跡					
大船H-04	焼土FS3	-	○	○	○
大船H-05	クロボク土 (大船H-04の横)	-	○	○	○