

# 白岩焼窯跡の調査

西谷 忠師\* 庄内 昭男\*\* 河野 輝樹\* 大本 将行\*

## 1. はじめに

秋田県仙北市角館町白岩地区で焼かれた陶器は白岩焼とよばれ、秋田県近世最古の窯業地とされている(図1)。白岩焼は相馬の浪人松本運七が1771年(明和8年)に開窯したと言われている。運七の弟子となった儀三郎の尽力で、窯業が定着、幕末には藩の保護体制がゆるんだものの、新たに四つの窯元が操業をおこし、白岩地区は一大窯業地となった。しかし、瀬戸美濃など有力な窯業地から多量の製品が秋田に移入されるようになったことや、1896年(明治29年)の陸羽地震が大きく影響して廃窯に追い込まれたと言われている。その後1974年(昭和49年)弟子の末裔によって白岩焼が復活し現在に至っている。1932年に渡邊為吉が白岩焼の調査と窯跡の発掘調査を行い、1933年に『白岩瀬戸山』としてまとめている。瀬戸山之図には松本運七が操業を始めた窯を「古窯跡」、

弟子の山手儀三郎の窯を「イ窯跡」、吉五郎の窯を「ロ窯跡」と記載している(図2)。松本運七が操業した1770年代の窯の位置は瀬戸山之図では「?」とされている。古窯はどこにあったのか、



図1 白岩焼窯跡

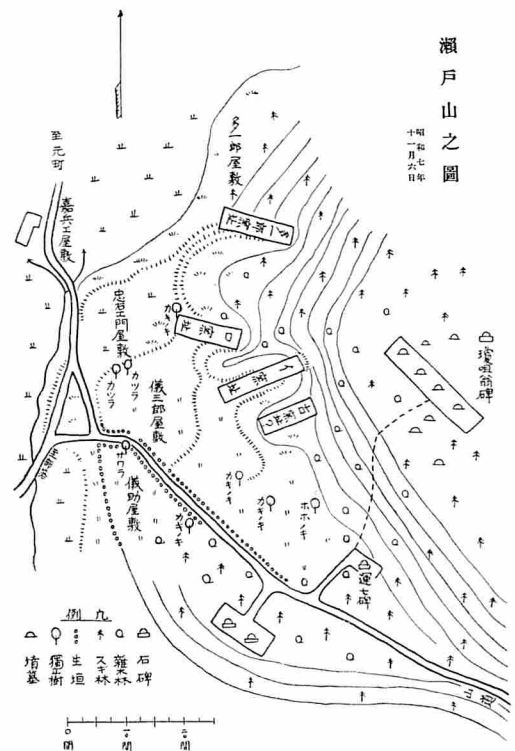


図2 瀬戸山之図



図3 調査地域

\* 秋田大学工学資源学部

\*\* 秋田県立博物館



写真1 古窯が予想される場所

イ窯との関係はどうであったのかは白岩焼の歴史を知る上でも把握する必要がある。また、イ窯の規模は大きく、燃焼と焼成の部屋を合わせて15室あったとされている。実際の規模を知るためにはイ窯の場所と大きさを特定しなければならない。

今回の調査は古窯とイ窯の場所を特定することが目的である。この目的のために磁気探査と電気探査を行った。また、熱残留磁気測定によって年代の推定も行う。調査範囲を図3に示した。

## 2. 標高測定

渡邊為吉が示した瀬戸山之図の地形と現在の地形は変わっており、この図をそのまま使うことは



写真2 儀三郎窯跡(通称イ窯)と考えられている場所

できない。そのため調査地域周辺の標高を測定した。測定にはトータルステーションを用いた。図4に測定点から作成した0.5m間隔の等高線を示した。なお、この図は儀三郎窯の下部と思われる場所に設定してあったセメントの杭を原点(標高ゼロ)として標高を表示した。写真1が古窯周辺、写真2が儀三郎窯跡(イ窯)と推定される場所で

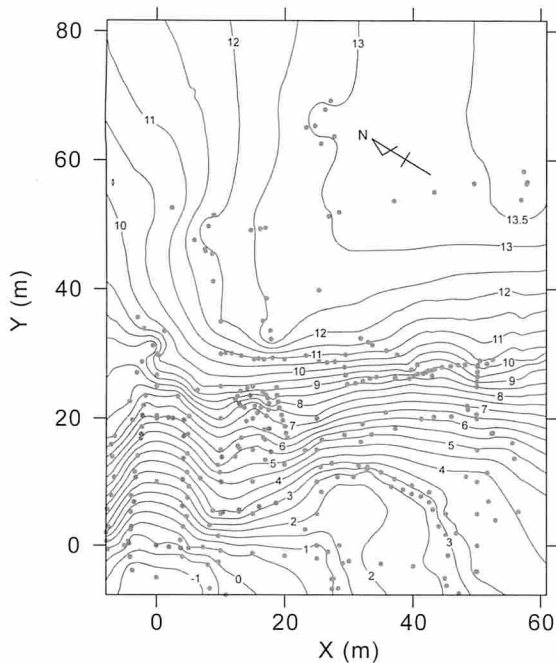


図4 測定場所周辺の標高

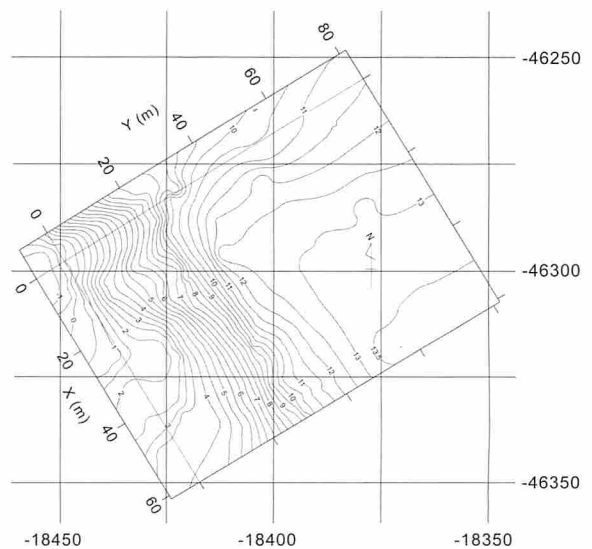


図5 平面直角座標系と測定のために設定した座標系

ある。イ窯と表示した看板の左側数mにあるセメントの杭が原点である。この原点の正確な標高は明らかではないが、平面直角座標系（10系）による位置はX=-18449.05m、Y=-46297.75mである。平面直角座標系と測定のために設定した座標系の関係を図5に示した。現場で設定した座標のY軸方向は儀三郎窯の下部と、上部と思われる場所に設置してあったセメントの杭を結ぶ方向に設定し、これと直角方向にX軸を設けた。セメントの杭は瀬戸山之図に描かれた儀三郎窯（イ窯）の周囲と古窯の周囲に対応して存在するように思えるが、古窯を示す杭は保存状態が悪く抜けたり傾いたりしていた。写真2に古窯と思われる場所があるはずである。ここで作成した標高の図を元にして磁気探査、電気探査を実施した。

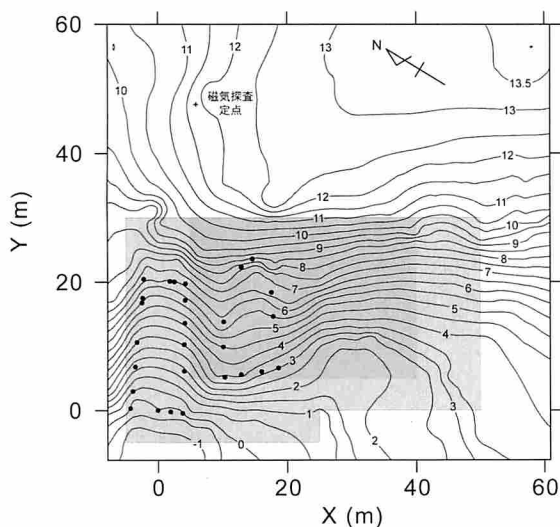


図6 磁気探査測定範囲

### 3. 窯跡調査の概要

#### 3.1 磁気探査

磁気探査は探査範囲の地球磁場（地磁気）を精密に測定してその変化から地下に埋没している構造物の位置を知る探査手法である。測定装置はGEM systems社製のオーバーハウザー磁力計（GSM-19）を用いた。この装置は地磁気強度を分解能500万分の1（0.01nT：ナノテスラ）、精度0.2nTで得ることができる。地中に磁性を示す物体があった場合、地球磁場の磁力線はこの磁性物体によって影響を受け、地表で測定した地磁気強度はそれに応じて変化を示す。窯は通常高温となり、その影響で熱せられた粘土や土壤中に鉄成分が析出して磁性が強くなる。そのため熱を受けた窯の内部や壁は周囲に比べて強い磁性を示すと考えられる。磁気探査を行って周囲と異なった値を示すとき、その場所は熱を受けた可能性がある。本調査は測定された地磁気の強度変化から窯跡と思われる場所の推定を試みる。磁石にはN極とS極があるように、磁性が獲得された場所にはN極とS極が存在し、これに応じて測定値には地磁気が強く観測される場所と弱く観測される場所がある。

磁気探査の測定範囲を図6に示す。1回目の測定はX方向-5m～50m、Y方向-5m～30mの領域を1m間隔で測定した。センサーの高さは2.25mである。各測定点では3回の測定を行ってその平均値を採用した。場所によっては5～10点の平均値を用いた場所もある。2回目の測定は感度を上げてより詳しい地下の状況を調査するため、セン



写真3 磁気探査風景



写真4 磁気探査風景

サーの高さを1.35mに下げて、X方向5m~40m、Y方向5m~30mの範囲を1mの格子状に測定した。測定時の状況を写真3、写真4に示す。

### 3. 2 電気探査

電気探査は地下に電流を流して、地表で電圧を測定し、その電圧から地下構造を推定する方法である。電流を流す電極と電圧を測定する電極の配置によって種々の測定が可能である。ここで用いた電極配置は探査深度を大きく取れるポール-ポール配置、分解能の高いウェンナー配置、ノイズの少ないエルトラン配置である。測定には電流を流す2本の電極と電圧を測定する2本の合計4本の電極があれば測定できるが、効率的に測定するため自動的に電流の電極と電圧の電極を切り替える多電極電気探査装置を用いた。この装置は応用地質(株)製 Handy-Arm と Scanner32 である。電気探査の測定範囲を図7に示す。1回目の測定ではY軸の一つの値を設定して、X軸方向に-

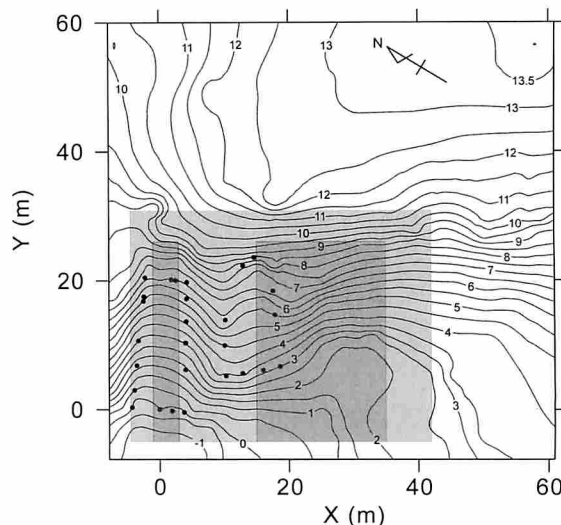


図7 電気探査測定範囲

4.5m から42m まで測線を展開して電極間隔を1.5mとした。Y軸方向を変化させる場合には2m間隔とした。2回目の測定は測線をY軸方向に展開して電極間隔を1mとした。X軸方向への移動は2mとした。ポール-ポール電極配置では測定場所から離れた場所に電極を設置する必要がある。この遠電極の位置は測定用座標系で(-17.2, 143.5)、(71.5, 59.7)の位置に設置した。写真5は電極にケーブルを接続した状態で、写真6は測定操作の状況である。

## 4. 結果

### 4. 1 磁気探査の結果および解釈

磁気探査は地磁気の強さを測定する。しかし、地磁気は時間と共に変化しており、同じ場所で測定しても測定時間によって得られる値は異なっている。これを補正するため地磁気の変動を取り除く必要がある。この処理を行うため、磁気探査の定点をX=5.9m、Y=47.6mの位置に設定し、センサーの高さ2.25mとして3秒間隔でデータを取得した。図6の測定範囲で測定した結果から定点の値を差し引いた数値をデータとした。

地磁気変動を補正した1回目の測定と2回目の測定データを図8に示す。図8の上部がセンサーの高さを2.25mにした1回目の測定値、下部が1.35mに下げて測定した2回目の測定値である。明らかに2回目の測定が微細な変動を捉えていることがわかる。磁気探査の結果を解釈する場合に



写真5 電気探査の電極とケーブル

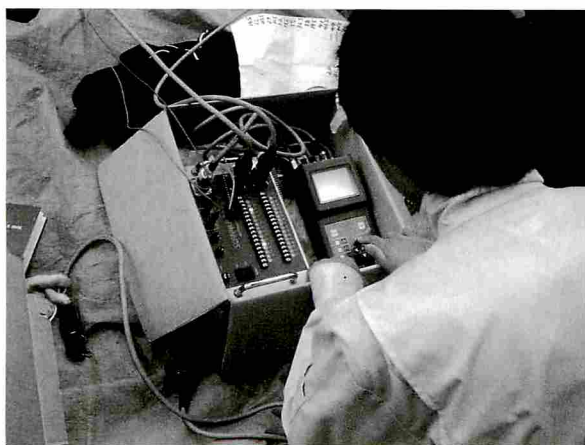


写真6 電気探査測定操作

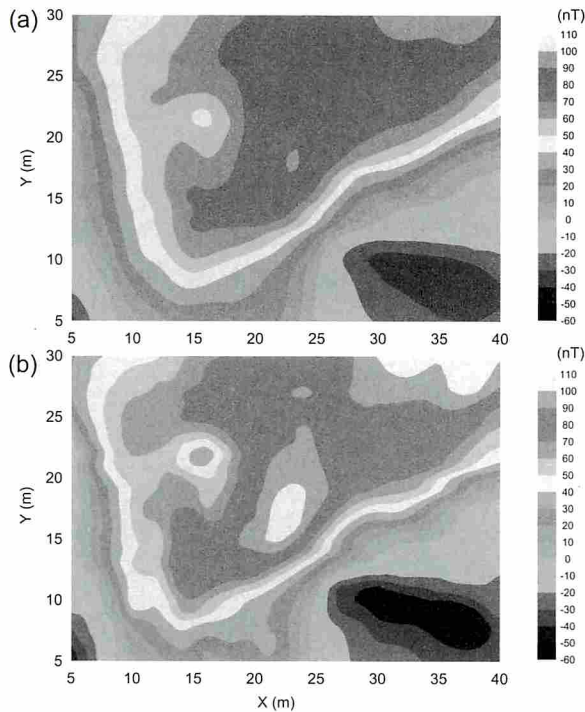


図8 磁気探査の結果(a) 1回目、(b) 2回目

は、極大値や極小値の特徴を把握する必要がある。また、強い磁性を示す場所がすべて窯跡とは限らない。なぜなら地中に鉄棒やドラム缶があっても磁気探査ではその場所で磁性の変化を検知するからである。

解釈を容易にするため、測定値の横方向変化率の大きさを図9に表現した。データの平均処理を行い、比較的浅い部分と深い部分の磁気的な強さを解析して図9に構造物と思われる部分を示した。窯跡と予想できる横方向変化率の大きな場所、

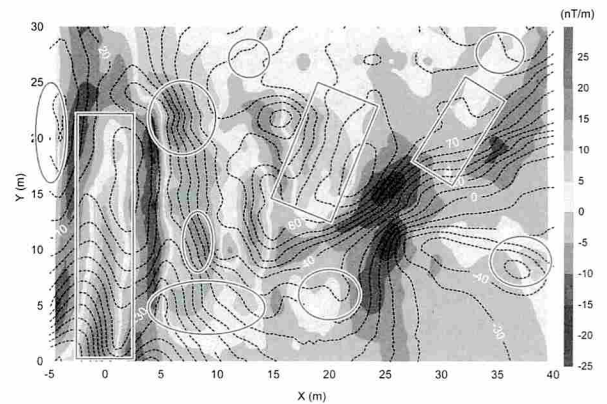


図9 地磁気強度の横方向変化率と地下の構造物が予想される位置

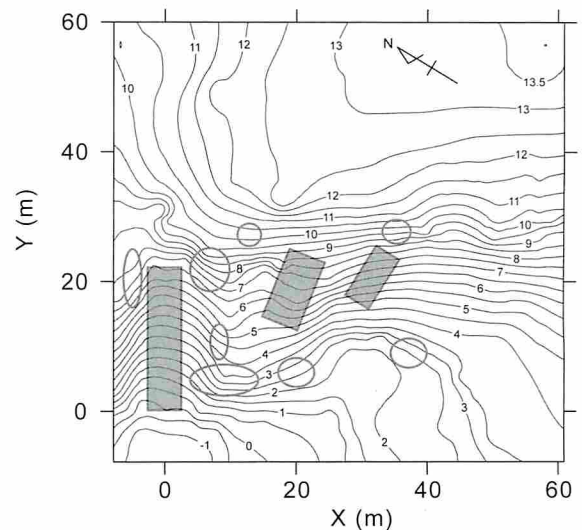


図10 磁気探査による窯跡の予想と磁気的に強い反応を示す場所

窯跡ではないが磁気的な特徴を示す場所を特定した。図10に磁気探査の解釈を示す。

#### 4. 2 電気探査の結果および解釈

電気探査で得られた観測データの逆解析により地下の電気構造を求めた。電気構造は電流が流れやすいか流れにくいかの目安になるパラメータ(比抵抗)で表現する。比抵抗が高いことは電流が流れにくい、即ち、硬い物体があると予想できる。窯跡が予想される場所では熱の影響で硬くなっており、比抵抗が高くなると考えられる。また、不良品の捨て場でも同様に比抵抗が高くなると考えられる。図11は解析によって得られた断面図を並べてある。比抵抗の高い部分を連続して追跡することが可能である。

図11は垂直断面であるが、解析によって得られ

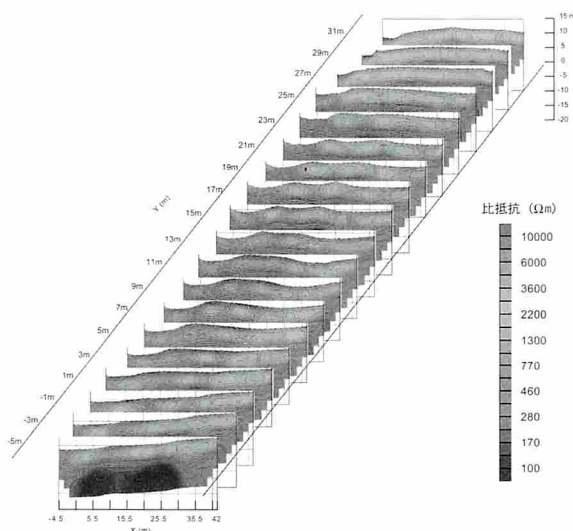


図11 X方向に測定した電気探査断面

たデータから水平断面を作成する。この水平断面はウェンナー配置、エルトラン配置、ポールポール配置で得られた測定値を統合して作成した。水平断面は、深度0.75m、1.63m、2.81m、4.39mで作成した。図12は深さ1.63mにおける水平断面である。表面付近だけに現れた特徴や、深くまで残る影響を考慮して、窯跡と思われる場所と電気探査による特徴的な場所を特定して図13に示した。

### 5. 考察

磁気探査、電気探査共に窯跡と思われる特徴を示す場所は3箇所あった。その1つは儀三郎窯（イ窯）と推定できる。残りの2つは運七窯（古窯）と予想した。渡邊為吉は瀬戸山之図では古窯跡？としか表示していないが、白岩瀬戸山には、地形から判断して約8間ほど離れた場所に窯を移

動したと記述している。この記述と今回の調査で窯跡が2箇所推定できたことは良い一致を示している。また、明治15～16年頃の白岩瀬戸山ノ景には、儀三郎窯（イ窯）の上には屋根が描かれ、焚き口付近には小屋のような建物が見える（図14）。屋根や建物の柱の穴も磁気探査や電気探査で反応が現れることから、柱の穴も探査で現れている可能性がある。さらに不良品を土掘り穴に捨てたと書かれていることから、捨て場も反応があると

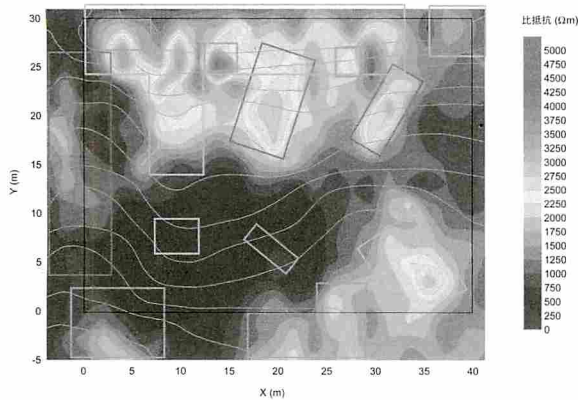


図12 深さ1.63mの水平断面



図14 明治15～16年頃の白岩瀬戸山ノ景

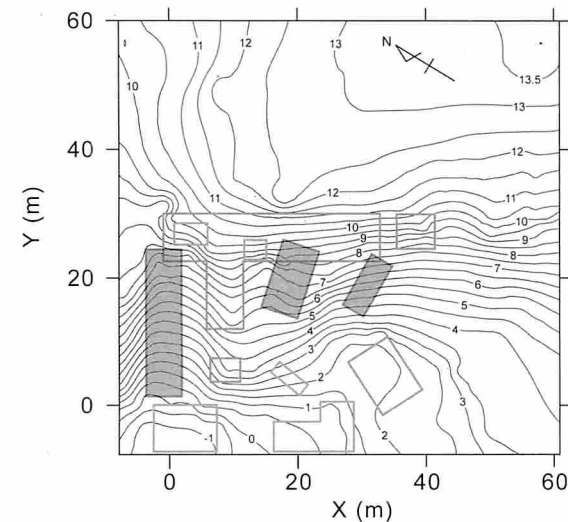


図13 電気探査による窯跡の予想と電気的に強い反応を示す場所

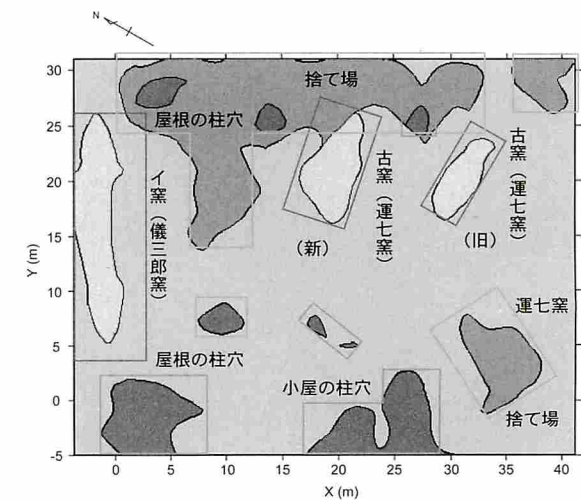


図15 総合解釈

思われる。これらのことを総合的に判断して図15に解釈を示した。図16にはその位置関係を現場での地形上に表現した。登り窯の形態の推定図が図17である。

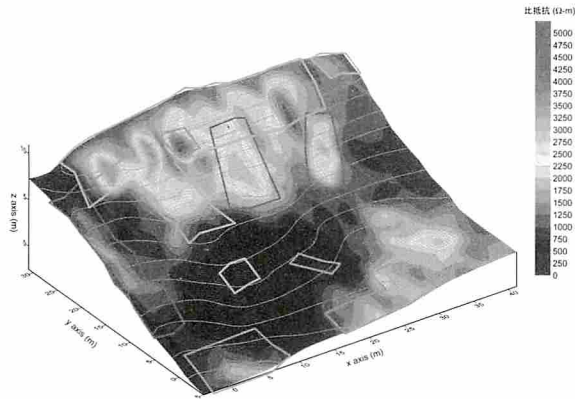


図16 地形上に解釈を表現

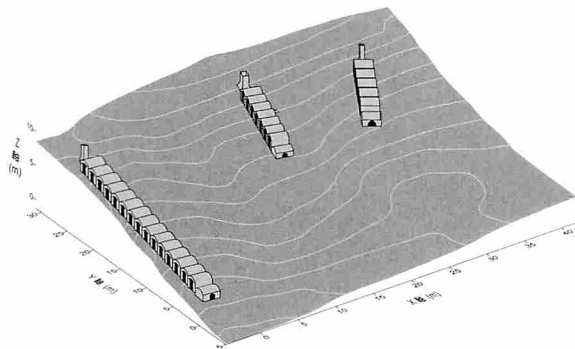


図17 登窯の推定

## 6. 熱残留磁気測定による年代推定

### 6. 1 古地磁気試料の採集と処理

儀三郎窯（イ窯）付近から、現場で設定した座標による  $(X, Y) = (4.2, 11.9)$  から試料を採集した。この採集場所を SI01 と名付け、試料はポ



写真7 イ窯から試料を採集

リカーボネイト製の立方体キューブを地面に挿入することによって11個採集した（写真7）。運七窯（古窯）と思われる  $(X, Y) = (14 \sim 17, 14 \sim$



写真8 古窯から試料を採集

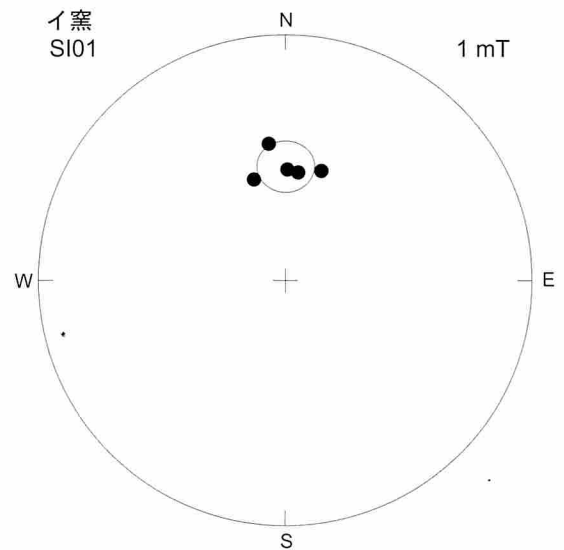


図18 儀三郎窯（イ窯）試料の残留磁化分布

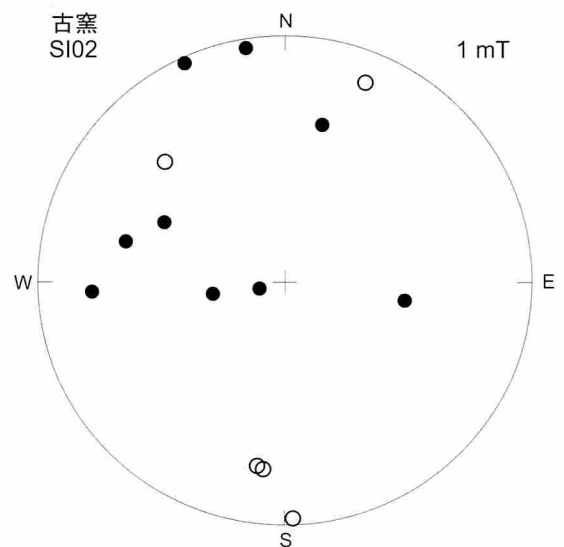


図19 運七窯（古窯）試料の残留磁化分布

17) 付近から14個の試料を採集した(写真8)。

二次的に獲得した磁化成分を取り除くため段階交流消磁を行い初生磁化成分を分離した。図18はSI01(イ窯)で採集した試料の交流消磁1mT後の磁化方向分布である。残留磁化はまとまりが良いことがわかる。しかし、SI02(古窯)の試料は交流消磁を行っても残留磁化は大きくばらついた(図19)。

これは、イ窯は廃窯後もそのままの状態に現在に至っているが、古窯は廃窯後に人工的な擾乱が加わっていることを意味する。そのため、イ窯に関して年代推定は可能であるが、古窯に関しては年代推定は難しいと言える。

### 6. 2 年代推定

イ窯の廃窯年代を推定するため、3mTで交流消磁した結果と地磁気の変動と年代を対応させた

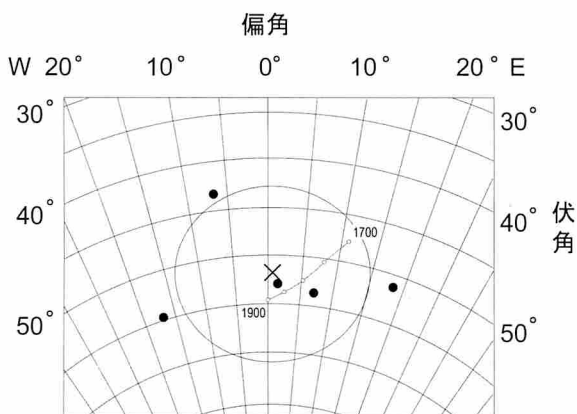


図20 イ窯年代推定

永年変化曲線を用いて年代を推定した。図20に平均の残留磁化方向と95%信頼区間、西暦1700年～1900年の永年変化曲線を示した。両者を比較することにより、年代は1860年±50年と考えられる。

### 7. まとめ

白岩焼窯跡の磁気探査と電気探査を行い、窯跡の位置と焼き物の捨て場や屋根の柱穴と思われる場所を推定した。儀三郎窯(イ窯)は白岩瀬戸山に示された「イ窯跡」にはほぼ一致したが、「古窯?」は示された位置ではなく、二箇所に分かれて存在することがわかった。また、イ窯の廃窯年代を1860年±50年と推定した。

### 参考文献

渡邊為吉(1933):白岩瀬戸山(復刻版)、翠楊社、東京。