

窯跡の磁気探査

奈良国立文化財研究所 岩 本 圭 輔

はじめに

大きな鉄鉱床などの附近では地球の磁場が乱されて、磁石の針が南北を指さないことがあるという事実はよく知らされている。これと同様に小さな鉄片も磁石の針に感じられない程度でも、磁場に影響を与えており、また窯跡、炉跡、溝、土壌など地中に埋もれた遺跡、遺構も、その中に含まれる磁性の強い酸化鉄の量に応じて、影響を磁場に及ぼしている。

地表にあらわれていない遺構、遺物の影響による地磁気の強さの局地的な異状を調べて、これらの遺構などの存在や位置、規模を推定することが可能になるわけである。¹⁾

現在このような調査に充分なほど精密に、磁気の強さを測定できる野外用の装置が、幾種類が開発されているが、今回紹介する調査で使ったのは、プロトン磁力計である。プロトン磁力計は、標準的なタイプの装置では、ある地点での総体的な磁気の強さを、 ± 1 ガンマ(1 ガンマ $=10^{-5}$ ガウス)の精度で測定する能力をもつ。地磁気の強さは、日本では 45,000 ガンマから 50,000 ガンマの間程度の値を示す。

地磁気の測定を、わが国の遺跡の探査に応用して行く上での、実用上の目安を得ることを目的として実施した実験結果の一部を以下に紹介する。これは又、同時に、今後の各地の測定データを解析して行くための基礎資料集収作業の第一歩となるものでもある。

プロトン磁力計は、米国ジオメトリクス社の G-816型を使用した。

1 土地景観とノイズ(地物等の影響による、地磁気の強さの不規則変動)

電車路線、自動車道路、人家、高圧送電線等の附近では、これらの影響で地磁気の強さは、ある幅をもって絶えず不規則に変動している。ノイズの量が大きくなると、調査の対象となる遺構、遺物に由来する局地的な磁気の異常を覆ってしまい、遺構等の検出は不可能となる。

例えば、ある遺構の影響によって、地上 1.2 m のところでの磁気の強さが、周囲より 20 ガンマ上昇している地点があっても、全体的な磁気の強さが、20 ガンマの幅で不規則に変動していれば、この地点の検出は不可能か、非常に困難になってしまうであろう。

市街地周辺でのノイズの量を調べるため、奈良市街のまわりに 10箇所ほどの地点を選び、各地点

で磁力計のセンサーを地上 2.4 m の高さに固定，10秒おきに 20回の測定を行って，磁気の強さの時間変動を調べた。図-1 に各測定点，Loc.1 から Loc.13 までの位置を示す。

表 1 各地点のノイズ

地 点	最 大 値	最 小 値	変 動 幅
Loc. 1	46,268 ガンマ	46,265 ガンマ	3 ガンマ
2	326	307	19
3	377	328	49
4	343	332	11
5	327	296	31
7	407	308	99
8	355	346	9
9	359	349	10
10	333	316	17
11	322	318	4
12	309	303	6
13	306	272	34

表-1 にこの測定の結果を整理した。各地点での 20回の測定値の最大と最小のものを掲げ，その変動の幅をノイズの量として捕えたものである。下の図-2 には，このうち代表的な 4箇所の地点で

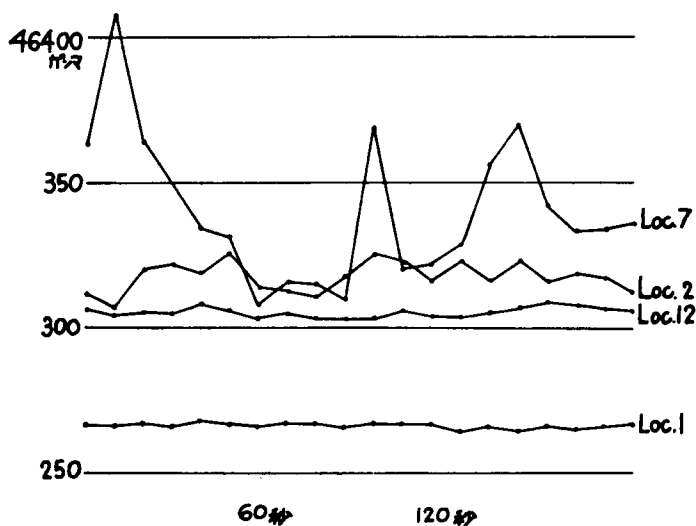


図-2 磁気の強さの時間変化



図-1 ノイズ測定点

の磁気の強さの時間変動をグラフで示す。

図-1と表-1とを照らしあわせれば、おおよその状況はわかるが、簡単に説明を加える。

Loc.1, Loc.11は電車路線から4 Km以上離れ、人家からも遠く、ほとんどノイズのない点である。Loc.11の場合は、北100 mほどのところを、関西線の架線のない軌道が走っているが、この影響はないといえる。

Loc.3, Loc.7のノイズの激しい例は、どちらも2つの高圧線にはさまれ、片方の送電線から100 m程しか離れていない地点で、Loc.7では西側30 mにある自動車道路の影響が、ノイズを特に大きくしている。Loc.9は南500 mのところに、東西に高圧線がはしる（地図には載っていない）。10 ガンマのノイズは、南側100 mにある道路の影響と考えられるので、500 mの距離で高圧線のノイズは、ほとんどなくなると見られる。

Loc.5, Loc.13がかなりのノイズを示すが、これは人家、電車路線、自動車の影響が重なっている地点である。

その他の各地点は、近鉄奈良-京都線の東側900 mにあるLoc.2の19ガンマの例を最大として、20 ガンマ以下のノイズの量を示している。

以上の結果からみて、高圧送電線、電車路線のすぐ近く、あるいは幾つかの要素の影響が重なっているなど、特に条件の悪い場合を除けば、奈良程度の市街の周辺地域では、10ガンマから20ガンマほどにおさまる、と考えられる。しかし一般的な結論を出すには、まだまだ資料が不充分であり、地物とノイズの関係をある程度整理するためにも、更に詳細な測定データを増やす必要があるだろう。

又、ノイズの影響を受けないタイプの磁力計による、測定の実験、あるいは、プロトン磁力計を2台連動させて、ノイズの影響を補正して行く方法の実験も、実施してみる必要があると考えている。

Ⅰ 窯跡の磁気探査

A 奈良山12号地点の窯跡

奈良山12号地点は、図-1のLoc.2に当たる。ノイズの量が、20ガンマほどのこの地点で、プロトン磁力計による磁気探査が、どの程度有効なのか確かめてみることを、主な目的として調査を行った。この地点では、以前に実施された遺構確認のための発掘調査によって、窯跡の位置と大きさが、はっきり知られており、窯体の内部は攪乱されていない。²⁾

ここでは、図-3に示したように測定点を設け、各点で磁力計のセンサーを、地上1.2 mの高さに固定して、10度ずつの測定を行い、その平均値を各点の磁気の強さとした。図-4がこの測定の結

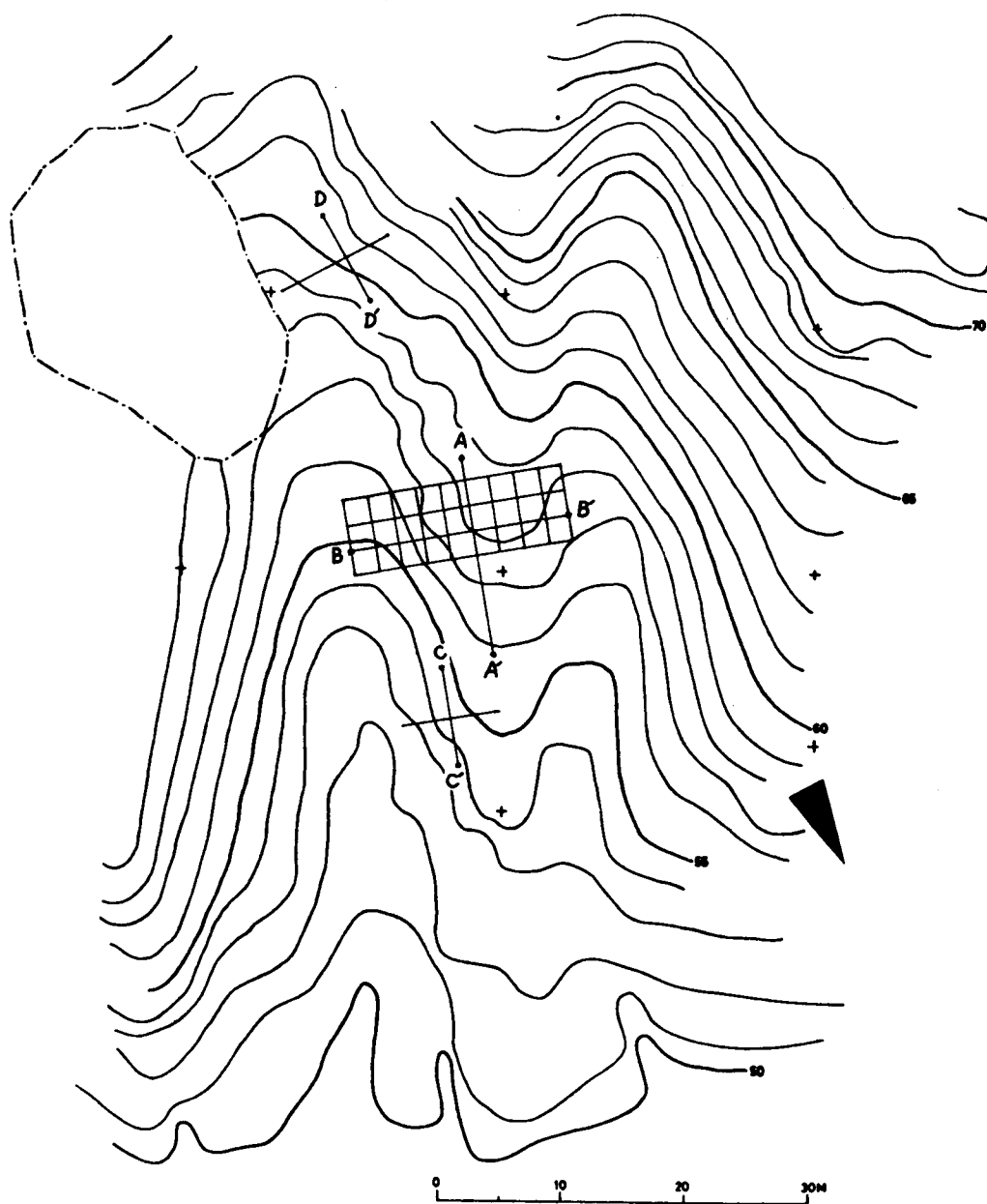


図-3 奈良山 12号地点における測定グリッド

'314 B'315
 '319 '307
 '318 '315 '293
 '316 '312 '317 '354 '276
 A. '317 '294 '325 '350 '292 '295 '301 '319 A'323
 '341 '327 '317 '387 '291
 '366 '331 '297 '386 '294
 '353 '337 '311 '322 '287
 '310 '309
 '311 B'334

図-4a A-A'

B-B' 区

磁気の測定値 (2 m 方眼)

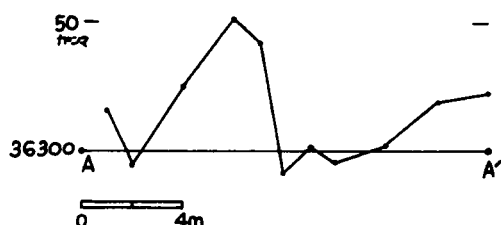


図-4b A-A' ライン

沿いの磁気の強さ (2 m おき)

果である。図-4aの各点の測定に要した時間は、約1時間半、このうち幾つかの点については、最後に再測定を行って、第1回目の測定値との間に、5ガンマ以上のずれのないことを確かめた。図-5にはこの結果から描かれているコンターマップを示す。コンターラインは、36300ガンマを0として、10ガンマの間隔で引いた。

B-B'のラインにかかる窯跡による磁気の異常は、36291ガンマから36387ガンマの96ガンマの幅をもち、コンターマップに示されるように、異常の範囲は、かなり正確に、窯跡の規模を反映している。コンターマップを描く手間を省いても、図-4bのA-A'ラインの磁気の異常のグラフで、充分窯跡の位置を推定できるだろう。

以上のことから、ノイズの量が20ガンマに及ぶ地域でも、プロトン磁力計を使って、窯跡による磁気異常を検出することは、むつかしくないといいだろう。

はっきりした窯体のほかに、奈良山12号地点では、瓦片、焼土の散布している部分が、何箇所か発見され、あるいは窯跡かも知れないと考えられている。このような部分のうち、2箇所を選んで磁気の測定を行い、どのような結果が得られるか調べてみた。場所は図-2のC-C', D-D'の部分である図-6に測定値を示す。

どちらの部分でも、磁気の最大の値が46340ガンマをこえず、異常の幅は30ガンマを上まわらない。C-C'、D-D'ライン沿いの磁気の強さのグラフも、図-4bのグラフと全くちがう様相を示す。

この結果から、どちらの部分も窯跡である可能性は、ほとんどないと推定できる。

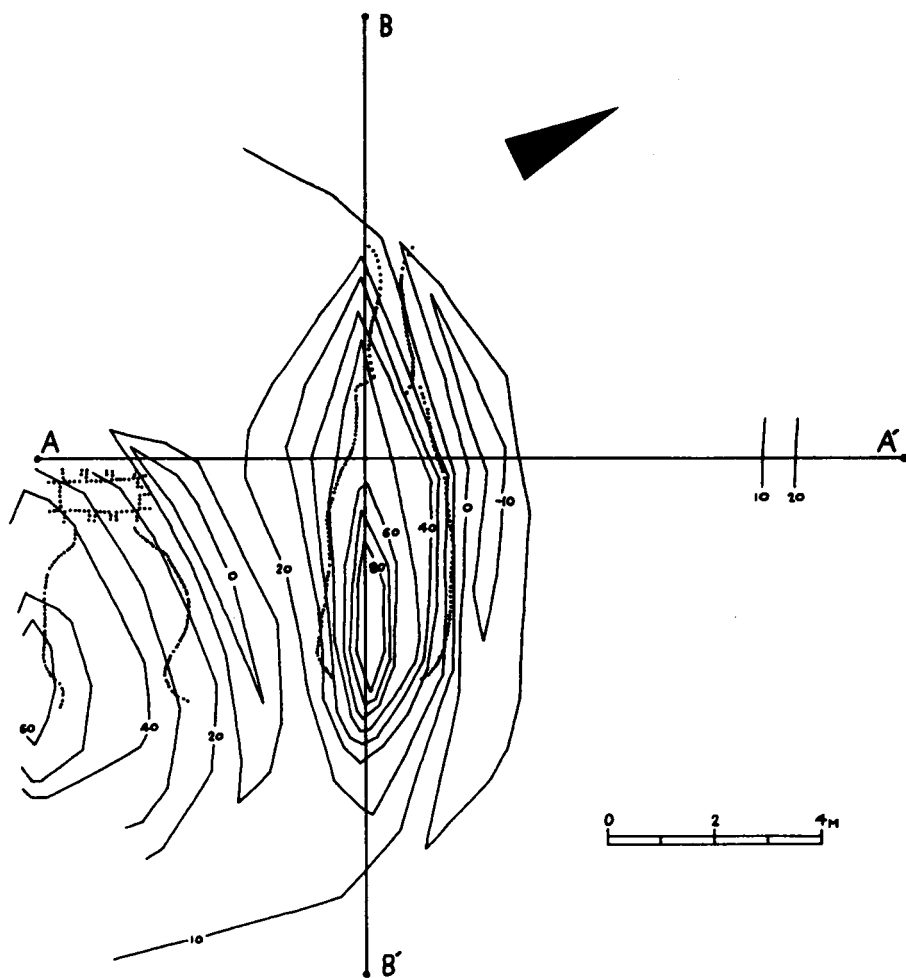


図-5 図4-aから描かれるコンターマップ。
36300ガンマを0とする。
点線は窯跡の位置を示す。

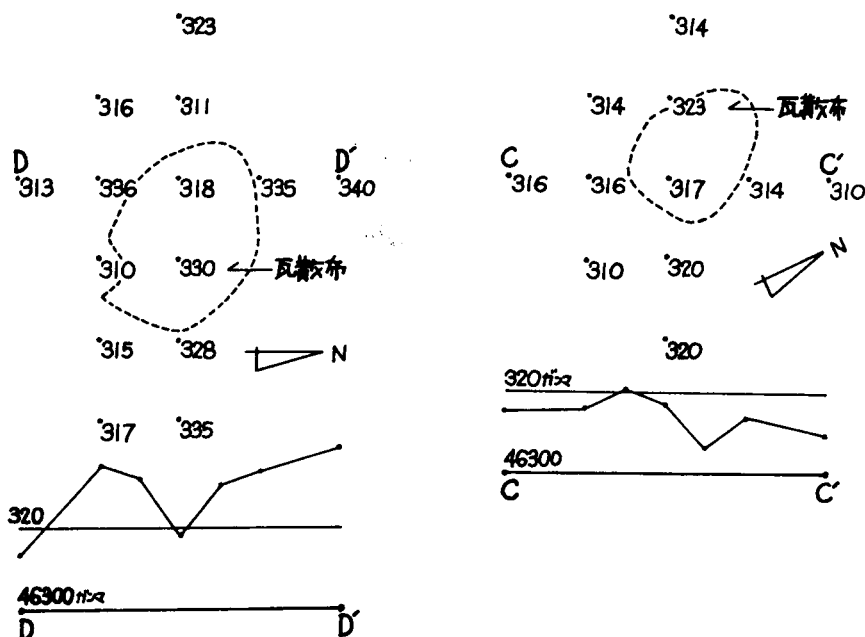


図-6 瓦敷布地の測定結果

B 岩手県北上市相去守高前壇の調査

調査地は、南向きの狭い帯状の緩斜面で、やぶと木立ちにおおわれ、一部にパミスの地山が露出している。広い斜面の中で、窯跡のある可能性の強い部分を捜すために、図-7の略図に示したような4本の予備調査ラインを設けて、2m間隔で磁気の強さを測定することから、作業をはじめた。この付近は、ほとんどノイズが認められないので、各点での測定は1回ずつとし、各ラインの測定が終わる毎に、測定開始点に戻り、磁場に大きな変化のないことを確かめた。磁力計のセンサーの高さは、地上1.2mにして、全部の測定を行っている。A-A'間、B-B'間の距離は50m、C-C'間の距離は40m、D-D'間の距離は74mであり、A-A'、B-B'、C-C'ラインは、南北に4mずつ隔たっている。予備調査の結果、各ライン沿いの2m毎の磁気の強さを示すグラフが、図-8である。

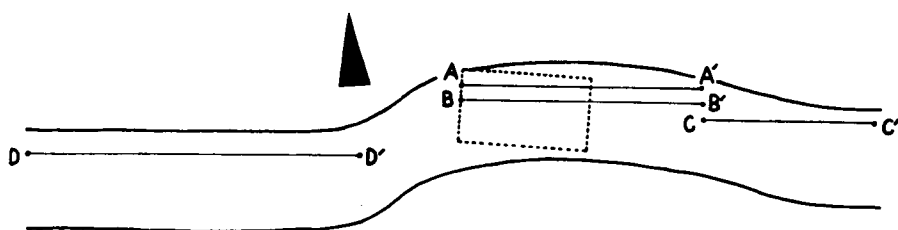


図-7 北上市相去 調査地区概念図
(点線部にグリッドを設定)

B-B'ラインに 2箇所、C-C'ラインに 1箇所、周囲より 100ガンマ程度、磁気の強さが急激に増えている部分がみられ、窯跡の影響である可能性が強いと考えられた。D-D'ラインでも、磁気の強さの最大の値は 47460 ガンマで、B-B'ラインでの最大の値 47459 ガンマに、ほぼ等しいが、グラフに見られるように、このラインでは異常の規模が、大きな範囲にわたっている。又ここは地山のバミスが露出していて、地表面に全く窯跡らしい痕跡が、認められない。これらのことから、D-D'ラインの磁気異常は、窯跡によるものではないと判断した。

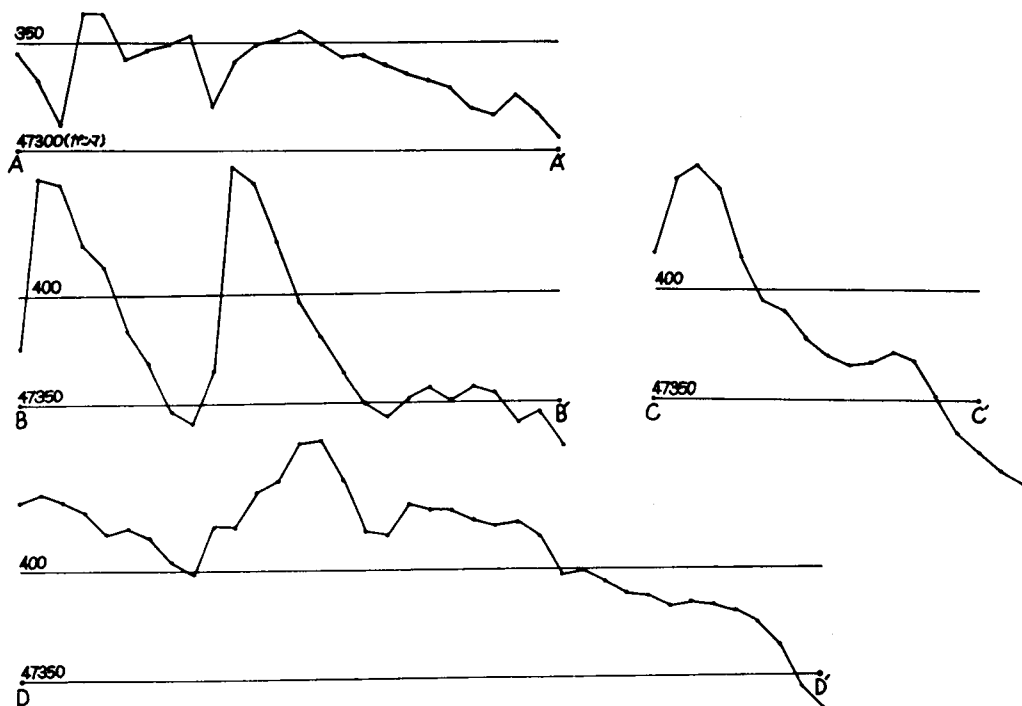


図-8 各ライン沿い 2mおきの磁気の強さを示すグラフ

図-9bが、このグリッドの磁気測定の結果で描いたコンターマップである。コンターラインは、20ガンマの間隔で引いた。図中には2つの磁気の高まりが見られる。これらは図5に示した奈良山12号地点の窯のように、典型的な窯跡に見られる。磁気異常の形とはいえない。しかし異常の最も大きい部分で、周辺に較べて140ガンマ近く磁気が強くなっている、異常の範囲もまとまりを示すので、ここに2箇所の窯跡が存在すると判断した。この斜面で以前発掘された一基の窯跡が、かなり横幅の広い特殊な形のものであったということも、この判断を裏づける資料となろう。この調査には、4本の測定ラインの設定、一部の下草刈り、測量およびグリッドの設定、磁力計による測定を含めて、2日間の日時と4人の人手を要した。

調査の結論は、B-B'ラインに2箇所、C-C'ラインに1箇所、窯跡の存在が考えられる。ということであるが、一部でも表土をはいで窯体を確認することが望ましい。

おわりに

この報告は、物理学や工学の専門家ではなく、遺跡の分布調査を行う立場のものが、磁気探査が実際の遺跡調査に有効に利用できるのか、という点に主眼をおいて行った、実験の結果である。装置自体の詳細な特性、作動の原理などについては、記述を省かせていただいた。

いままでに述べてきた調査実験を通じて得られた結論を一言にまとめれば、遺跡周囲の条件にもよるが、プロトン磁力計による窯跡の探査は、だいたいにおいて容易であり、表面観察のできない山の中などで窯跡のありそうな地域をさがすことや、窯跡の規模や数を推定することには、有効に使用できる見通しが得られた、ということである。このために、さらに多くの遺構についての、磁気測定データを増し、又遺構を確認するための小規模な発掘を同時に行うことも考えていきたい。

本稿で紹介した資料は、発掘技術調査研究会の事業の一部として実施された調査であり、同研究会の委員の方々の助言、指導のもとに、筆者が実際の調査を担当したものである。

ここに同研究会の諸先生と、測定資料を使わせていただいた岩手県北上市教育委員に、深く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) M. Aitken 1963 Magnetic Location : Science in Archaeology. p.555-568
- 2) 奈良山 1973. 3 奈良県教育委員会

