

史跡整備事業の保存整備計画段階における探査

長田正樹・田村晃一・坂山利彦

Geophysical Exploration for the Objective of Preserving Archaeological Remains

Masaki OSADA, Koichi TAMURA and Toshihiko SAKAYAMA

Abstract

Many relics which are historically and archaeologically valuable, are designated as 'Historical Site' by national or local government. At those sites, works are going on with the aims of their preservation and protection as well as their utilization as facilities for social education. It sometime requires in the course of the site preservation work to make clear the location of buried features over the entire area of the historical site more precisely. In this case, it is effective and efficient to use in combination geophysical exploration methods and the test excavations. Geophysical methods have indirect and non-destructive nature, so that we will be able to collect the gross information about buried features. Estimated buried features will be confirmed through test excavations at limited area. This report gives three examples of investigation carried out on the above mentioned standpoint, and demonstrates the effectiveness of the application of geophysical exploration method, in particular, ground probing radar and resistivity mapping.

The first example involves the investigation of the Kawagoe manor site in the period of the Mediaeval age (11-th to 14-th century A. D.). The main target in the geophysical exploration is to show up the location of buried moat and ditch, that are considered the key feature to understand the function of the manor seat. To ascertain the detectabilities of moat and ditch by geophysical methods, experiments by resistivity mapping and ground probing radar had been conducted. It is confirmed that at the moat, apparent resistivities show values 2 to 3 times higher than their surroundings, and 2-way travel times of electromagnetic (EM) waves appeared to increase due to falling and accumulation of the top soil into the moat. The exploration shows that six moats, large and small, had been dugged at the eastern and southernmost part of the site.

The second example is the investigation of the Kasori-minami shell mound which is one of the largest shell mound in Japan, formed in the mid- and post-Jomom period (Japanese neolithic cultural period in 5000 to 3000 yBP). To investigate detail distribution of shell layer and other features related to shell mound formation, ground probing radar exploration has been conducted over the area about 70000m². Since the shell has distinctly different from surrounding soil in electromagnetic properties, top surface of the shell layer is extraordinary reflective surface of EM waves. From resistivity mapping, it is found that in the area of shell mound, apparent resistivities become extremely lower. Based on these evidences, we can clarify the planner distribution and the state of the remaining of large-sized shell layer. It also show that 73 localized shell mounds and 250 ancient dwellings are widely distributed over the periphery of the large-sized shell mound.

The third example is concerned with the Noge-Ohtsuka mounded tomb constructed in the mid-period of the Kofun period (mid 5-th century A.D.). Exploration had been conducted to elucidate the range of this tumulus including its moat, additional stone coffins at the top of tumulus, and terrace structure on the slope of the mound. At western foot of the mound, ground probing radar records specific reflection pattern by cause of cutting into the ancient ground surface. This pattern forms a continuous arc shape, and somewhat elongates in southwest direction. Trial excavations by trench confirm a moat at the location bounded by specific reflection patterns. The Noge-Ohtsuka mounded tomb can be interpreted as the tumulus with scallop shell-shaped grand plan. It is also shown from ground probing radar measurements that one abnormal reflecting body is buried beside a known stone coffin at the top of the tumulus. Resistivity mapping reveals that the middle part of the slope of the mound is circled by a circular high resistivity zone. This implies that a terrace-shaped structure, where earthenwares called 'Haniwa' arrange with, might have been constructed on the slope.

1 まえがき

歴史的に重要な遺跡や学術的に貴重な遺物や遺構が発見された遺跡の多くは、国もしくは地方自治体によって「史跡」に指定されている。現在、国および都道府県指定の史跡は1000箇所を超え、これらの遺跡では恒久的な保存策がとられている。昭和40年(1965)以来、文化庁は史跡の保護とその活用を計るために整備を積極的に行ってきた。たとえば、平城宮跡(奈良県)やさきたま古墳群(埼玉県)などでは計画的な整備が進められており、遺跡公園として保存、活用されている。

安原(1986)によれば、史跡の整備の目的は大きく分けて次の3つの項目から成っている。第1は、遺跡をより永く保存するために保護することである。第2は、史跡は社会共有の文化的遺産であるので、その価値を広く普及するために社会教育施設として利用することである。第3は、近年の市街化のための開発が史跡周辺に及ぶなかで、史跡が貴重な緑地となって残されている場合

が多く、史跡を社会的環境を保全する施設として利用、活用することである。

これらの目的を達成するためには、遺跡の位置・規模を明確にすることが必要であり、そのためには、主として発掘調査が行われてきた。しかしながら、史跡の全域に亘って発掘調査を行うことは、膨大な時間と費用が必要となり、また、史跡の保存という観点から考えても現状では困難であった。

このような欠点を補う調査方法として、物理探査法の適用に関する研究が行われ、その成果に基づいて、史跡整備事業の保存整備計画段階において物理探査が採用されるようになってきた。

2 物理探査の役割

整備の具体的な流れは史跡によって異なるが、一般的な手順としては図-1に示すような流れに沿って進められる。まず第1段階として、既存の資料などをもとに遺

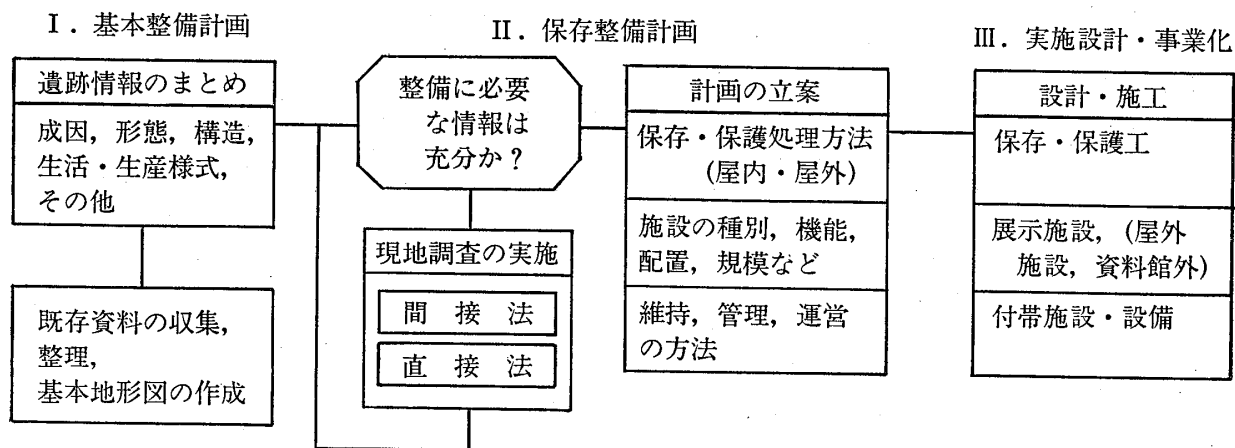


図-1 史跡整備の計画・設計段階の流れの概要

Fig.1 Schematic flow chart in planning of site preservation work

表一1 遺跡調査法の比較
Table 1 Site investigation methods used in archaeology

方 法		特徴（得られる情報、適用遺跡）
間 接 法	資料収集	遺跡の有無，所在地，形状およびそれらに関する伝承。出土遺物に関する情報。
	地表踏査	遺跡の立地条件。土地利用状況。遺跡の残存状況。地表散布遺物の採集。
	微地形解析	遺跡の立地条件。形跡の有無（土塁，堀，古墳，条理遺構，官衙，寺院，城砦など）。
	空中写真判読	古墳周溝，集落跡，堀・水路跡に伴う植生・土壌分布の変化
	物理探査	土質構造の把握。やや規模の大きい遺構の平面的分布，配置および埋蔵深度。
直 接 法	ボーリング調査	表層部土層の確認。貝塚，堀跡の分布。（点の情報）
	限定発掘調査	土層の確認。遺構の存否の判定。遺物の採集。遺跡年代推定。（点あるいは線の情報）
	発掘調査	遺物・遺構の出土状況。遺跡の特徴・性格および年代の変遷。（面の情報）

跡の特徴を整理・検討し，整備の大筋を提示する「基本整備計画」を立案する。第2段階では，史跡を代表する遺構などをどの様に保存・保護するか，あるいはどの部分について復元し，展示しうるかというようなやや具体的なプランとなる「保存整備計画」が立てられる。「保存整備計画」の骨子が固まると，第3段階として，計画を実現するための具体的な「実施設計」が行われ，事業として着手されることになる。

この流れのなかで重要なことは，それぞれの史跡のもつ学術的価値や特徴を的確に評価した上で立案作業を進めることである。そのためには，その遺跡の年代，遺物の種類とその出土位置，遺構の規模，形状，分布，埋蔵深度およびそれらの埋蔵状態などのような遺跡の現状に関する基本的な情報を十分に把握しておくことが前提条件となる。遺跡の内容に関する情報が不足しているときには，補足的な遺構分布確認調査が必要となる。

遺構の分布確認調査で用いられている各種の調査方法は，間接調査法と直接調査法に大別することができる（表一1）。間接調査法は本質的に非破壊法である。地形の微妙な起伏，植生の分布，土層堆積状態に起因する種々の土質的，物性的変化などに基づいて，遺構や遺物の埋蔵状況を把握・推定しようとするものである。これに対して直接調査法は地層を掘り下げることによって，

埋蔵されている遺構や遺物を直接確認する方法である。発掘調査に代表される直接法では，遺構の型式や遺物の種類をもとに，遺跡の時代評価，学術的内容を分析的に解明することができる。

物理探査は間接調査法の1つとして位置付けられる。物理探査が他の間接調査法と比較して適用範囲も広く，得られる遺跡情報も多いことが近年実証されてきた（坂山他，1986；Imai et al, 1987；長田他，1988）。物理探査においては，表層土質の堆積状況およびその局所の変化を調べ，その結果から遺構の分布などを推定する。そして，探査の結果に基づいて必要最小限の発掘調査を行い，遺構を直接確認する。このような方法を取ることによって，史跡の保存・保護と，学術的内容の究明とを両立させることが可能となる。この意味においては，物理探査と発掘調査は相補的な関係にあるといえる。

3 比抵抗マッピングおよび地下レーダーによる調査

さきに述べたように，物理探査と発掘調査が相補的な関係にあることから，探査の結果を発掘調査と対比することによって探査の信頼度の向上を計り，埼玉県川越市河越館跡，千葉市加曾利南貝塚および東京都世田谷区野毛大塚古墳の3箇所において物理探査を実施した。これ

らの史跡における探査目的は、表層土質の分布状況を明らかにするとともに、比較的浅いところに埋蔵されている堅穴式住居、溝、堀、貝塚、石棺などの遺構の分布を把握することであった。したがって、これらの目的に最も適していると考えられる比抵抗マッピングおよび地下レーダーを採用することにした。

3・1 国指定史跡河越館跡（埼玉県川越市上戸）

河越館跡は、12世紀から14世紀にかけて、入間川中流域を勢力範囲とした在地開発領主の河越氏の館跡と比定されている史跡である（川越市教育委員会，1986）。1984年に、常楽寺境内を含む50,000m²の範囲（図-2参照）について、国から史跡として指定された。河越館跡では、1971年から1977年にかけて、遺跡の範囲確認のための発掘調査が9次にわたって実施された。図-2に示すように、遺跡範囲の北部および東側周辺部（発掘区Ⅰ～Ⅳ）において実施されたこれまでの発掘調査の結果によれば、水路あるいは堀の跡が明らかにされている。ま

た、これらの調査の結果によれば、河越館跡における標準的な土層構成は、地表から順に表層土、ローム土、礫層となっている。ローム層と礫層の境界深度はほぼ1.5m～2.0mである。

河越館跡における最も特徴的な遺構は、史跡の北東部（発掘区Ⅲ）で発見された大規模な水路跡である。この水路跡はローム土および礫層を掘り込むように作られており、巾7～8m、深さ2.5mの規模のものである。さらに、この水路跡に付随するように、堀、土塁、堀立建物などの跡が確認されている。

しかしながら、これらの遺構が館跡全域にわたってどのように分布しているかについては明確ではない。整備計画を立案する過程では、史跡中央部における水路や堀の配置を把握することが、館の機能的側面を考える上でも重要であることが、川越市教育委員会（1986）によって指摘されている。そこで、これらの水路・堀跡などの遺構の分布を調べるために、比抵抗マッピングおよび地下レーダーを実施することになった。

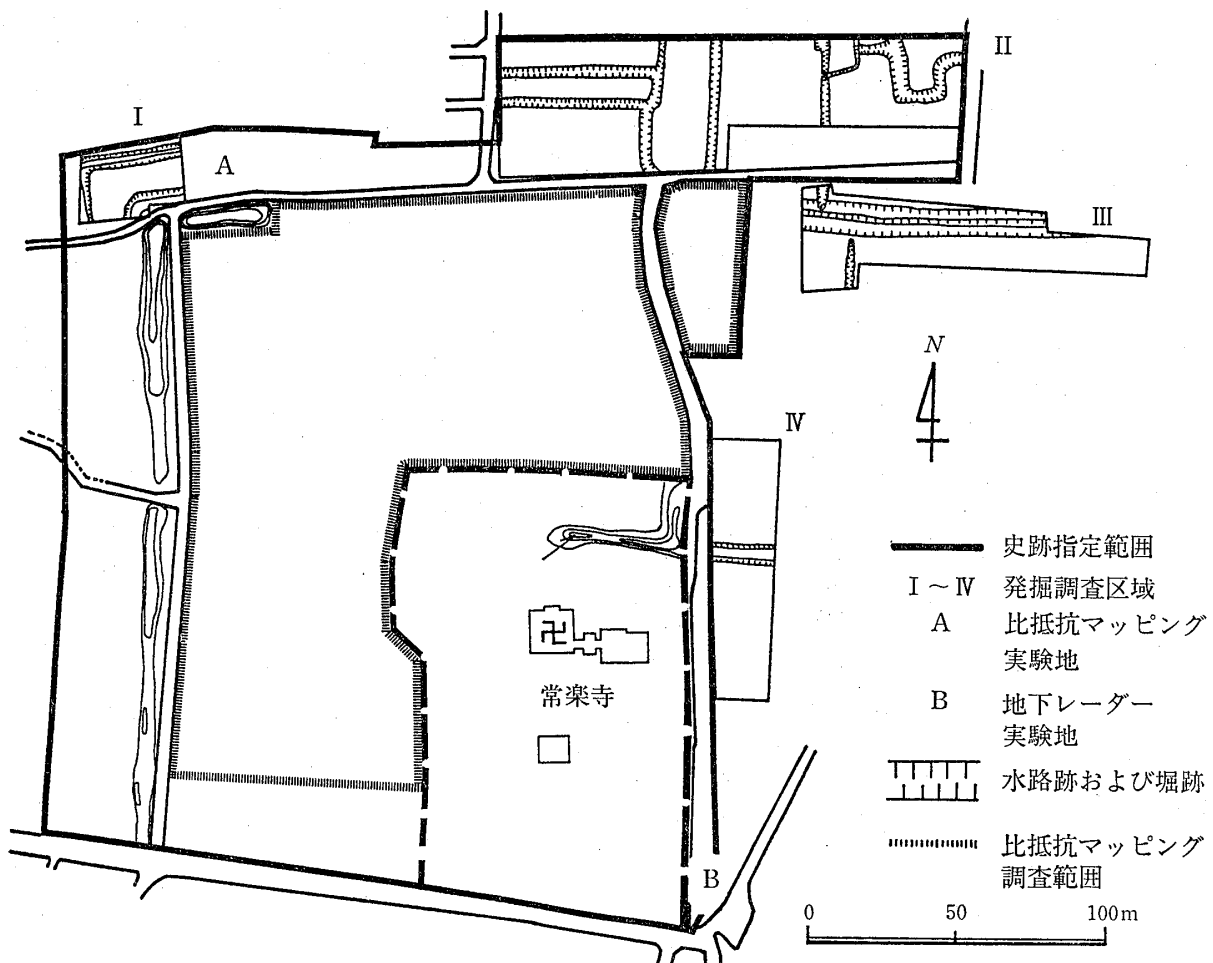


図-2 河越館跡の史跡指定範囲および発掘によって確認された水路跡・堀跡の位置
Fig.2 Map showing area of the Kawagoe manor site, and location of moats and ditches unearthened by previous excavation

(1) 比抵抗マッピングによる調査

比抵抗マッピングによる水路・堀跡の検出度を検証するための測定を館跡の北西隅（図-2のA地点）において実施した。この地点は、館を取り巻く土塁の外側にあ

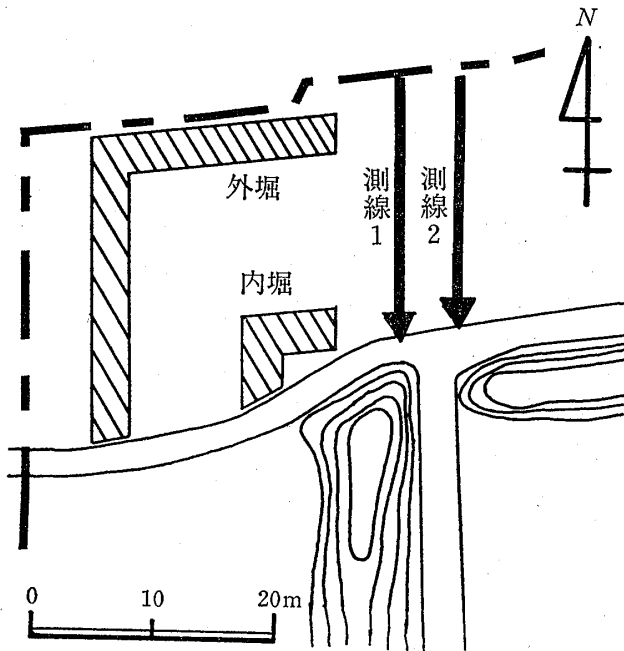


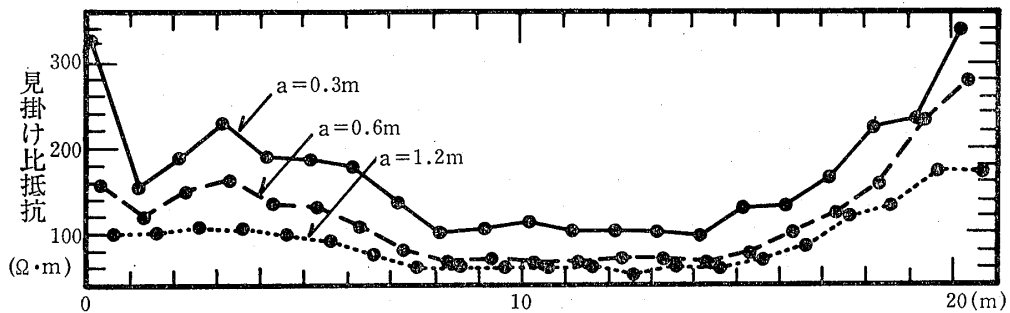
図-3 比抵抗マッピングの検証実験における測線配置（図-2のA地点）
 Fig.3 Measurement line arrangements in the resistivity mapping experiment at the point A shown in Fig.2

り、内堀および外堀と呼ばれている2本の平行した堀が発堀によって確認されている箇所（発掘区I）の直ぐ東に位置している。

この2条の堀が連続して東へ延びているものと想定して、堀の延長方向と直交するように未発掘部分に2本の測線を配置した（図-3）。電極配置は二極法とし、電極間隔は0.3m, 0.6m, 1.2mの3種類とした。測線2について得られた見掛け比抵抗のプロファイル曲線と断面を図-4に示す。測線の中央部（距離8~14m）において、見掛け比抵抗値はほぼ160Ω・m程度と一定した値となっている。これに対して、測線の両端に近い部分（0~7mおよび15~20mの範囲）では、比抵抗値が急激に増加し、300Ω・mを超す値となっている。この比抵抗値が急増する箇所は、図-3に示した堀跡の東側の延長部と一致している。すなわち、堀の内部には比抵抗の高い表層土が流入し厚く堆積しているために、堀でない部分（測線の中央部）と比較して、堀の部分が高い比抵抗となっているものと考えられる。したがって、比抵抗マッピングにおいては、高比抵抗値が帯条に連続する異常帯が見出だされた場合、その地点を堀跡と推定できるものと考えた。

上記の検証実験の結果を踏まえて、20,000m²の範囲について比抵抗マッピングを実施した。東西方向および南北方向に2m間隔の格子を設定し、格子点を測定点とした。また、電極配置は2極法で、電極間隔は0.3m、

(a) 見掛け比抵抗のプロファイル曲線



(b) 見掛け比抵抗の疑似深度断面

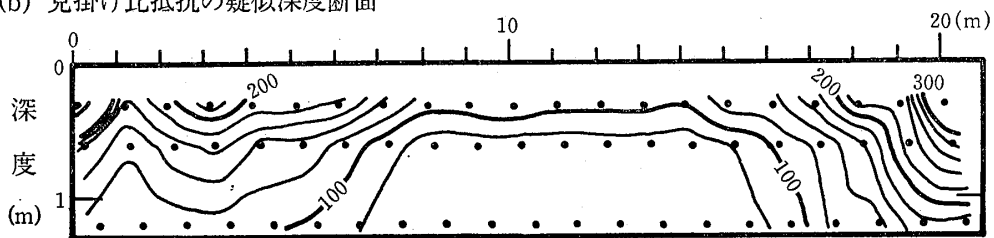


図-4 比抵抗マッピングの検証実験の結果
 Fig.4 (a) Profile curves of apparent resistivities at line 2;
 (b) Pseudo-depth section of apparent resistivities



図-5 河越館跡における見掛け比抵抗分布 (電極間隔 90cm)

Fig.5 Apparent resistivity distribution at the electrode interval of 90 cm

0.6m, 0.9mおよび1.2mの4種類とした。比抵抗マッピングによる見掛け比抵抗分布(電極間隔90cm)を図-5に示す。この図によれば、調査域全体にわたっておおむね200 $\Omega\cdot m$ 以下の低比抵抗値となっているが、調査地の東の部分で常楽寺の北側の荒地となっている区域には、250 $\Omega\cdot m$ 以上のやや高い比抵抗値を示す箇所が見られる。これらのうち、図-5において“C”として示すところでは、東西方向に幅4~6m、長さ30mの規模の細長い形をした高比抵抗帯が存在する。この高比抵抗帯は、さきに示した発掘区Iの堀跡の方向およびA地点における検証実験の結果(図-4)を参照すると、発掘区Iにある堀跡の延長部である可能性が高いことが推定できる。これに対して、調査域の西半分においては全体的に200 $\Omega\cdot m$ 以下の低比抵抗値となっており、200 $\Omega\cdot m$ 以上の値を示す箇所はブロック状に点在するのみで、線状の高比抵抗値を示す箇所は検出されていない。

(2) 地下レーダーによる調査

地下レーダーによる水路・堀跡の検出度を検証するた

めの測定を館跡の南東隅(図-2のB地点)において実施した。また、この地点では、トレンチによる発掘調査を併用し、両者の結果を対比して、地下レーダーによる測定結果の判断・解釈の基本資料とした。図-6にプロファイル測定の結果と発掘調査によって明らかにされた地層断面を示す。プロファイル測定結果によれば、距離9m以遠では、比較的単純で地表面にほぼ平行した反射パターンが深度約1.0m以浅に続いている。距離0~9mの範囲では、この反射面がくぼんでおり、その深さは1mを超えている。距離0~4mでは、反射面の連続性がやや乱れてはいるが、0m方向に向かって浅くなる傾向が見られる。また、この測線にそって掘削されたトレンチ(幅2m、長さ13m)による地層断面によれば、0~9mの区間において、ローム層および礫層が2mを超す深さまで掘込まれた跡があり、この掘込まれた部分には後世に流入した粘性土をはじめとして土砂が層状に堆積している。これによって水路の存在が確認された。

このトレンチによる結果と地下レーダー記録とを対比

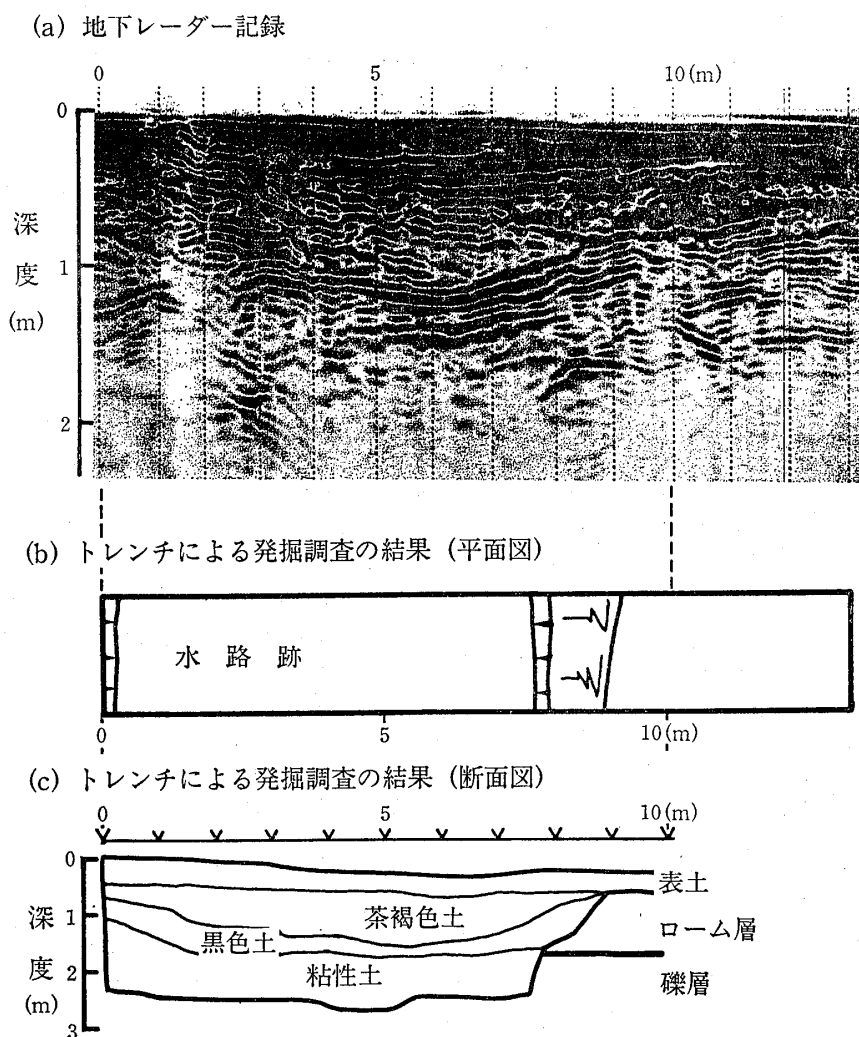


図-6 水路跡における地下レーダー記録とトレンチによる発掘調査結果との比較
 Fig.6 Comparison between time section by ground probing radar (a) and plane view (b) and cross section (c) of test trench at the point B in Fig.2

すると、水路跡範囲については、反射面のくぼみ範囲と一致している。また、くぼみの底部の深度が1mであることから、水路内部の茶褐色土と黒色土との境界が反射面として捉えられていることが分かる。このように、地下レーダーにおいては、水路跡は反射走時の遅れとして検出され、かつ、水路内部の状況については、少なくとも土砂の堆積状況を反映した反射パターンを呈することが確かめられた。

そこで、表層土の比抵抗値の高い北東部および南部において、23測線、延べ900mについて地下レーダーを実施した。図-7に測線の位置を示す。また、図-8は測線15において得られたプロファイル測定記録の一部を示したものである。この記録によれば、深度2m付近に優勢な反射面が見られる。そして、測線距離18~28mの10mの区間において、約1mほど落ち込んでいる。河越館跡における標準的な土層構成からみると、この反射面は

ローム層と礫層の境界面の深度に対応している。また、図-6に示した検証実験の結果を参考にすると、この落ち込み範囲の反射面は、茶褐色土と黒色土との境界面を表すものと考えられる。そしてその大きさからみると、B地点において確認されたものと同じ程度の水路跡であり、さらには、この館跡における特徴的な遺構である発掘区Ⅲにおいて発見されている水路跡と同じ程度の規模のものと考えられる。

このような礫層上面に対応する深さの起伏の連続性を調べるために、各測線についての解析結果に基づいて、館跡の北東部についての礫層上面の深度分布を求めると図-9のようになる。地表面はほぼ平坦であるので、等深度線はそのまま礫層上面の起伏を示すことになる。

測線15におけるプロファイル測定記録(図-8)において見られた礫層上面の落ち込みと同等の反射面は、測線9~14における記録にも現われており、この反射面の

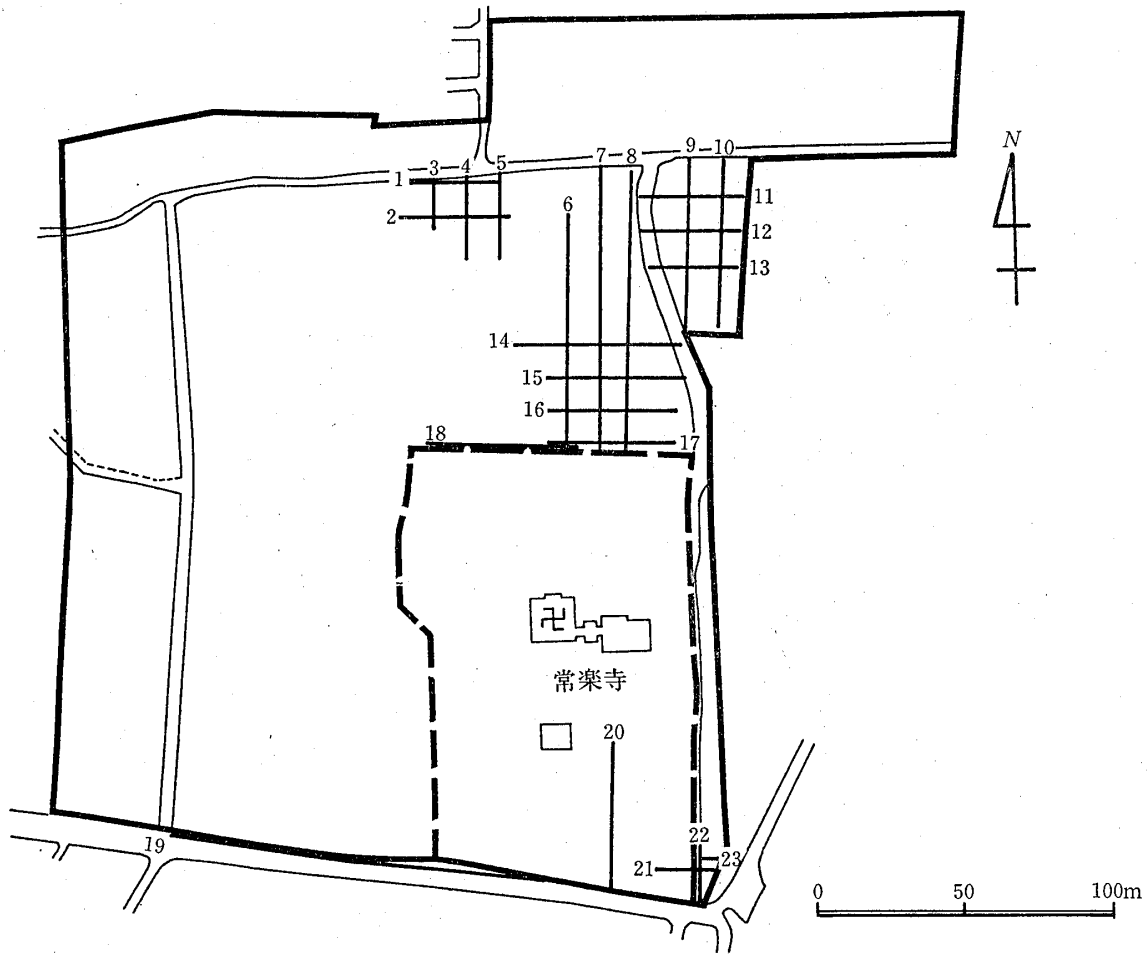


図-7 地下レーダーの測線位置

Fig.7 Measurement lines of ground probing radar at the Kawagoe manor site

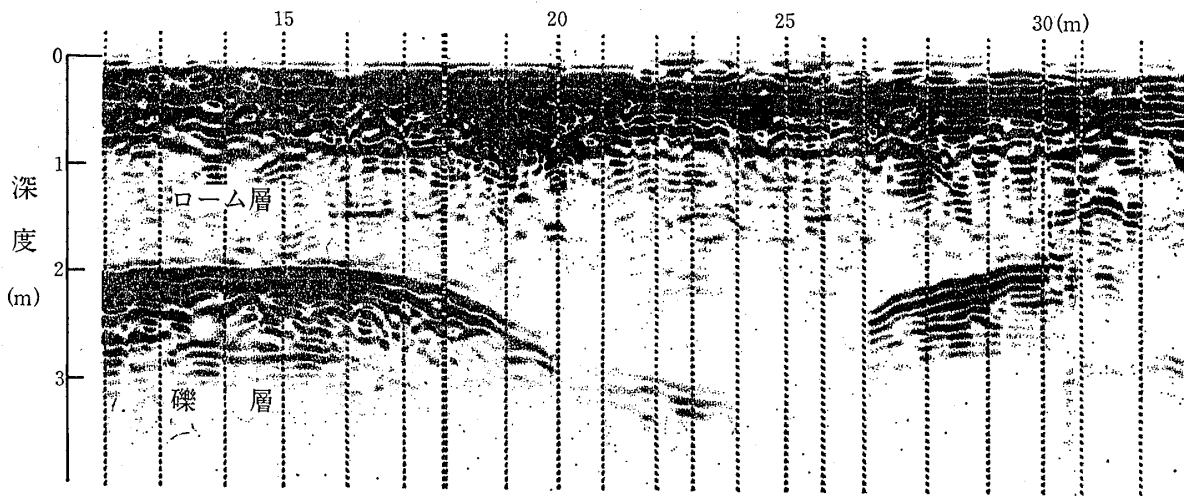


図-8 水路跡を横断する地下レーダーの記録例 (測線15)

Fig.8 Example of typical record of ground probing radar transected over the buried moat (line 15)

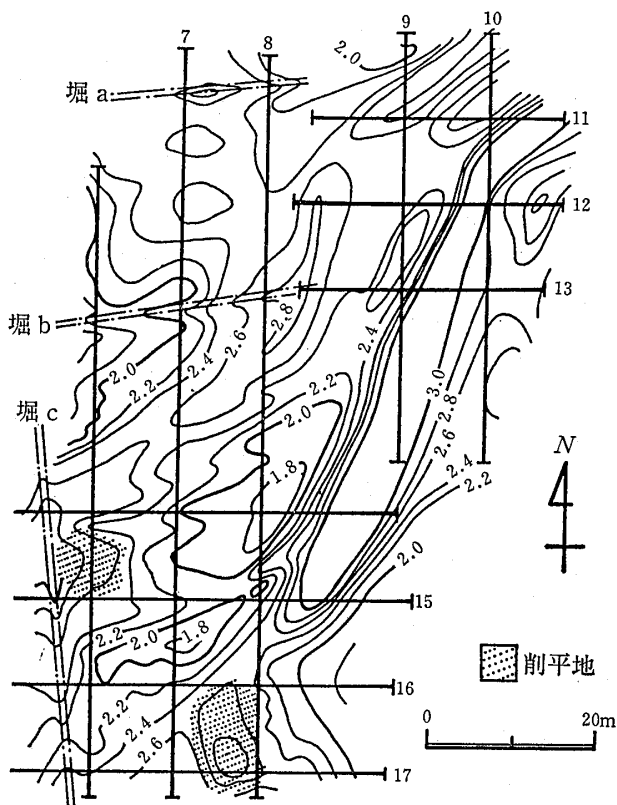


図-9 地下レーダーによって推定される礫層上面の等深度線図
 Fig.9 A depth contour map up to top surface of the gravel layer

落ち込みは、図-9に示すように、北東-南西方向に連続して存在していると考えられることから、水路跡と推定される。この水路跡は、その規模、埋蔵深度などを考慮すると、発掘区Ⅲ(図-2参照)において発見されている水路跡につながる可能性が高い。また、この水路跡に対応する反射面の落ち込みは、測線16における記録には現われていないことから、測線15のすぐ南で行き止まりになっているようである。

図-9によれば、小規模ではあるが、礫層上面に3本の筋状に連なる凹状の構造を指摘することができ、これらは堀の跡と考えられる(堀(a), (b), (c))。

また、図-9において、“削平地”として記入した箇所が測線6および測線16~17の2箇所にみられる。これらの測線におけるプロファイル測定記録によれば、反射面が約8mの長さにおよそ50~70cmほど落ち込んでおり、このくぼみの底面は平坦になっている。このような平坦な面は、自然に形成されたものというよりは、人為的に掘削されたものと考えられる。その使用目的などは不明であるので、単に“削平地”とよぶこと

にした。

以上に示したように、比抵抗マッピングおよび地下レーダーの両者の結果に基づいて推定された遺構の分布をまとめると、図-10に示すようになる。ここに示す水路(b)は、測線1~2および測線18において、礫層上面の落ち込みとして認められたものを結んだものである。また、水路(c)は、測線19において、礫層上面の落ち込みと認められる反射面が約80mの区間にわたって認められることから、おおむね東西方向に向いた水路跡が存在するものと推定したものである。水路(d)は、測線20および測線22において認められた礫層上面の落ち込みを結んだものである。

堀(b)は他の遺構よりも浅いところ(深度約1m)に認められるものである。

なお、図-9に示した堀(a)の位置は、比抵抗マッピングによって指摘された堀跡“C”(図-5参照)とほとんど一致するので、ここでは同じものとしてある。

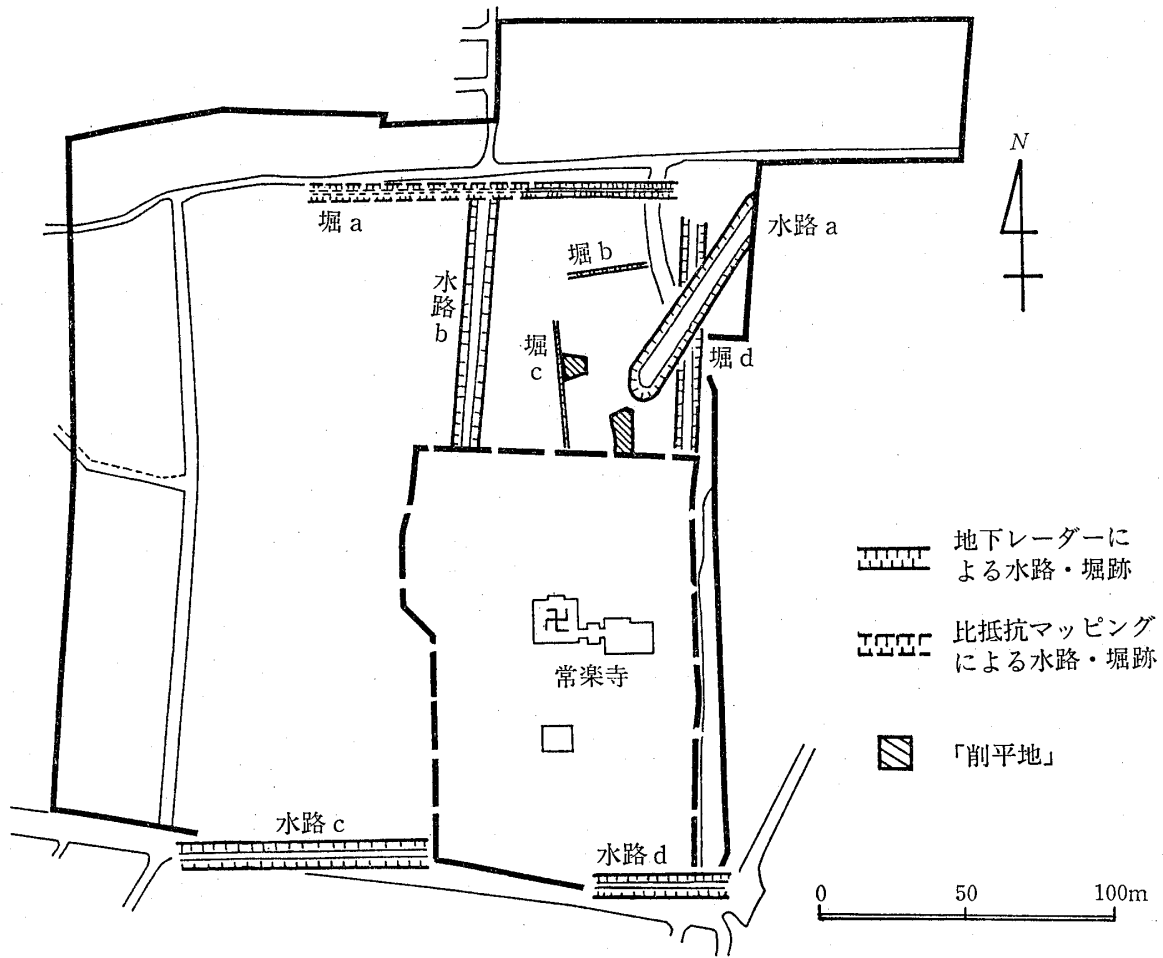
3・2 国指定史跡加曾利南貝塚(千葉県千葉市桜木町)

加曾利南貝塚は、その北側にある北貝塚とともに、縄文時代中期から後期(6000~3000年前)にかけて、東京湾東岸のローム台地上に形成された大型貝塚である。南貝塚は、図-11に示すように、その西半部に長径が約180m、短径が約150mの馬蹄形の貝塚があり、東半部は、貝を利用した人々の生活の場ではなかったかと考えられているところである。この馬蹄形貝塚の直ぐ北側に直径が約130mの円環形の北貝塚が接しているために、数字の「8」の形状を呈している。

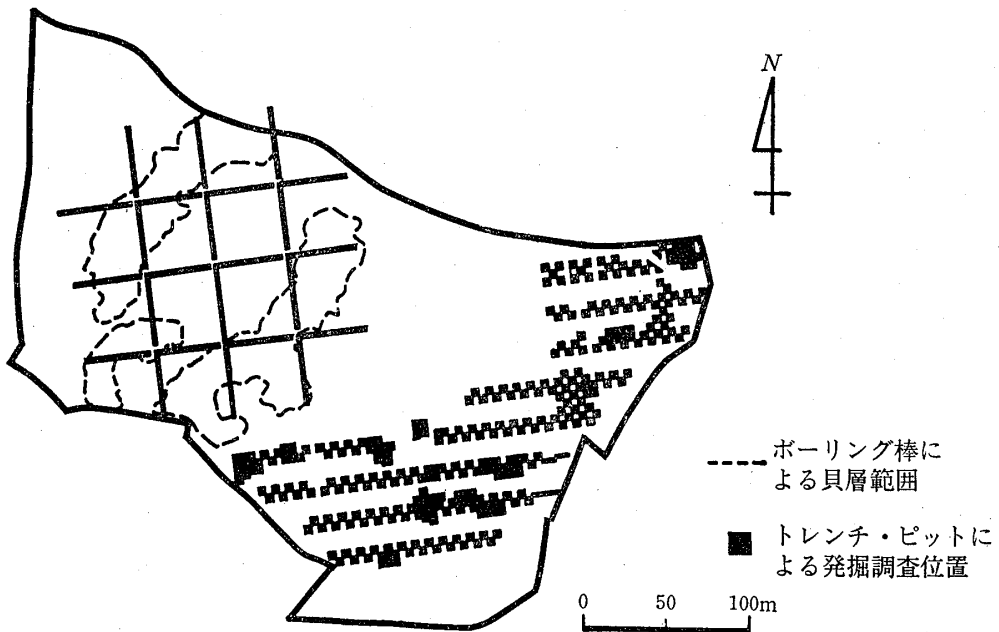
従来から、貝塚は食物の残滓を捨てた跡と考えられているが、加曾利貝塚の場合には、貝層の規模が余りにも大きいことから、その機能として「干貝生産工場」とでもいうような側面が強いのではないかと考えられている(千葉県教育委員会、1986)。貝塚からは縄文土器や石器のほかに、人骨を含む種々の遺物が発見されている。とくに、加曾利E式および加曾利B式と呼ばれる土器は、東日本における縄文時代の編年の標準土器となっている。

北貝塚は1933年より整備が開始され、そのうちの面積約55,000m²の部分については、1968年に国の史跡に指定されている。そして、貝層断面や堅六式住居跡を展示する施設や出土品を展示する博物館などが設けられており、北貝塚を対象とした整備事業は一応完了している。

これに対して、南貝塚の約70,000m²は、周辺の市街化開発に伴って1966年から1978年にかけて、段階的に史



図一10 比抵抗マッピングおよび地下レーダーによる河越館跡における推定遺構分布
 Fig.10 Estimated distribution of buried moatlike structures at the Kawagoe manor site



図一11 加曾南貝塚の史跡指定範囲およびこれまでの主な発掘調査範囲
 Fig.11 A map showing area of the Kasori-Minami shell mound site and pattern of previous excavation by means of trenches, pits and borings

跡として指定されてきた。そのためもあって遺跡全体としては未整備の状態に近い。

南貝塚においては数次に分けて部分的な発掘調査が実施されてきた。すなわち、図-11に示すように、史跡指定範囲の西半部にある馬蹄形貝塚部では、ボーリング棒（探深棒）による貝層の概略分布の調査およびほぼ東西方向と南北方向の50m間隔の格子に沿ったトレンチ調査が実施された。また、東半部においては、図に示すような一松模様状に4m×4mのピット掘削による調査が行われた。これらの発掘調査によって、大型の馬蹄形貝塚の存在およびその東半部に点在する堅穴式住居跡などが確認されている。

この遺跡における表土は極めて薄く、すぐにソフトロームと呼ばれている黄褐色土層となり、黄灰色を呈するローム土に漸移している。住居はソフトローム内を直径約3~4mにわたって深さ10~20cm掘り込んだ形で作られている。このような住居跡の内には生活残滓が投棄さ

れ、それらの残滓が集積してできた地点貝塚も確認されている。

しかしながら、南貝塚はその面積が広大であるため、全域にわたる遺構の分布は必ずしも明らかではなく、馬蹄形貝塚の正確な輪郭やその周辺に展開していると思われる縄文集落の実体について不明な点が多い。そこで、整備に必要な情報を速やかに得るための調査方法として、物理探査を主とし、部分的に試掘調査を行って、探査結果を確認してゆく方法を採用することになった。そこで、貝塚の分布や住居跡などの遺構の検出を目的として、面積が約70,000m²の南貝塚全域について地下レーダーを実施し、また、馬蹄形貝塚の輪郭の平面的な分布を詳細に調べるために、これを中心とする約35,000m²の範囲に比抵抗マッピングを実施することにした。

(1) 地下レーダーによる調査

貝塚全域についての地下レーダーの実施に先立って、試験的に地下レーダーを実施した。千葉県教育委員会に

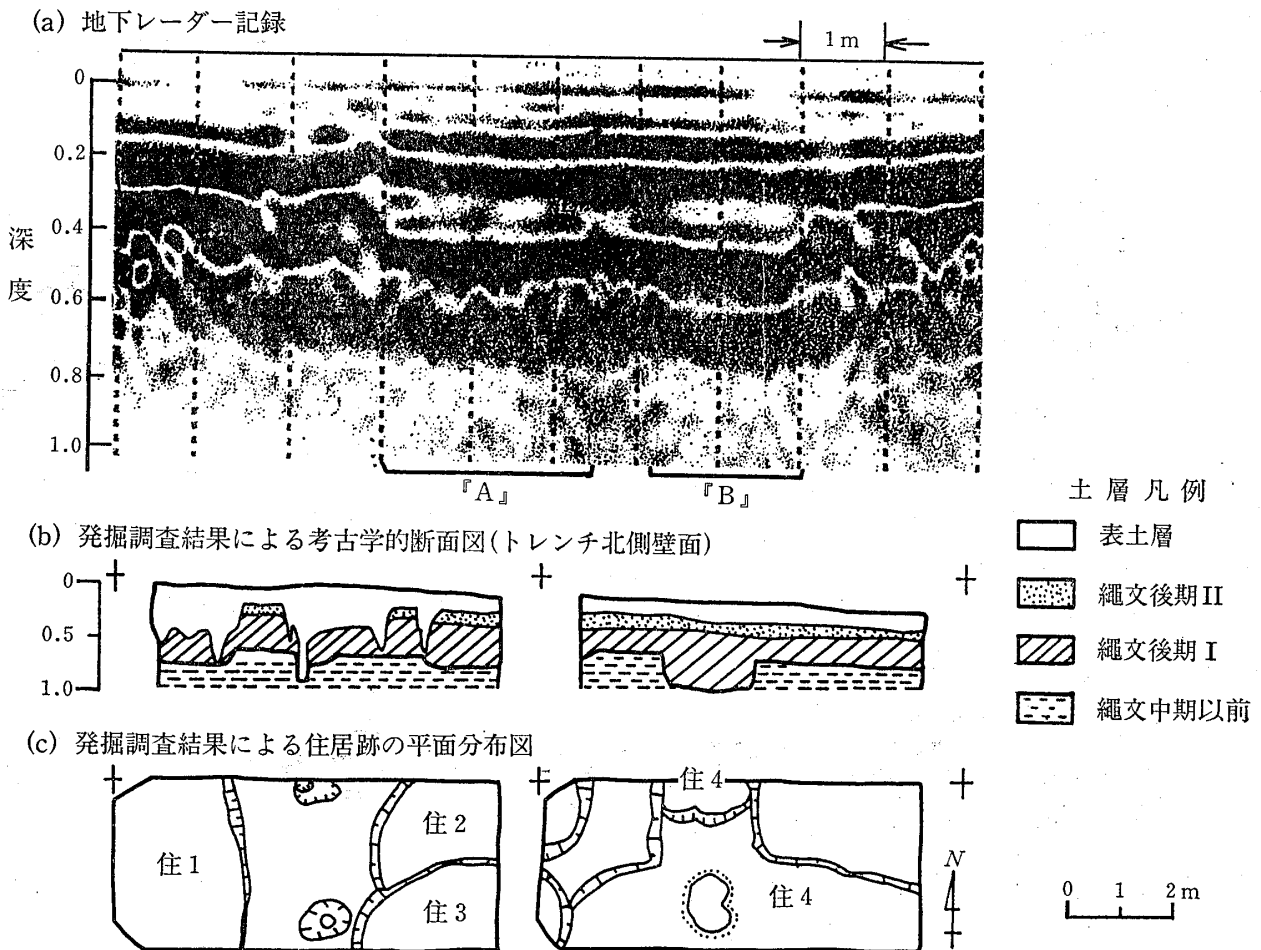


図-12 地下レーダーの記録とトレンチ試掘調査の結果との比較

Fig.12 (a) A record of ground probing radar at house dwelling; (b) Cross section, and (c) Plane view at test trench along the measurement line of ground probing radar

おいては、これらの地下レーダーによる結果の検証のために、10ヶ地点において試掘調査を実施し、それらの結果の対比を行った（千葉県教育委員会，1987）。その1例を図-12に示す。

図-12(a)にAおよびBによって示す部分に、表層の下面（第2層の上面）からと考えられる反射パターンの2箇所、わずかではあるが乱れが見られる。一般に、表層部に異常がない場合の反射パターンは、測線全体に亘ってほぼ同様な走時、振幅および見掛けの周期をもっているために、記録の上では一定の縞状パターンとなって現れる。しかしながら、この加曽利貝塚においては、住居跡の埋蔵深度が浅くかつ規模が小さいこと、また、土質の物性の差異が小さいことなどの理由から、埋蔵されている住居跡の兆候は、図に示すような表層部による反射パターン中のわずかな変化として現れるものと考えた。したがって、図中のAおよびBを住居跡と推定した。

ここに示した地下レーダーの測線に沿って、千葉県教育委員会（1987）によって実施された試掘調査による考古学的土層断面および遺構の平面分布図を示すと、図-12の(b)および(c)の通りである。この発掘結果によれば、住居に関連した表層土の落ち込みが3箇所（図-12(c)の

住1、住2および住4）に見られる。このうち、住2および住4の位置は、地下レーダーによって住居跡として推定したAおよびBの位置と一致している。しかしながら、住1については地下レーダーの記録には現れていない。

千葉県教育委員会（1987）によれば、10地点における地下レーダーと試掘調査の結果の対比から、地下レーダーによって推定した遺構箇所の80%の地点に住居跡などが実際に存在していること、また、大型の馬蹄形貝塚や地点貝塚のような貝層については、地下レーダーによってほぼ完全に検出されることが判明したとしている。

南貝塚全域に対する地下レーダーは、東西方向および南北方向に5m間隔の正方形格子状に測線を設定して実施した。測線の延長は約23kmである。

図-13は馬蹄形貝塚部において得られたプロファイル記録である。貝層からの強い反射波が連続して現れている。貝層内部の反射パターンは複雑であり、これは貝層内部における堆積状況の複雑性を反映したものと考えられる。また、反射の強さは貝の集積密度と関連することが考えられる。図の中央部の約13mの区間には、反射パターンに顕著な起伏が見られる。これは、貝層が元来均

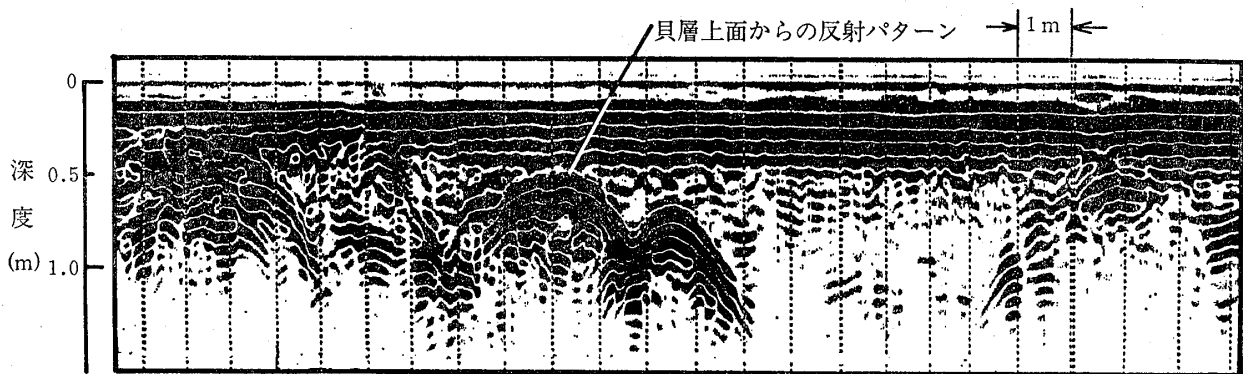


図-13 大型貝塚を横断する地下レーダーの記録例

Fig.13 Typical record of ground probing radar at the large-sized shell mound

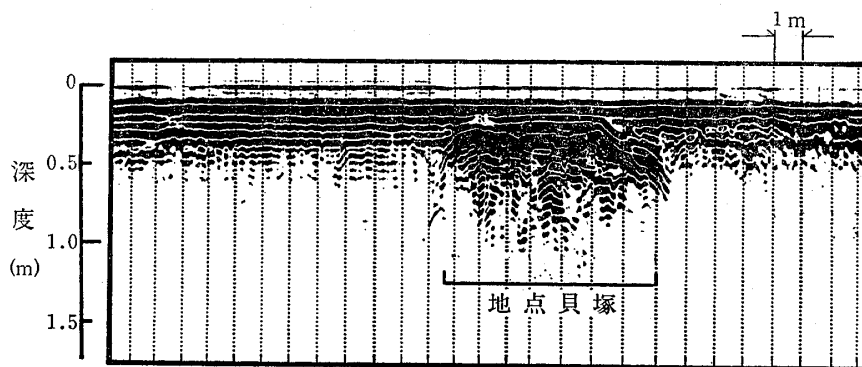


図-14 地点貝塚を横断する地下レーダーの記録例

Fig.14 Typical record of ground probing radar at the localized shell mound

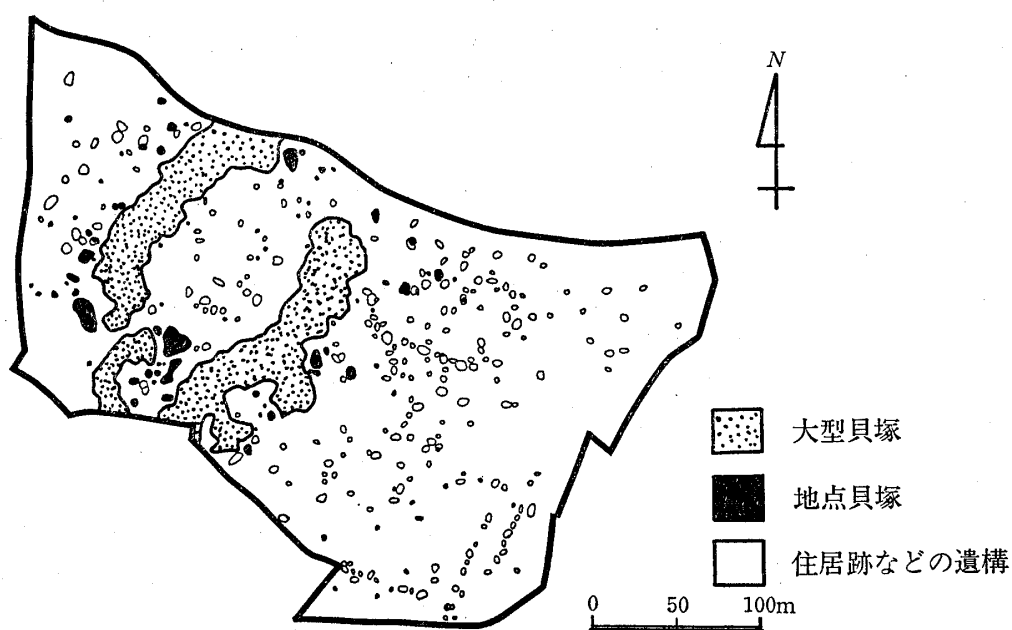


図-15 地下レーダーによる加曾利南貝塚の推定遺構分布
 Fig.15 Distribution of buried features estimated from ground probing radar at the Kasori-Minami shell mound

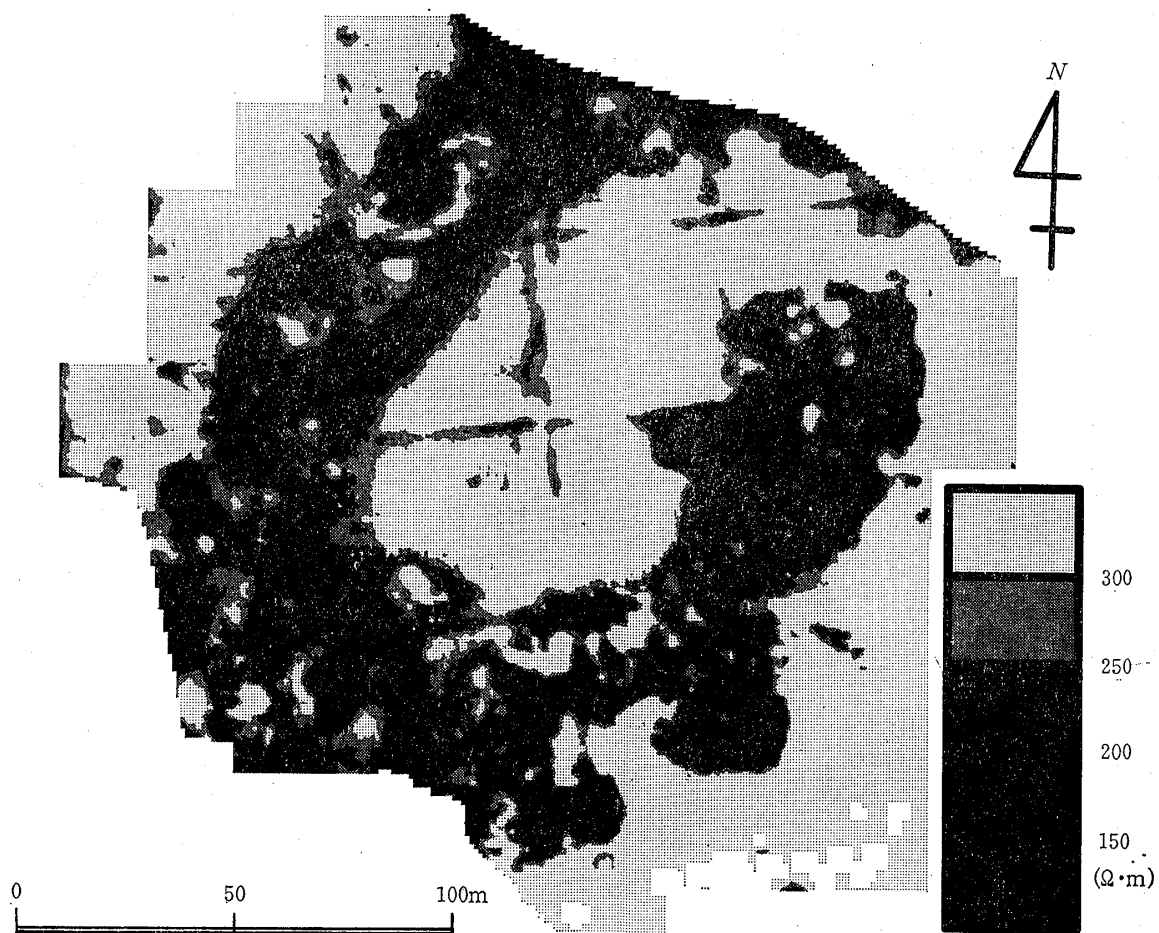


図-16 大型貝塚における見掛け比抵抗分布 (電極間隔 90cm)
 Fig.16 Apparent resistivity at area including the large-sized shell mound (electrode interval: 90cm)

質に蓄積していないためか、あるいは残存状況が場所によって異なっているためかのいずれかによる可能性が考えられる。

図-14は、やや規模の大きい地点貝塚を横切って設けられた測線において得られた記録である。図中の強い反射パターンが現れている約7mの区間が貝層のところであり、その上面の形状が明瞭に現れている。

南貝塚全域について実施された地下レーダーによって推定された遺構の分布状況は図-15に示す通りである。図-13に示すような地下レーダーの記録は、大型貝塚が従来考えられていたような整った馬蹄形ではなく、むしろ中規模の貝塚を単位とし、単位貝塚が集合して結果的に馬蹄形を呈している可能性を示唆している。

地点貝塚は73地点において検出されているが、その多くは大型貝塚の周辺部にあり、東半部にはほとんど見られない。また、250地点において住居跡などの住居関連遺構の存在が推定され、これらは全域にわたって分布しているが、東部および南部の方が西部に比べてやや多いようである。

(2) 比抵抗マッピングによる調査

大型貝塚部分を中心とした比抵抗マッピングにおいては、地下レーダーの測線を補間するように、東西方向および南北方向に1m間隔の格子を設定し、格子点において見掛け比抵抗を測定した。測定点数は35,000点で、電極間隔が90cmの2極法配置を採用した。

比抵抗マッピングによって得られた見掛け比抵抗分布を図-16に示す。この見掛け比抵抗分布において、最も特徴的なことは、250Ω・m以下の低比抵抗帯が馬蹄形状を呈していることである。そして、その大きさは長外径が約200m、短外径が約150mであり、その位置は、地下レーダーによって貝層が分布していると推定した範囲(図-15参照)に対応している。しかし、この馬蹄形をした低比抵抗帯の幅は、地下レーダーによって検出された貝層範囲よりもやや大きくなっている。このことは、比抵抗分布においては、貝の集積密度の低いいわゆる「混土貝層」や「混貝土層」といわれている漸移部分までを含めた貝層の分布を示しているためと考えられる。

貝層に該当する低比抵抗帯の内部には、部分的に300Ω・m以上の高比抵抗値を示す箇所が虫食い状に存在する。このことは、馬蹄形貝塚部の地下レーダー測定記録(図-13)について考察したことと同じように、貝の堆積状態が一様でないことを示している。また、図-16において、約40m間隔の格子状に低い比抵抗値を示す直線部が見られるが、これは過去の発掘調査の際に掘削されたトレンチの位置に対応するところである。

3・3 都指定史跡野毛大塚古墳(東京都世田谷区野毛一丁目玉川野毛公園内)

野毛大塚古墳は多摩川左岸の河岸段丘上にあり、1897年に墳頂部から石棺が出土したことによって古墳であることが確認されたものである。石棺部からは人骨1体と甲冑・鉄剣のほか、夥しい数の石製品などの副葬品が発見されている。築造の時期は5世紀後半とみられている。現在の墳丘は直径70mの円い形をしており、石棺部発見後、一時期には墳頂部に神社が祭られるとか、周辺部がゴルフ場として利用されたこともあったが、1950年代に墳丘部を含む一帯を区立玉川野毛公園に含め、世田谷区によって保存されている。その後数度にわたって主として墳頂部の盛土などの保護工事が行われ、1975年には、多摩川左岸域における最大級の『円墳』であるととして、東京都の史跡に指定された。

1981年に、この古墳の東側を通る都道において、水道管理設工事に際して行われた緊急発掘によって、ローム土を掘り込んで作られた周溝が発見された。この周溝の幅は約13mで、古墳中心から周溝の外縁までの距離は100mを越えていることが明らかになった。また、周溝の内部からは、葺石として用いられていたとみられる玉石や埴輪片が多数発見された。その結果、野毛大塚古墳は直径102mという規模をもった日本でも有数の大型円墳である可能性が高くなった。この発見を契機として、遺跡範囲の再確認のための調査の重要性と、それに基づいて保存整備を行う必要性が指摘された(世田谷区教育委員会, 1983)。

史跡として指定されている範囲が現在公園として共用されていることから、大規模な発掘を行うことは困難とされたために、物理探査を導入し、部分的に試掘調査を実施することによって遺構を確認することになった。

探査は、つぎの3つの事項を明らかにすることを目的とした。

- ① 古墳の規模を確定するために、古墳の東側(発掘済)を除く全方位において、周溝の位置を明らかにすること。
- ② 墳頂部において、既知の石棺以外に他の埋葬関連施設が残されているかどうかを明らかにすること。
(これは、既知の石棺が南東部に偏ったところに埋蔵されていたことから、他の施設が共存している可能性が高いと考えられるためである。)
- ③ 墳丘斜面部における葺石の残存状況や小段の有無を明らかにすること。

したがって、①および②の目的に対しては地下レーダー

を、また、③の目的に対しては比抵抗マッピングを適用することにした。

(1) 地下レーダーによる調査

目的の①に述べた周溝の位置の調査に対しては、図一17に示すように、古墳の東側を除いて、周溝の存在が予想される部分に、できるだけ放射状になるように18本の測線を設定した。

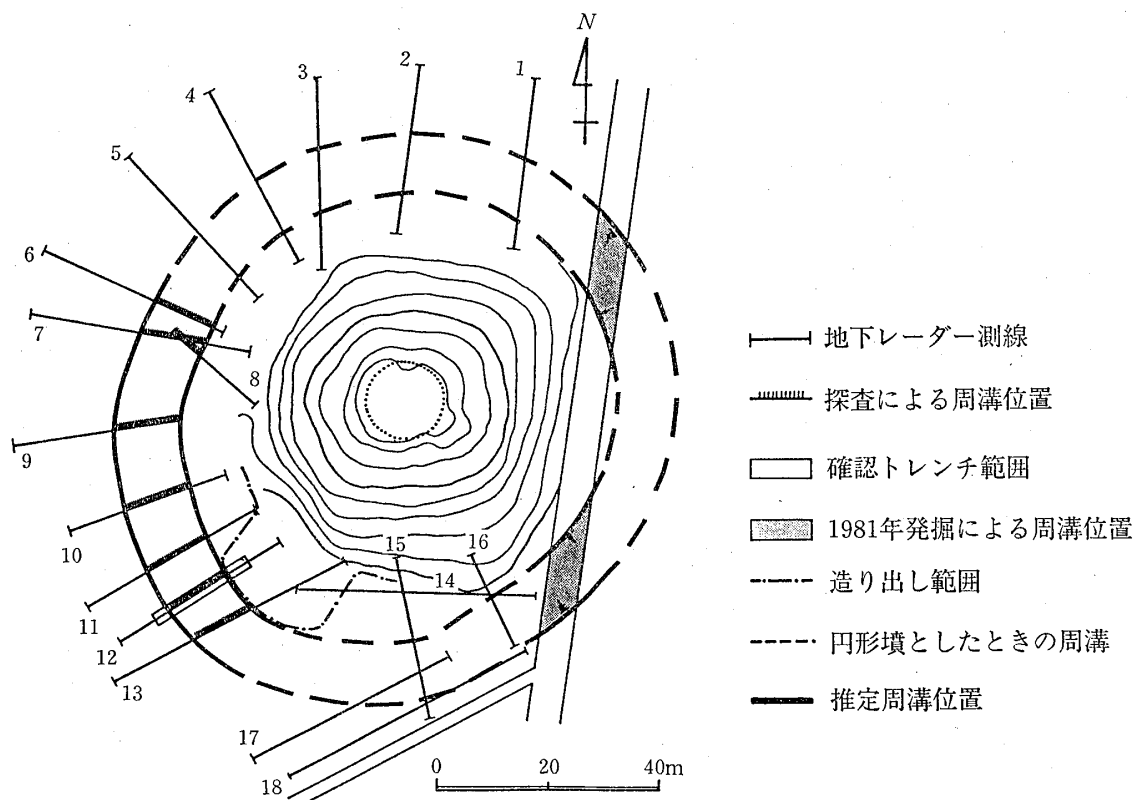
地下レーダーの検出度を検証するために、上記の測線のうち、測線12において、地下レーダー測定後直ちに、世田谷区教育委員会によってトレンチによる試掘調査が実施された。

図一18は、この測線の地下レーダー記録である。この結果によれば、距離10mから20mにかけて、顕著な反射パターンが現れており、この反射パターン中央部はゆるく下にくぼんだ形を示している。また、このくぼみの両側（11m地点および19m地点）には、盛土構造を示すような反射パターンが見られる。一方、トレンチによる試掘調査の結果によれば、地下レーダーによって指摘した範囲に周溝が発見された。周溝は地山のローム土を掘り込むように作られており、周溝内には表層土が流れ込んで堆積していた。周溝の古墳側の斜面部には、こぶし大の玉石（葺石）が積まれていた。この検証によって、図

一18に見られるような反射パターンを基準とすることによって、地下レーダーによって周溝の平面形状を調べることの可能性が確かめられた。

18本の測線における地下レーダーの結果によれば、図一18に示したようなくぼんだ形の反射パターンが、古墳の西部および南西部に設けた測線6から測線13までの8本の測線において検出された（その位置は図一17に斜線を付して示してある）。古墳の南側および北側に設けた測線では、良好な結果が得られていないが、これは、近世における農耕などによる人為的な擾乱や、公園施設化に伴う土壌改良などのためではないかと思われる。

この地下レーダーによる結果および古墳東部の都道において発掘された結果に基づいて、周溝の位置を推定すると、図一17に示す太線のようなになる。東側の都道において確認できる周溝の外周と内周によって作られる円環を想定すると、古墳西側の測線6～8において推定される周溝は、この円環の中に包含される。しかしながら、測線9より南部に下がるにしたがって、この想定した円環から外れ、古墳から遠ざかる傾向を示している。したがって、地下レーダーの結果から推定する限りにおいては、周溝位置を包絡する平面形は、現在考えられているような完全な円形ではなく、むしろ、周溝の外周の長径



図一17 周溝部地下レーダー測線配置と推定周溝位置

Fig. 17 Arrangement of measuring lines of ground probing radar and plane view of the location of estimated moat around the Noge-Ohtsuka mounded tomb

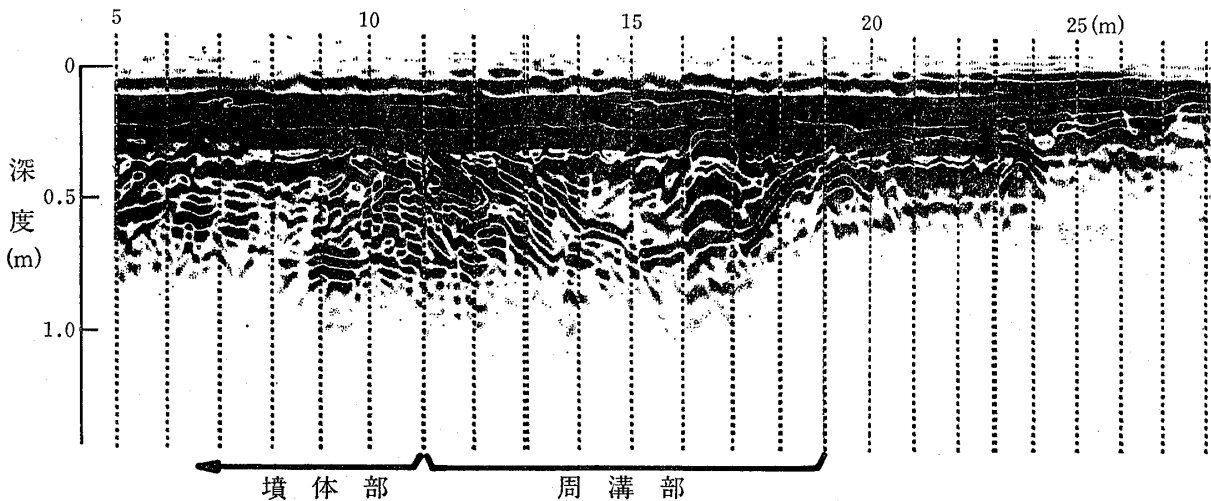


図-18 野毛大塚古墳西側裾部における地下レーダーの記録例
 Fig.18 Example of ground probing radar record transected over the buried moat at the western foot of the Noge-Ohtsuka mounded tomb

が約120m、短形が約95mで、南西方向に延びた卵形であることが考えられる。一般に、このような形状を示す周溝をもっているとき、古墳自体の形状としても造り出し構造などを付設した変形墳である場合が多いことから、野毛大塚古墳も南西方向に造り出し構造をもった古墳である可能性が高いと思われる。

地下レーダーの測定に引き続いて行われた試掘調査の結果によれば、図-17に一点鎖線で示したような台地状の造り出し部を、古墳の南西部に持つ帆立貝式古墳であることが確認された(世田谷区教育委員会, 1988)。このことについては、旧微地形の観察から、造り出し部があったのではないかという議論がなされていた(たとえば、後藤, 1926)が、今回の地下レーダー調査と試掘調査によって、造り出し部の存在を実証する結果となった。

目的の②である墳頂部における埋葬施設の有無の調査に対しては、平坦になっている墳頂部において、図-19に示すように、東西方向および南北方向に2.5m間隔に10本の測線を設けた。

地下レーダー測定の結果を総合すると、図-19に示す位置に、北東-南西方向に延びた形の強い反射パターンを示す物体が2つ存在することが判明した。そのうちの東側の反射体(a)は、その規模と位置から、既に発掘された石棺に比定することができる。竹内(1953)による実測によれば、石棺は約2m×0.9mの方形であるので、地下レーダーによる結果から予測される寸法と一致している。一方、西側の反射体(b)については、その存在は未知のものであり、この箇所にもなんらかの埋葬施設か、あるいはそれに付随する遺構が埋蔵されている可能性がある。

(2) 比抵抗マッピングによる調査

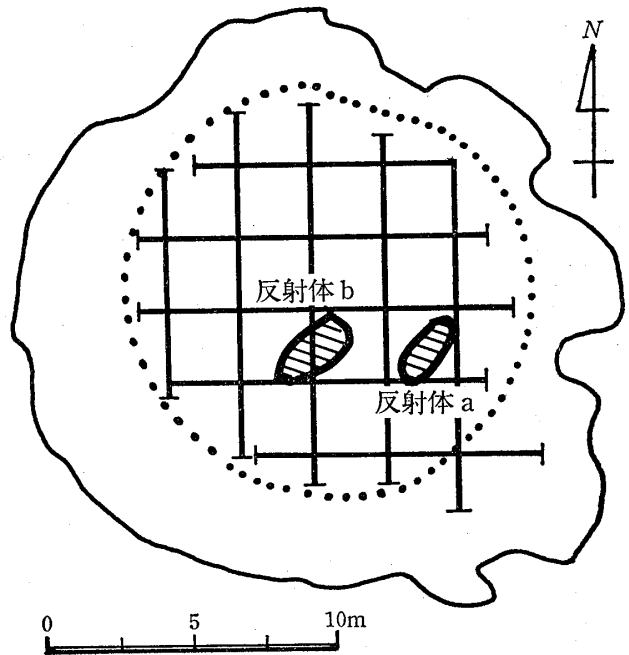
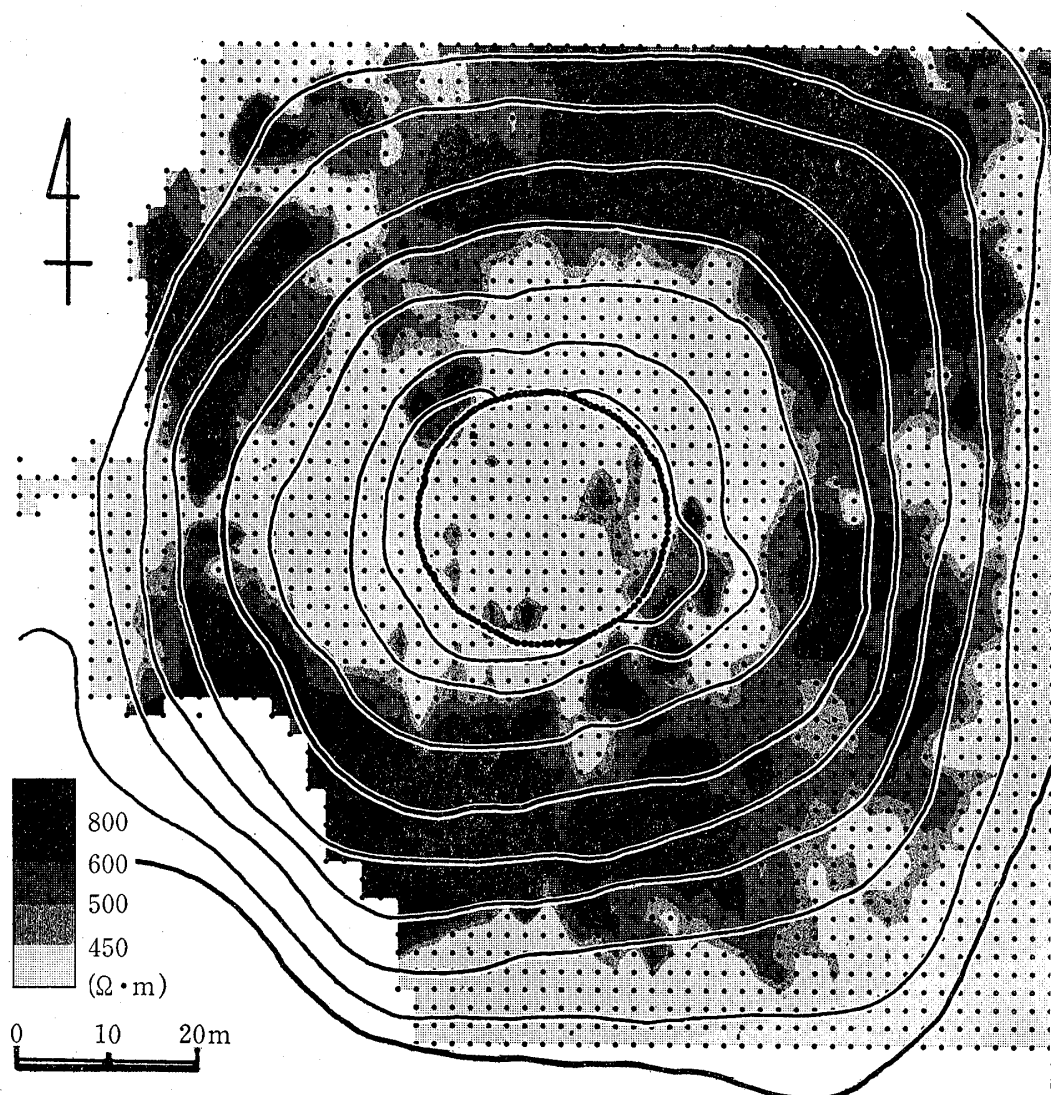


図-19 野毛大塚古墳墳頂部地下レーダー測線配置と反射体位置
 Fig.19 Arrangement of measuring lines of ground probing radar at the top of the Noge-Ohtsuka mounded tomb, and location of abnormally strong reflective bodies

目的の③である墳丘斜面部の表層部の堆積状況の調査に対しては、墳頂部および斜面部に1m間隔の格子を設け、各格子点を測定点として、電極間隔を0.3m、0.6m~0.9m、1.2mの4種類として、2極法配置によって比抵抗マッピングを実施した。測定点数は2684点である。電極間隔90cmの場合の見掛け比抵抗分布を示すと、図-20のようになる。この結果によれば、古墳の中心から半径10mの墳頂部および古墳の裾部では、450Ω・m以



図一20 野毛大塚古墳斜面部における見掛け比抵抗分布 (電極間隔 90cm)
 Fig. 20 Apparent resistivity distribution at the slope of the Noge-Ohtsuka mounded tomb (electrode interval: 90cm)

下の低比抵抗値を示している。この墳頂部と裾部の中間の斜面部では、500Ω・mを超える高比抵抗帯が円環状に巡っている。

この古墳はローム土を盛り立てて築造されているものであり、裾部および墳頂部にみられる低い見掛け比抵抗値は、原地盤のローム土の平均的な値と同じくらいであるので、これらの部分はローム土そのものを反映しているものと考えられる。これに対して、斜面部中腹に高比抵抗値を示す円環状の部分が存在することは、ローム土以外の材料で築造されているかあるいはローム土の中に他の物質が混入していることを示唆している。

世田谷区教育委員会(1983)によれば、斜面末端部に葺石が密集して発見されている。このようなことから類推すると、この見掛け比抵抗値が高い円環状の部分には、

古墳築造時に張り付けられた玉石(葺石)がそのままの状態に残っている可能性も充分考えられるものである。

以上に述べたような結果に基づいて、まず、墳頂部を対象として緊急の保護処置がとられることになった。

4 あとがき

史跡は、その学術的価値を評価した上で保存されている。保存に当たっては、遺跡の保護と活用の両面から考えて整備を行うことが必要であるとされている。したがって、このような史跡整備事業を行う場合、とくにその準備段階ともいえる計画・設計段階において、物理探査をどのように考えて用いればよいか、また、技術的にはどのような注意を払って実施すればよいかという点を中

心にして、実施例を介して述べた。

一般に、中世の東国の在地領主の居館の構造には不明な点が多いとされているが、河越館跡は水路や堀が良好な状態で残っているために、館の構造や機能について考察することのできる館跡である。現在、川越市教育委員会によって、調査によって推定された館跡の中央部における水路跡・堀跡の分布を考慮にいたった保存整備計画の立案作業が進められているが、学術的にも有意義な結果が得られたものとする。

加曾利南貝塚では、大型貝塚や地点貝塚の詳細な分布とその位置が推定され、そのほかに全域にわたって縄文時代の住居跡と考えられる遺構が分布していることが判明した。加曾利北貝塚を含めた加曾利貝塚の整備計画によれば、史跡一帯の自然景観と歴史的環境を再現し、遺跡公園として整備することがうたわれている。具体的には、縄文時代の植生の再現、貝層の分布範囲の表示、貝層断面の現地展示、縄文集落の復元などが計画されており、これらの施設の位置を選定する際の基礎資料として、調査結果が使用されているとのことである。

また、野毛大塚古墳においては、古墳の形、規模などについて新たな知見を得ることができた。

ここに示した比抵抗マッピングと地下レーダーによる調査の実施例は、遺跡の種類、規模、年代のいずれも異なっており、整備を行う上での中心的課題や関心事も同じではない。しかし、文化財保護という観点からは、非破壊手法である物理探査が、現状把握のために非常に有効な方法であることを実証したものとする。また、物理探査の作業効率という実際の、経済的側面からみても、広い範囲を短期間に調査することができ、最小限度の試掘調査を併用することによって、確実度の高い成果をあげることができる点でも、史跡整備における計画・設計段階の調査に有効であるとする。

しかしながら、たとえば、河越館跡においては、水路跡の周辺に数多くの掘立柱の跡があることが、発掘調査によって判明している。今回の調査は水路跡の分布を把握することが目的であったとはいえ、柱穴の存在を示すような反射パターンを地下レーダーの記録に見つけることはできなかった。このように、現在の物理探査手法では、局所的でかつ孤立的である小規模な遺構を、十分な精度と確実性をもって、しかも遺構の立地条件のいかんにかかわらず検知・推定することは極めて困難であるといえよう。したがって、史跡地内の大規模な土質構造の調査あるいはやや規模の大きい遺構分布の調査などのような、適合性のある限定された目的に対して、物理探査を使用すべきであるとする。

史跡を整備する作業において必要となる情報は、単に遺構分布のみではない。史跡における地史的環境や変遷を含めて、なぜここに、このような遺跡が形成されたかというような、いわゆる「遺跡基盤」を知ることは、その史跡をより深く理解する上で重要である。史跡地における過去の人類活動やそれを取り巻く環境を復元するためには、物理探査のみならず、地質学、土質工学、土壌学などの広い分野において利用されている多くの調査・分析技術を考古学の分野に適用することが必要である。さらに、西村(1988)も述べているように、他のいろいろの分野の関係者と考古学関係者が互いに協力して、調査結果を解釈してゆくことが、その調査の成否を左右する重要な鍵と成るものと思われる。筆者らは、史跡整備・保存事業の関係者はもとより、考古学をはじめとして、その他の関連しているあらゆる分野の関係者との技術的交流を積極的に進め、考古学分野における物理探査の確立に努力する積もりである。

5 謝辞

この報文の執筆に当たっては、埼玉県川越市教育委員会、千葉県千葉市教育委員会および東京都世田谷区教育委員会の関係各位から、各種の資料の使用に対する御了解と、多岐にわたる御助力と極めて有益な御助言を頂きました。ここに記して、関係各位に厚く感謝の意を表す次第であります。

参考文献

- 千葉市教育委員会(1986)：史跡加曾利南貝塚整備基本設計
- 千葉市教育委員会(1987)：史跡加曾利南貝塚予備調査概報——昭和31年度史跡整備に伴う物理探査および試掘調査報告——
- 後藤守一(1926)：上野毛古墳 東京府史跡名勝天然記念物調査報告書 第四冊
- Imai, T. Sakayama, T. and Kanemori, T. (1987) : Use of ground-probing radar and resistivity surveys for archaeological investigations, Geophys. Vol. 52, No. 2, pp. 137~150
- 川越市教育委員会(1986)：史跡河越館跡保存管理計画策報告書
- 西村康(1988)：遺跡探査の現状と課題 考古学と自然科学 No. 20, p. 23~26
- 長田正樹, 田村晃一, 坂山利彦, 石井克己(1988)：地下レーダーによる遺構分布調査 群馬県子持村西

組遺跡 日本文化財科学会研究発表要旨
p. 22~23

坂山利彦, 長田正樹, 島裕雅(1986): 遺跡調査への物理
探査の適用 応用地質年報 No. 8, p. 73~93

世田谷区教育委員会(1983): 野毛大塚古墳周溝緊急調査
報告

世田谷区教育委員会(1988): 都史跡野毛大塚古墳昭和62
年度調査概報

竹内秀雄(1953): 大塚古墳発掘調査概報 世田谷 No. 5

安原啓示(1986): 遺跡整備の理念と動向 『図説 発掘
が語る日本史 別巻一整備・復元された遺跡』
新人物往来社

