

城郭の調査における物理探査の適用

小林 恵・軽部文雄・峠 美穂・田中章夫

1. はじめに

近年、全国的な史跡整備や都市開発の動きに伴い、各地で城郭の発掘調査が行われている。その結果、踏査と測量を中心とする従来の縄張り調査では十分予想できなかったような地表面下の城郭構造が、具体的かつ詳細にわかるようになってきた。今後も、発掘調査を中心とした城郭研究のますますの発展が期待される。

一般に、城跡の発掘調査には様々な制約が伴うものである。一概には言えないが、立地やその他の条件などによって、以下のような制約が考えられる。

①中世城郭に代表されるような山や丘陵を利用した城郭の場合、広範なうえに地形が複雑で、かつ城主の交代や戦などに伴う改変工事（例えば、曲輪拡張のための土盛り、虎口の作り替え、建物の建て替え、堀の埋め戻しなど）が行われている可能性があり、単時期の遺構とは限らない。したがって、全面的な発掘調査には膨大な時間と労力を要する。

②近世城郭に多く見られるような、現在の都市部や市街地に立地している城郭の場合、すでに開発による破壊を受けている遺構も多く、発掘調査自体も都市の再開発に伴う限定的なものとなる傾向が強い。

③史跡に指定されている城郭の場合、保存の観点からむやみに掘ることができないため、広域にわたる発掘調査はあまり行われていない。

こうした状況を背景として、近年、城郭の調査に物理探査が利用される機会が増加している。史跡整備や開発の前に物理探査を実施することにより、その後の発掘調査の指針、あるいは保存整備のための基礎資料とすることが、そのおもな目的である。物理探査は、直接地面を掘り返すことなく、非破壊で地盤内の構造を調査することが可能であり、かつトレンチ調査のような線的な事前調査に対し、面的な事前調査が可能であるという点で、城郭の発掘調査を補う有効な手段といえる。我々もここ数年、城郭を対象とした物理探査をいくつか実施し、一定の成果を挙げてきている（小林ほか：1995, 1996, 田中ほか：1996）。そこで、本論文では現段階までに城郭遺構について物理探査を実施した事例を取りまとめ、その適用性について述べてみたい。

2. 城郭研究の近年の動向

城郭の調査研究は、文献史料に基づく研究と縄張り調査(踏査)、さらに全国各地での発掘調査データなどを蓄積・整理することによって行われている。

城郭は、地域支配の政治的・軍事的拠点であると共に、当時の生活・文化を反映した構築物であり、各城郭の果たした機能や特徴を考察するには、政治史、文化史、生活史、社会史、経済史、民俗史など、さまざまな分野からの視座が必要である。中でも考古学的手法に基づく発掘調査のもつ意味は大きい。地中に残っている当時の遺構・遺物は、城郭の歴史的な性格を解明するうえでの有力な物証であり、実証的研究の基礎となるからである。

城郭研究の歴史を見てみると、中世の山城跡からは時代を反映する遺物の出土が極端に少ないこと、近世城郭はすでに開発されてしまい思うように発掘調査が出来ないこと、などの事情も手伝って、城郭の発掘調査は、考古学の他の分野に比べると、長い間立ち遅れた分野であった。第二次世界大戦以前に発掘調査が行われたのは、安土城跡(滋賀県安土町、国指定特別史跡)のみであり、検出された遺構の比較検討が行われる例もまだ少なかった。

城郭研究が、多くの関連分野から注目され始めたのは1960年代中頃からで、同じ頃、高度経済成長に伴って、中世山城の立地する山頂や丘陵地にも開発の手が入るようになったことから、城館跡の緊急発掘調査が実施されるようになった。しかし、当時は線的なトレンチ調査が大部分を占め、場合によっては現状の地形測量だけが行われ、発掘調査が実施されずに消滅してしまう遺構もあったと言われている。

その中であって、山中に遺存する城郭遺構を測量し、図面化することにより、城郭の築城年代、築城目的を考える「縄張り研究」が活発に展開され、中世城郭研究に多大な成果を挙げてきた(千田ほか:1993, 村田1987)。この方法は、地表面に遺存する遺構しか判読できない、すなわち城館が機能していた最終の姿しか見ることができないという弱点があるものの、中世城郭の構造を研究するうえで欠くことのできない最も基礎的な手法であり、現在も有効な研究方法として広く採用されている。

1980年代に入って、文化庁指導による全国的な調査が行われるようになったことに伴い、城郭の位置、規模、構造を把握するための発掘調査も実施されるようになっていく。城郭は、ここに至ってようやく本格的な遺跡として扱われるようになった観がある。最近では、大規模な面的調査も実施され、地表面からだけでは予想できなかった遺構が発掘によって数多く検出されている。また、史跡指定されている城郭を史跡公園として活用する動きも各地で活発になり、そのための発掘調査が行われる例も増えてきている(河西:1992, 山上:1992)。

3. おもな城郭遺構

それでは、城郭とはどのような遺跡で、どのような種類の遺構を伴うものであろうか。本章では、これまでの既存の研究論文、文献をもとに、城の歴史およびおもな城郭遺構について以下にまとめる。

3-1 「城」の歴史

「城」とは“人間が生活を守るため、家の周囲に防衛施設を施したもの”である。この定義に従えば、居住地の周囲に堀を巡らし、掘り上げた土をその周囲に盛って土塁としたものは「城」ということになる。そのような意味で言うと、「城」の歴史は弥生時代の「高地性集落」・「環濠集落」にまで遡ると考えられている。また、古代西日本に見られる「朝鮮式山城」・「神籠石式山城」、東北地方に見られる「城柵」、平城京・平安京などの「都城」も、「城」の一形態であると言える。

しかし、大半の人が頭に思い描く城は、現在も山や丘陵地に痕跡を残す中世の山城や、石垣を積み上げ、天守を頂く近世城郭であろう。我々がこれまで探査の対象としてきた城郭も、中世以降の城である。

中世の「山城」は、14世紀に起こった南北朝の内乱を契機に発展したといわれており、軍事的な意味合いが強く、戦いに際して臨時的に築かれたものであった。そのため、日常生活を考慮することは少なく、急峻な山の痩せ尾根上の削平地を主体とし、人工的な地形の改変を最小限に押さえ、自然地形を活かしたものが多く、堀や曲輪の発達が未熟であった。そして、いったん築かれても、戦いが終わると廃城になるのが普通であった。

室町時代（15世紀）になると、地域の指導者による在地支配が強くなり、居館のある中心集落に近接した低丘陵に「山城」を築くようになる。続く戦国時代（16世紀）には、軍事的緊張がさらに高まり、防御機能が強化された「戦国山城」が数多く築かれるようになる。この時期に「中世山城」は成熟を迎える。天文年間から永禄年間（1530年代～1560年代）にかけては、「中世山城」の築城の一大

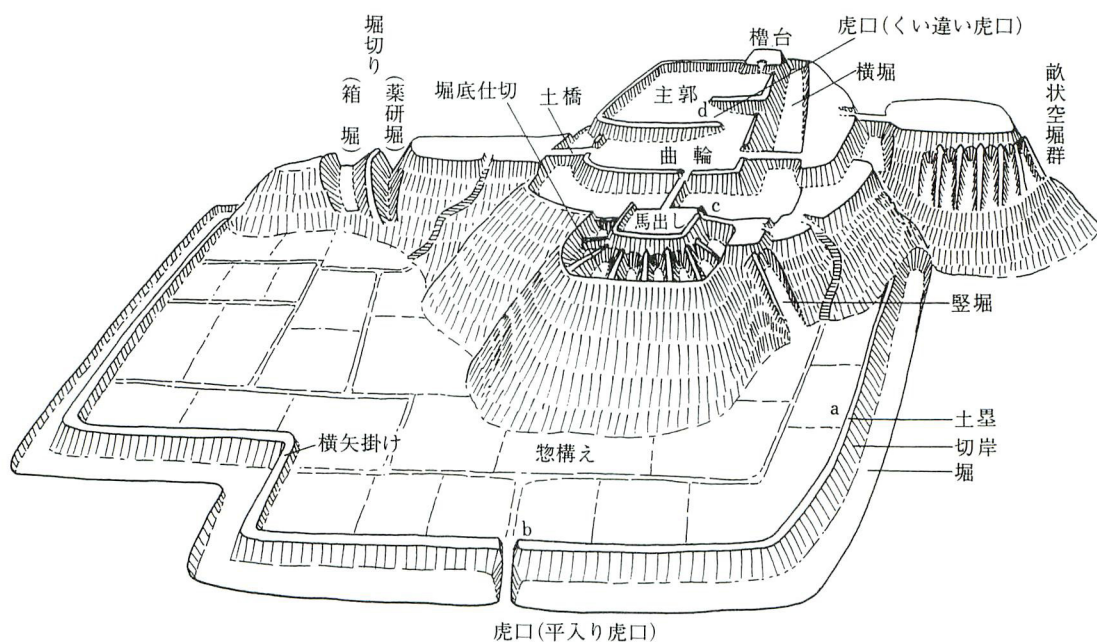


図3-1-1 城郭遺構の種類

(千田嘉博・小島道裕・前川要「城館調査ハンドブック」新人物往来社より抜粋)

Fig.3-1-1 Varieties of structural remains in Japanese Castle

ピークで、「畝状堅堀群」や「喰違い虎口」、「枡形虎口」、「馬出し」が出現、発達した時期であった。

また、織豊期（1560年以降）に織田信長の命により築かれた「安土城」は、「中世」から「近世」への過渡期的な「城」として位置付けられており、城の全体構成や選地には「中世城郭」の要素をまだ色濃く残しているものの、総構えによる城下町との一体化、天守を中心とする曲輪構成の明瞭な縄張り、総石垣の採用、城郭建築の林立など、「近世城郭」の要素を多分に持ち合わせている。

「近世城郭」の特徴は「天守」と「石垣」に象徴される。「天守」成立の背景には、徳川家康による元和一国一城令により幕藩体制が成立し、「城」が城主の威光を象徴する存在となったことが関係していると考えられている。それと同時に、「城」が城主の日常生活の場となり、家臣団を周囲に住まわせ、商業活動を掌握することが必要になってきたことから、それまでの狭小な山城から平野部の平山城、平城へ移行し、周囲に城下町が形成されるようになった。

また、「石垣」が採用されるようになった背景には、鉄砲の発達による戦法の形態の変化が関係している。鉄砲による敵の攻撃を防ぎ、攻撃するために、迎撃用の塀や櫓を曲輪の周囲に配置する必要があることから、上部に建物を建てる際に土塁より耐久性の良い石垣を用いるようになったと考えられる。ただし、一概に「近世城郭」と言っても、これら「天守」・「石垣」の採用には地域差があり、「天守」を持たないもの、ほとんど「石垣」を用いず、河川・湖・溜池を利用した水堀を幾重にも巡らしたもの、主要曲輪に「石垣」を採用し、外周りの曲輪を土塁・水堀で防御する形態のものなど様々で、これらの違いは各支配者の権力や必要性の違いによるものと考えられる。

3-2 おもな城郭遺構（図3-1-1）

城郭の調査・研究において対象となる城郭の遺構には主として次のようなものがあり、これらは同時に、本稿のテーマである物理探査の対象となる遺構でもある。

1) 堀

「堀」はその中に含まれるものによって「水堀」と「空堀^{からぼり}」とに分類され、また堀の断面形により「毛拔堀^{けぬき}」、「箱堀^{かたやげん}」、「片葉研堀^{もろ}」、「諸葉研堀」などに細分される。堀は城の領域や曲輪の区画を把握する役割を持ち、城を代表する遺構の一つである。

2) 曲輪^{くるわ}

役割や機能に応じて城内で区画された平坦面を「曲輪」と言い、本丸^{ほんまる}・二の丸・三の丸などの名称が付けられている。

3) 土塁^{どるい}・土居^{どい}

土塁・土居は土を盛り上げたもので、中世以前の山城や居館、東日本の近世城郭に多く用いられた。確認されている土塁の大半は、堀などを造成する際にかき出した土を盛る「掻き上げ」工法で造られたと考えられている。

4) 石垣^{せきぎ}・石塁^{せきい}

近世城郭に象徴される石垣・石塁は、堀の法面や曲輪の斜面部分などに石を積み上げたものである。

土塁よりも高く、急にすることが可能であるうえ、造りは土塁よりも堅牢で、上に建物を建てる時、土台を塁壁線いっぱいまで寄せることが可能であるという利点を持つ。

5) 虎口^{こぐち}

城の出入り口を、一般に虎口と呼んでいる。城の施設の中では、戦になると真っ先に敵に襲撃される場所であるため、築城の際には最も注意深く、複雑に作られた。

6) 橋・石段

城郭における橋は、城内と城外、あるいは諸曲輪間を結ぶための施設で、堀を横切って架けられる。橋には土橋と木橋の2種類がある。

石段は、木橋の両端部分や土塁への登降口、曲輪間の連絡通路などに設けられる。

7) 塀・柵

塀や柵はおもに塁上に造られ、①敵から曲輪内部が見えないように遮る、②攻城兵の侵入を防ぐ障壁、③塀の屋根や柵の横木を敵を撃つ攻撃台に利用する、④矢や鉄砲玉を防ぐ、⑤夜襲に備える、など多様な目的を持っていた。また、単なる仕切りとして設けられる場合もあった。

8) 櫓^{やぐら}・門

中世の櫓は、敵が最も集中する門や塀の隅部、出張り部分に構えられ、見張り台として物見が置かれ、矢・弓などが常備されていた。一方、近世になると櫓の機能が多様化し、櫓本来の物見機能が薄れた「月見櫓」や「涼櫓^{すずみ}」などのような風情のある名の櫓も見られるようになる。

9) 居館

平安時代末期に出現した武士の居館は、すべて堀立柱建物であった。南北朝時代には一部の居館で礎石建物が使われ出し、中世城館が山城と居館に完全に分離する頃には居館部分に礎石建物が使われるようになった。その後、城郭内に住居機能を有する礎石建物が現れるようになる。

10) その他の建物遺構

8)、9)以外の建物遺構として、倉庫・蔵、番所^{うまや}、厩、腰掛などがある。

城は古くから穀物集積所または備蓄基地としての機能が中心であったため、中世城郭では倉庫としての機能を持つ細長い掘立柱建物が数多く並んでいた。近世城郭では、実に多用途の蔵が城内にあったらしく、用途ごとに名称が付けられている。

番所は虎口が開かれている所には必ず設けられていた。城門の外側と番所の近くには腰掛があって、侍や郎従が待機したり、見張り番が詰めた。また、厩は城郭内では馬術を行う馬場と共に必ず占地され、比較的大きなスペースを占めていた。

11) 庭園

14世紀以降、中世城館において庭園遺構が造られるようになったと考えられており、発掘調査でも数例検出されている。

4. 城郭調査に用いられる探査手法

我々がこれまで城郭調査に用いてきた物理探査の手法は、地下レーダー探査と電気探査（比抵抗映像法）の二つである。それぞれの探査手法の特徴、およびこれらを城郭遺構に適用することの利点および問題点を以下に述べる。

4-1 地下レーダー探査

地下レーダー探査は、図4-1-1の模式図に示すように、地表面に設置したアンテナから地中に電波を放射し、その反射波を捉えることにより、地中浅部の地下構造や埋設物の存在を把握するもので、アンテナを測線に沿って牽引することで、連続的な地中断面記録が得られる。探査記録は測定と同時に

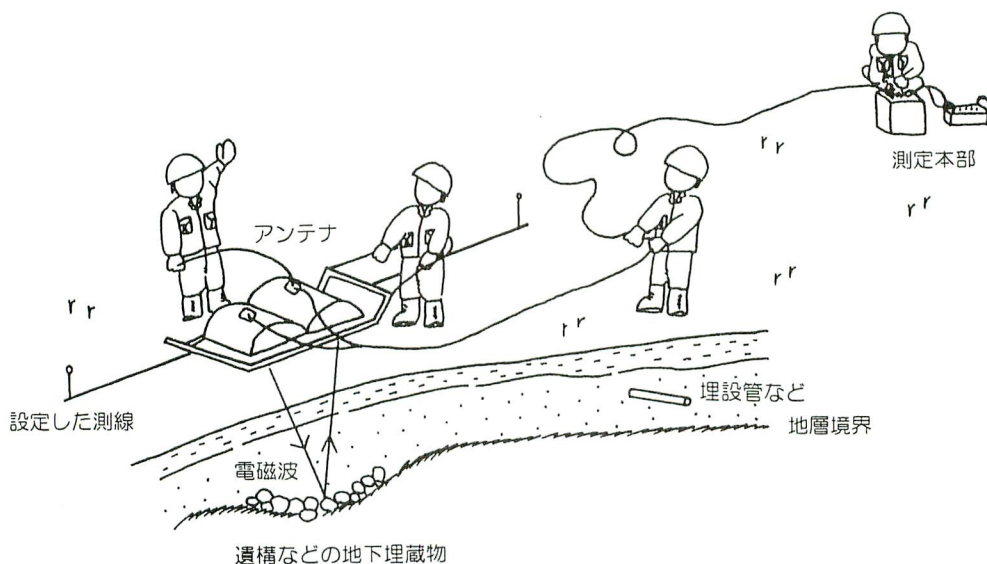


図4-1-1 地下レーダー探査測定状況模式図

Fig.4-1-1 Measuring method of Ground-probing radar



写真4-1-1 地下レーダー探査装置

Photo.4-1-1 Equipment of Ground-probing radar

モニターやプリンターに出力されるため（写真4-1-1）、遺構の可能性がある範囲をその場である程度把握し、異常範囲の確認のための補助測線を入れるなどの現地での柔軟な対処が可能であるという利点を持つ。また、他の探査手法と比べ、地層境界あるいは周囲の地盤と異なる石や埋設物などをより明確に捉えることが可能である。このことは、遺構の規模や種類が多岐にわたる城郭の調査において、非常に重要な点である。

城郭調査における地下レーダー探査の利点と

しては、中世の山城の場合には、①広大な範囲の面的な把握が可能、②地盤の比較的乾燥している台地部、丘陵地、山間部に立地するため、電磁波が透過しやすいこと、③遺構は堀や盛土など大規模なものが多いことなどがあげられる。また、平野部の市街地に立地する近世の城郭の場合には、中世山城の場合の利点に加え、発掘調査ができないような舗装道路やコンクリート上からの非破壊調査が可能であることからその利用価値は大きく、城跡の調査に対して有効な探査手法と考えられる。

その一方、探査深度には限界があるため、利用する際には探査深度と遺構面の深さを考慮したうえで用いることが重要である。

4-2 電気探査（比抵抗映像法）

電気探査は、地盤に電流を流した際に地表面に生ずる電位分布が、地下の比抵抗（電気の流れにくさ）の分布を反映することを利用して、地下構造の概略を把握する手法である。図 4-2-1の模式図に

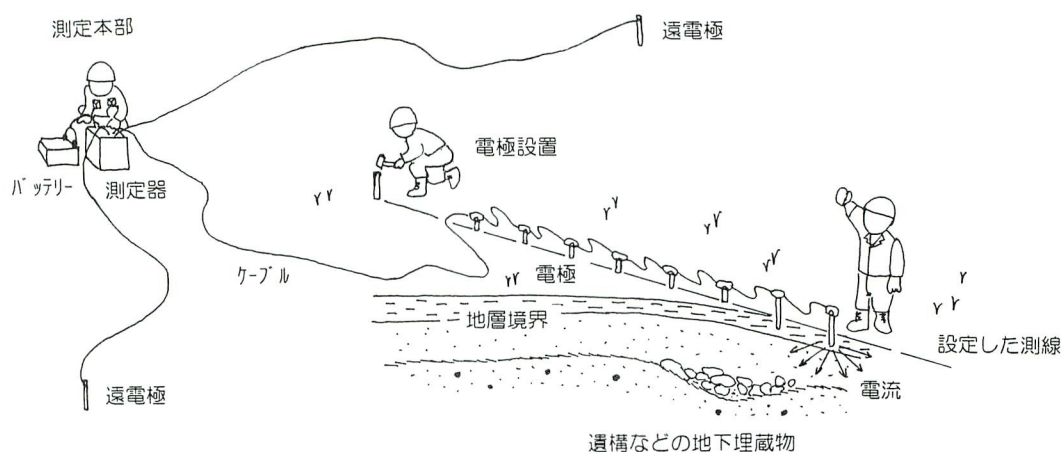


図4-2-1 電気探査（比抵抗映像法）測定状況模式図

Fig.4-2-1 Measuring method of DC Electrical prospecting

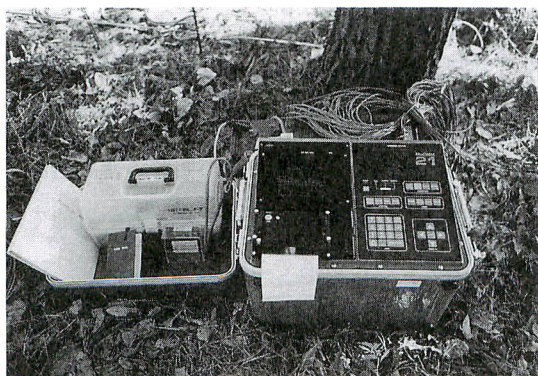


写真4-2-1 電気探査装置

Photo.4-2-1 Equipment of DC electrical prospecting

あるように、測線に沿って一定の間隔で電極を並べ、調査地から十分に離れた2地点に遠電極を設ける。測線上の電流電極と遠電極の電流電極間に電流を流し、その通電によって発生する電位差を測線上の電位電極と遠電極の電位電極間で測定する。測定データは、電探器（写真4-1-1）を介してフロッピーに収録して持ち帰り、コンピュータを用いて解析を行い、地盤の比抵抗分布断面図を求め、結果を分かり易いカラー表示などにする。

電気探査は、城郭の調査では、おもに堀跡(特

に水堀)の把握に成果を挙げている。水堀の場合、使用されていた当時は水が溜まっていたこと、一般に堀を埋め戻した土はもとの地盤の土と異なることが多いなどの理由により、はっきりと捉えることができるからである。

堀跡の調査における電気探査の利点としては、①最大電極間隔の設定によって探査深度を変えることが可能であるため、堀の深さを推定するために必要な深度まで探査することができる、②地下レーダー探査が不向きな低比抵抗の地盤においても威力を発揮することなどがあげられる。

一方、得られる比抵抗断面図はあくまでも大まかな比抵抗の分布を表したものであるため、堀跡のようにある程度規模の大きな遺構でないと検出は難しい。また、規模の大きな遺構の場合にも、その幅や深さなどを的確に指摘することは困難である。さらに、地下水や地盤状況などの影響によって、断面図における比抵抗の違いが実際の地層境界面と対応しない場合もあるため、記録の解釈には十分な考慮が必要であり、地下レーダー探査と併用することが望ましい。

5. 物理探査による城郭遺構の探査事例

城郭遺構の物理探査が実際にはどう行われ、どのような探査結果が得られているかについて、これまでの探査事例を紹介しながら述べたい。ここでは、各種の城郭遺構を1. 埋没している堀跡、2. 堀底の形状、3. 出入り口遺構、4. 曲輪内の造成工事跡、5. 曲輪内の建物遺構の5項目に分けて示す。

5-1 埋没している堀跡

城郭の堀は、外敵からの防御の他に城の範囲や曲輪の配置を定めるという役目を担っており、城郭研究においても城の規模・構造を探るための重要な遺構である。しかし、開発や永年の放置による土砂の流入により、堀の位置が明確でない城郭も多い。そのため、城郭調査の初期段階には、城郭の縄張り把握するための堀跡の調査が実施される場合が多く、その際に発掘調査の事前調査として物理探査を利用するケースが増えている。

埋没している堀跡の調査には、地下レーダー探査や電気探査が有効である。前章で述べたように、地下レーダー探査は、堀の覆土の堆積状況の違いや堀を区画する石垣などを的確に把握することが可能である。特に、中世城郭に見られるような比較的浅い堀跡の検出や、近世城郭の堀跡の落ち込みの肩部や法面の石垣を捉えるのに適している。一方の電気探査は、探査深度を設定することが可能であり、特に埋没している規模の大きな堀跡の形状や深さを推定するのに最適である。

我々は、こうした地下レーダー探査と電気探査のそれぞれの長短を相互補完するため、地下レーダー探査を基本としながら、対象や調査地の状況に応じて電気探査を併用するという方法で以下のような成果を挙げている。

「長篠城跡」(愛知県鳳来町、国指定史跡)は、永正5年(1508)に今川氏家臣菅沼元成によって築城された中世の城郭跡である。古地図によると、本丸を取り囲む現存の内堀と並行に、外堀が巡って

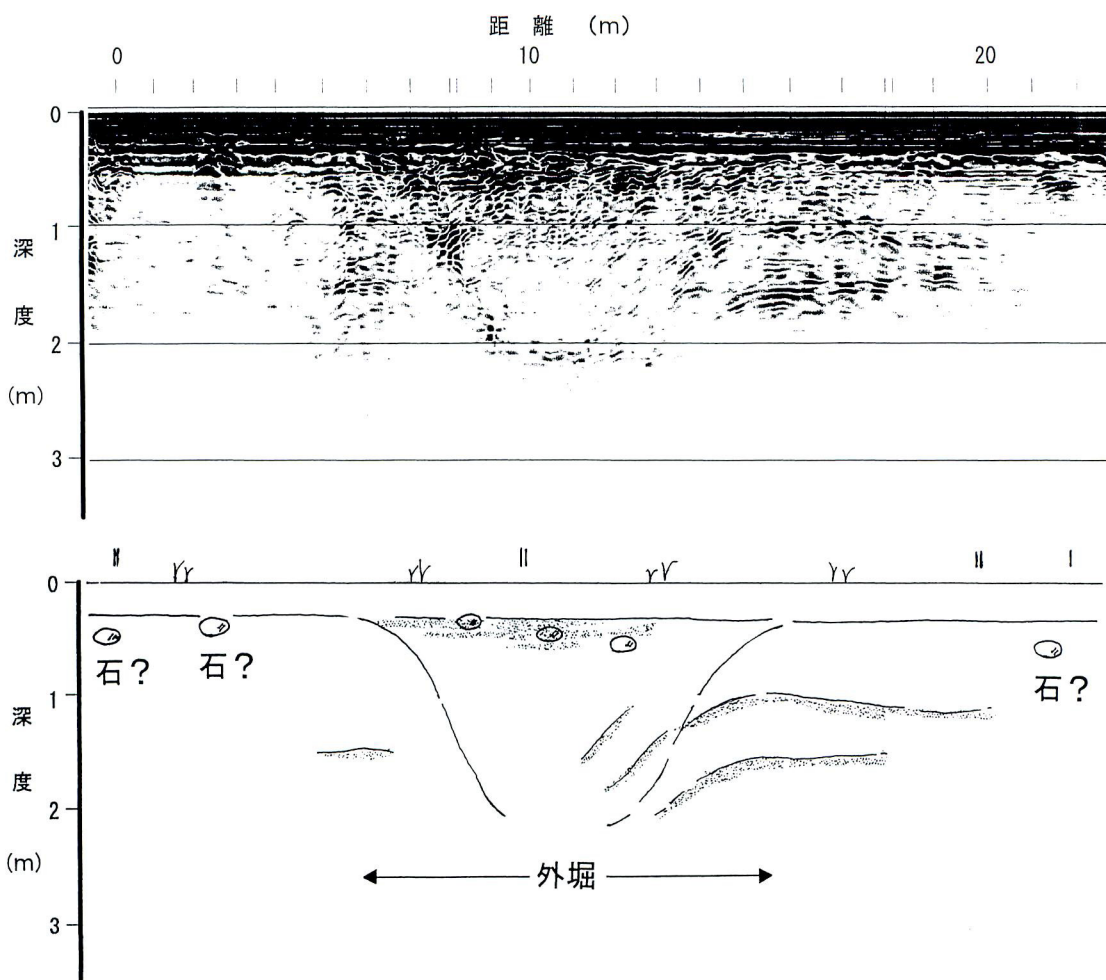


図5-1-1 堀跡の地下レーダー記録例 その1 (長篠城跡)^{註*1}
Fig.5-1-1 Ground-probing radar record of moat(Nagashino Castle)

いたことが記載されているが、現在その痕跡は残っていない。そこで、内堀の外側にあたる帯曲輪で地下レーダー探査を実施し、古地図に記されている外堀が存在していた可能性を指摘することができた(図 5-1-1)。

「西尾城跡」(愛知県西尾市, 市指定史跡)は、室町時代にその前身の「西条城」が築かれ、江戸時代には大給松平家の六万石の城下町として栄えた城郭跡である。現在でも、本丸と二の丸を画する内堀と土塁が残っており、本丸内には資料館が建てられている。史跡公園整備のための事前調査として、埋没している内堀および二の丸の建物遺構を検出するために、地下レーダー探査および電気探査を実施した。調査地では地下レーダー探査により、地表面直下の堀跡と考えられる落ち込みの肩部がわずかに捉えられた(図 5-1-2)。また、ほぼ同じ位置での電気探査では明瞭な比抵抗の違いが捉えられ(図 5-1-3)、水堀跡の位置と規模を推定することができた。その後の西尾市教育委員会による発掘調査の結果から、これが近世の水堀跡であることが確認された。なお、この発掘調査では近世の水堀跡以外

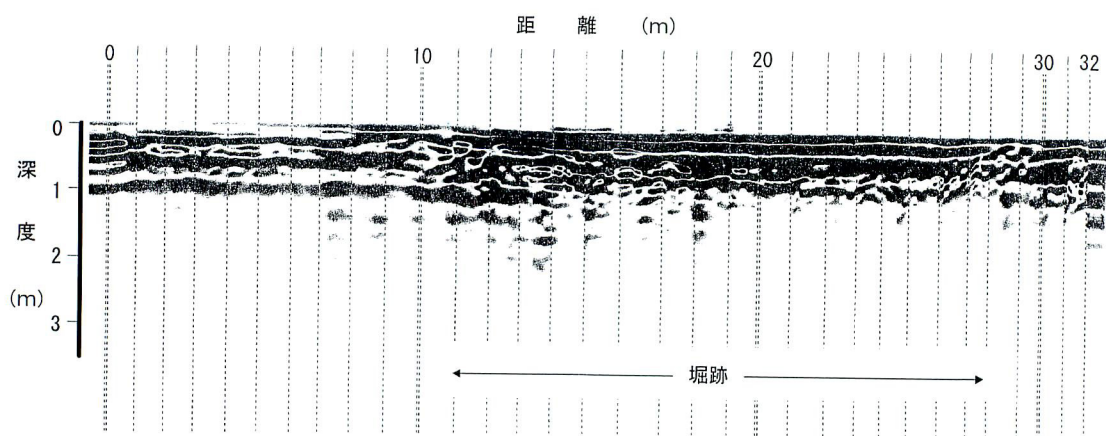


図5-1-2 堀跡の地下レーダー記録例 その2 (西尾城跡) 注*3
Fig.5-1-2 Ground-probing radar record of moat(Nishio Castle)

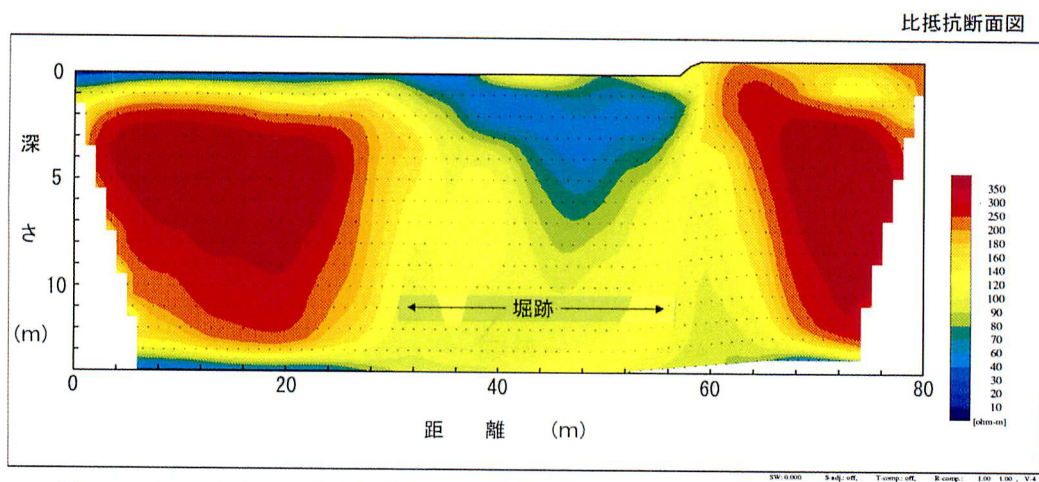


図5-1-3 堀跡の電気探査結果例 その1 (西尾城跡) 注*4
Fig.5-1-3 Resistivity image profiling analysis result of moat(Nishio Castle)

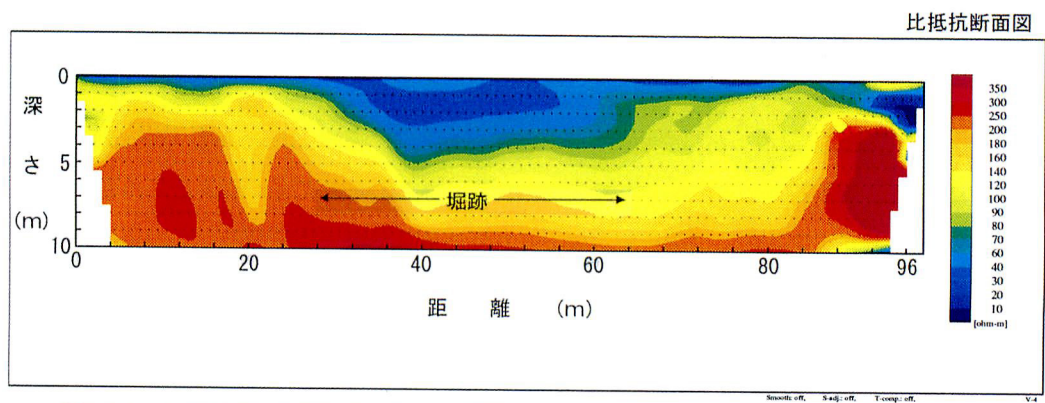


図5-1-4 堀跡の電気探査結果例 その2 (岡崎城跡) 注*4
Fig.5-1-4 Resistivity image profiling analysis result of moat(Okazaki Castle).

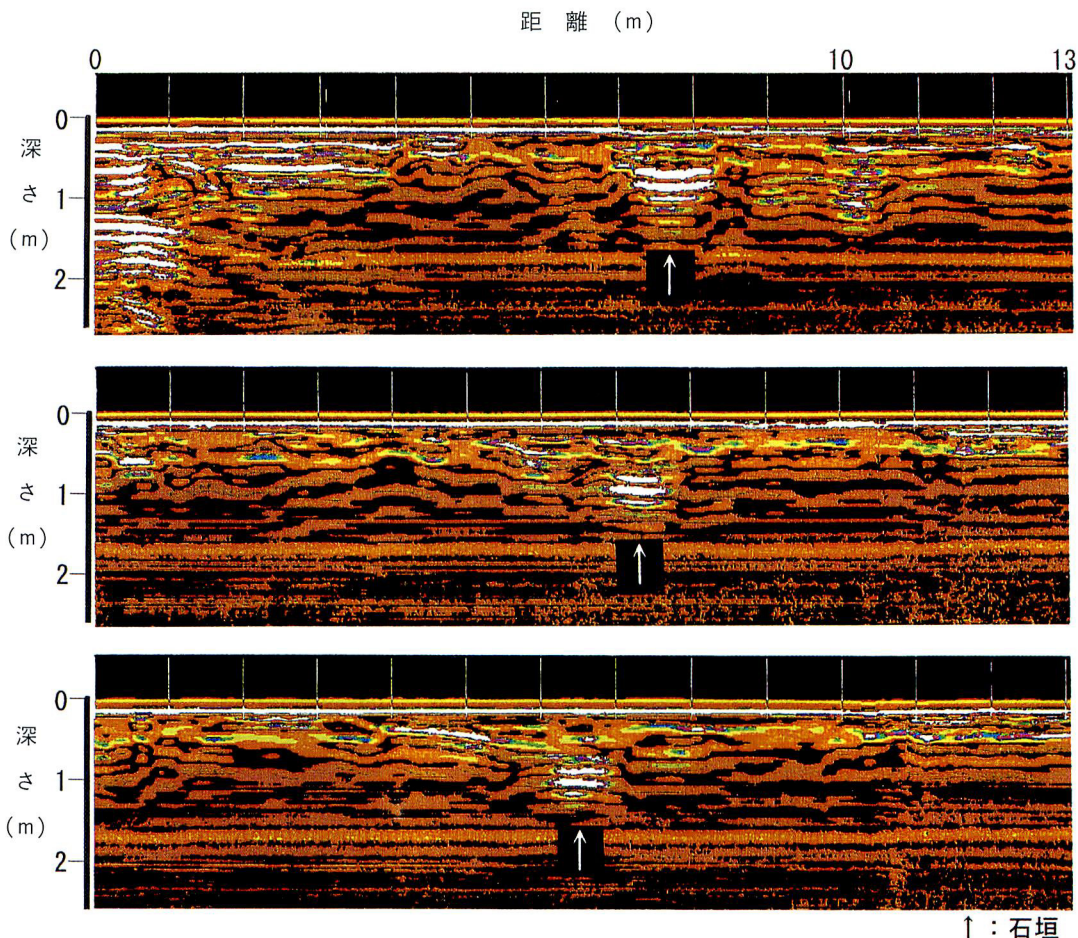


図5-1-5 堀跡の石垣を捉えた地下レーダー記録例 (松江城跡)^{※1}

Fig.5-1-5 Ground-probing radar record of moat stones(Matsue Castle)

に「西条城」時代の空堀跡も見つかったが、覆土が地盤の土とよく似た粘性土であったため、今回の探査で指摘することは困難であった。

「岡崎城跡」(愛知県岡崎市, 市指定史跡) は、広く知られているように徳川氏の居城で、徳川家康も永禄元年(1558)からの11年間はここ岡崎城を本拠とした。現在は、石垣と堀を残すのみであるが、復元された天守は資料館として利用されている。探査の目的は、開発に伴う埋没した堀跡の検出であった。現存する古地図から、開発区域内には堀が埋没していることが予想された。探査を実施したところ、地下レーダー探査の記録のみでは堀跡の位置の推定が困難であったが、電気探査を併用することにより落ち込み状の低比抵抗領域が明瞭に捉えられ(図 5-1-4)、堀跡の位置を推定することができた。

「松江城跡」(島根県松江市, 国指定史跡) は、江戸時代の大名堀尾吉晴の居城で、現在も天守や櫓、門、石垣、土塁、堀などが残っている。探査の目的は、開発に係る範囲に埋没している堀の検出であった。地下レーダー探査の結果、堀の石垣の頂部と推定される反射が検出され、このことから堀跡の位置を推定した(図 5-1-5)。なお、当調査地ではその後の確認調査は為されていない。

5-2 堀底の形状

地下レーダー探査により堀底までの記録が得られた場合には、堀の位置ばかりでなく、堀底の形状を把握することが可能である。このような目的の場合には、埋没している堀だけに限らず、現存する堀においても探査が行われる。

「浅場城跡」(群馬県甘楽町, 町指定史跡)は、本丸と考えられる一辺70m四方の平坦部とそれを取り巻く堀跡を現在に残す中世の城郭跡である。本丸部分は既に公園となっており、今後の史跡整備のための事前調査として、本丸を巡る堀の底の形状および本丸周辺の堀跡の検出を目的として、地下レーダー探査を実施した。本丸を巡る堀跡の中を探査した結果、現在の堀底から1.5m程下に、当時の堀底と推定される薬研堀状の落ち込みが検出され(図 5-2-1)、その後、甘楽町教育委員会により確認調査が行われた。

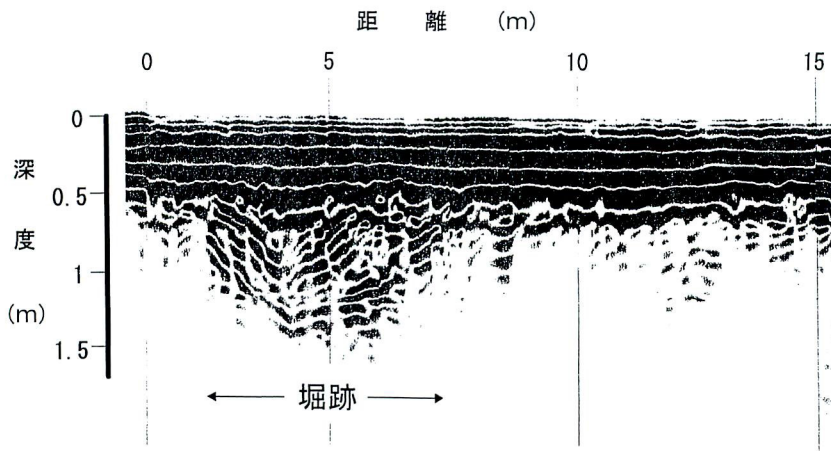


図5-2-1 堀底を捉えた地下レーダー記録例 (浅場城跡) Ⅱ*2

Fig.5-2-1 Ground-probing radar record of bottom line of moat(Asaba Castle).

5-3 出入り口遺構

出入り口遺構は、城郭の中で最も工夫が凝らされ、統治者による特色も表れやすい場所とされている。また、虎口付近の場合には改変を受けている可能性があるため、それらを把握することは城の変遷や史跡整備を考えるうえで重要である。出入り口遺構にはおもに虎口を形成する土塁や石垣、土橋や木橋、石段などがあり、地下レーダー探査を用いた調査では、これまでに土橋と石段が検出された例がある(図 5-3-1, 図 5-3-2)。

土橋は堀跡の調査に伴って検出される場合が多い。例えば、堀跡の落ち込みがある範囲だけ途切れ、その後再び現れる場合、その間の部分は堀り残しによる土橋である可能性が考えられる。「浅場城跡」では、図 5-3-1のように、堀を縦断する方向に測定した地下レーダー記録に凸状の土塁が捉えられている。

また、堀の周辺、あるいは曲輪の出入り口付近の探査で、曲輪をつなぐ橋の袂や道沿いに強い階段

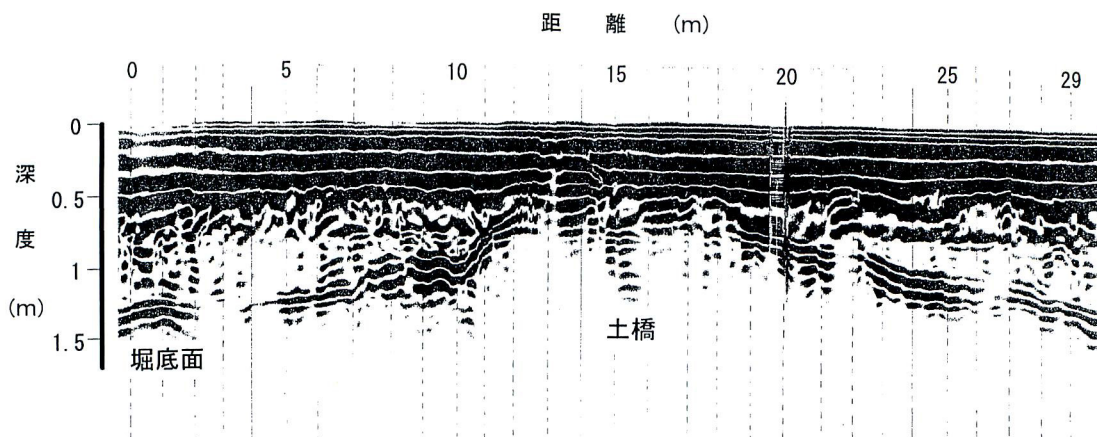


図5-3-1 土橋の地下レーダー記録例 (浅場城跡) 注*2

Fig.5-3-1 Ground-probing radar record of earthen bridge(Asaba Castle)

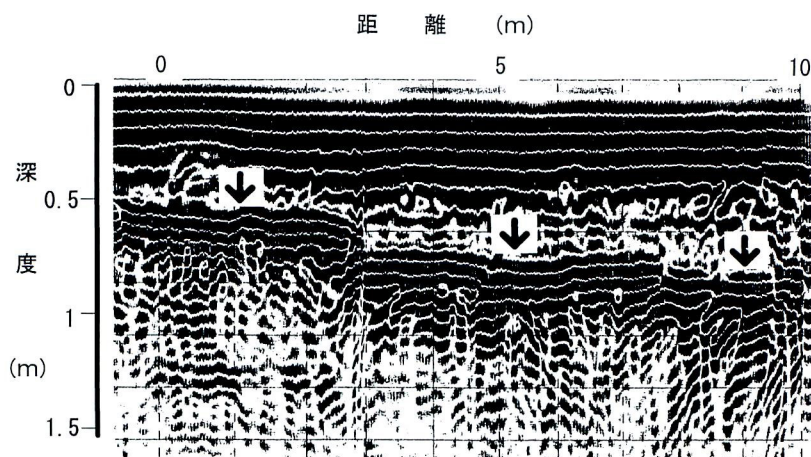


図5-3-2 石段の地下レーダー記録例 (滝山城跡) 注*2

Fig.5-3-2 Ground-probing radar record of stone steps(Takiyama Castle)

状の反射が捉えられることがある。「滝山城跡」(東京都八王子市, 国指定史跡)では, 地下レーダー探査によって, 図 5-3-2のような段差状の強い反射が得られ, 発掘調査の結果, 石段であることが確認された。

5-4 曲輪内の造成工事跡

曲輪は, まず平坦面を造る過程で掘削, 盛土, 築き固めなどが行なわれ, その後に防御施設としての土塁や石塁, 石垣などが築かれる。曲輪は自然の地形を最大限活かして造られるが, どの程度の人為的な土砂の移動が伴ったのか, どのような土をどのように盛ったのか, などを把握することは, 土木技術の歴史を見るうえからも興味深い。また, 曲輪の場合も改修を受けている可能性があるため, 現在残っている段階以前の城の縄張り構造を把握するためには発掘が必要になる。しかし, 史跡に指定されている城跡の場合, 現状を大きく変更することは不可能であるため, 事前に物理探査である程

度の探りを入れておくことが有効である。曲輪内の探査例はまだ少ないものの、地下レーダー探査を用いた「滝山城跡」や「名護屋城跡」（佐賀県鎮西町、国指定特別史跡）、「長篠城跡」などにおける調査で興味深い結果を得ている。

「滝山城跡」は、大永元年（1521）に大石氏によって築城されたとわれ、空堀・土塁・堅堀・櫓台・枳形・土橋・馬出が良好な状態で残っている中世の城郭跡である。探査は、主要な曲輪のほぼ7割を3年に分けて実施した。その結果、曲輪の造成に伴う盛土の跡（図 5-4-1）や土塁の跡が検出された。また、曲輪によっては溝状遺構が検出されたところもあった。ただし、これらの異常箇所は未確認であり、今後の発掘調査による検証が待たれる。

「名護屋城跡」は、豊臣秀吉によって「文禄・慶長の役」の兵站基地として築城された、近世初頭の築城技術を知ることのできる貴重な城郭跡である。現在、保存整備事業が進んでおり、今後の整備計画のための基礎資料として曲輪内部および斜面部分の地下レーダー探査を実施した。探査の結果、天守台の北側の斜面では、埋没した石垣の存在を示唆する強い反射面が捉えられている（図 5-4-2）。また、馬場では局所的に強い反射が捉えられており（図 5-4-3）、その位置から石垣あるいは門の礎石と推定した。その後の発掘調査では、この地点から栗石・玉石が検出されている。本調査地では順次発掘調査が進められており、探査結果との対比が行われつつある。

「長篠城跡」では、本丸内からテラス状遺構や溝状遺構（図 5-4-4）、盛土跡と推定される異常箇所が捉えられた。また、大手門推定地付近では溝状遺構が、ため池推定地ではため池跡がそれぞれ検出された。この結果をもとに、今後、鳳来町教育委員会による試掘調査が実施される予定になっている。

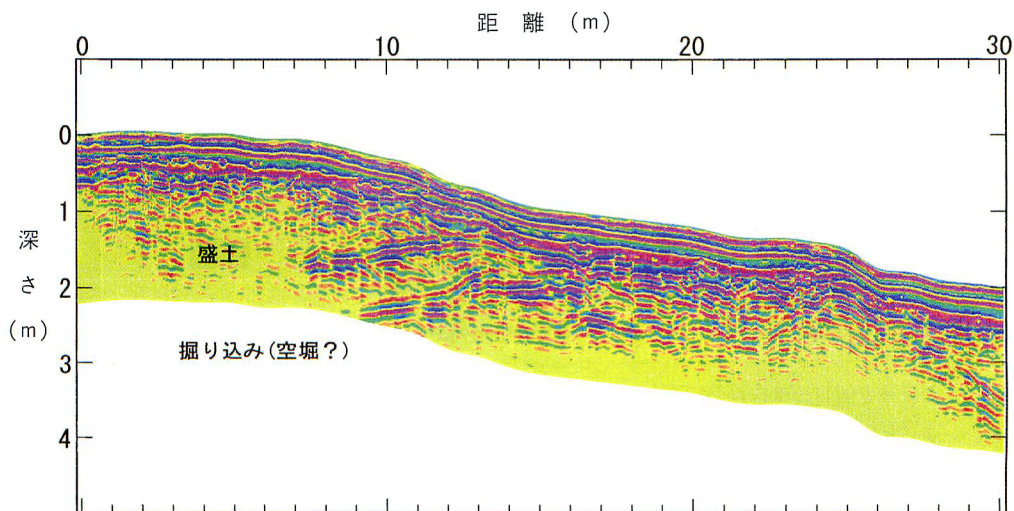


図5-4-1 盛土の地下レーダー記録例（滝山城跡）注2

Fig.5-4-1 Ground-p probing radar record of leveling mark(Takiyama Castle)

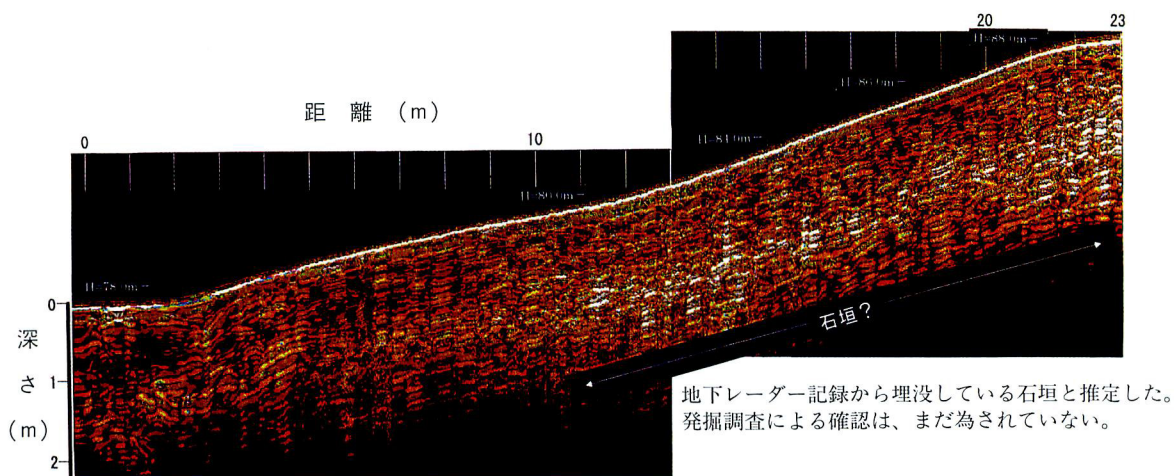


図5-4-2 石垣の地下レーダー記録例 (名護屋城跡) 注*1

Fig.5-4-2 Ground-probing radar record of stone wall(Nagoya Castle)

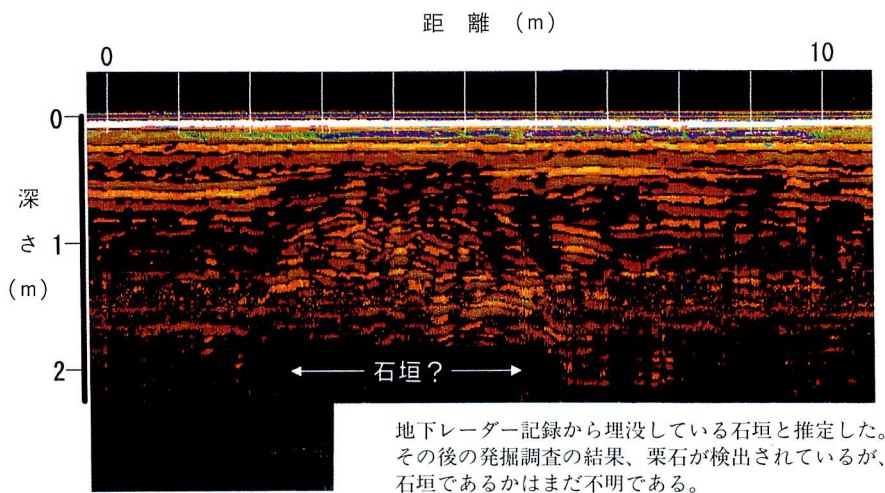


図5-4-3 馬場における地下レーダー記録例 (名護屋城跡) 注*1

Fig.5-4-3 Ground-probing radar record of stone construction in Baba-area(Nagoya Castle)

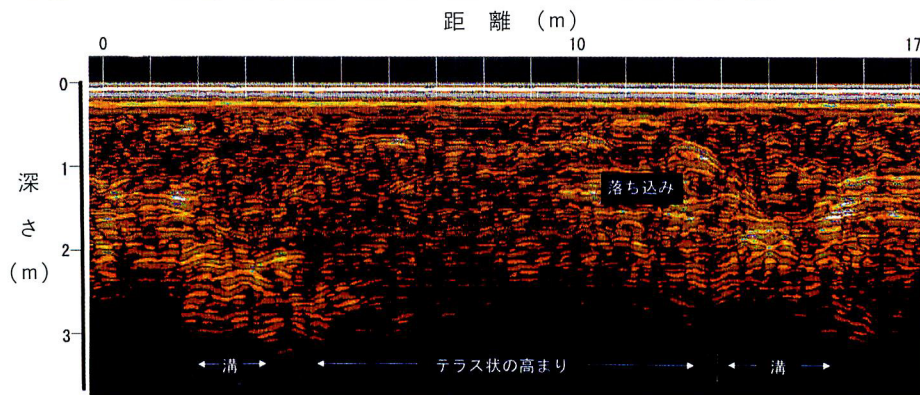


図5-4-4 本丸内の地下レーダー記録例 (長篠城跡) 注*1

Fig.5-4-4 Ground-probing radar record in Honmaru-area(Nagashino Castle)

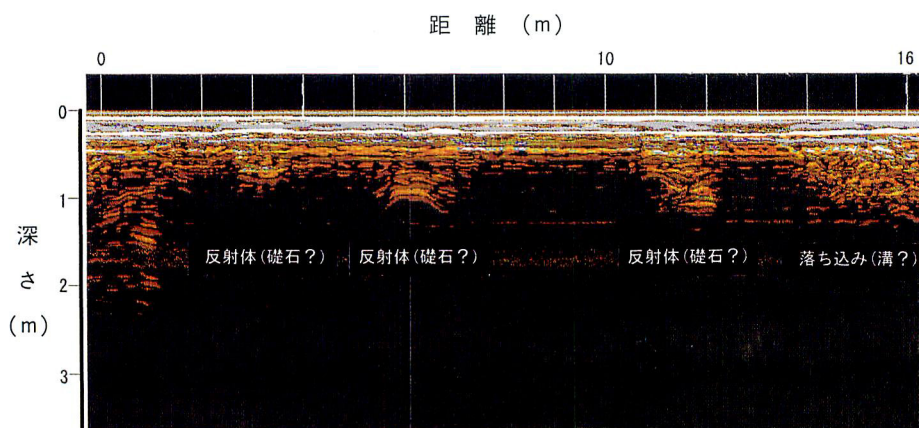


図5-5-1 礎石の地下レーダー記録例 (長篠城跡)^{注*1}

Fig.5-5-1 Ground-probing radar record of foundation stones(Nagashino Castle)

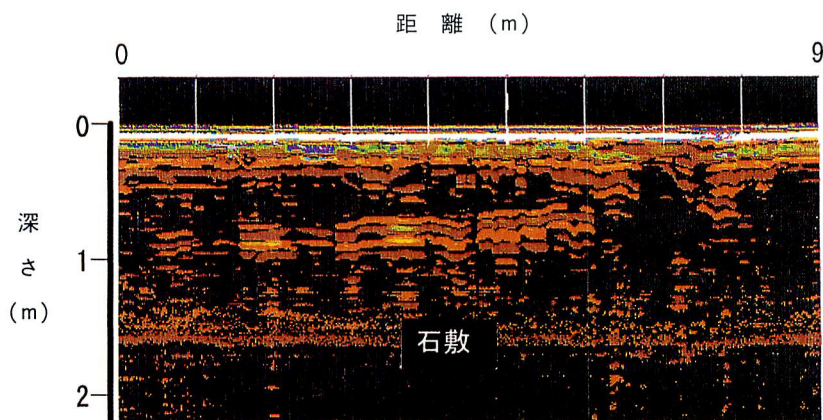


図5-5-2 石敷の地下レーダー記録例 (名護屋城跡)^{注*1}

Fig.5-5-2 Ground-probing radar record of graveled road(Nagoya Castle)

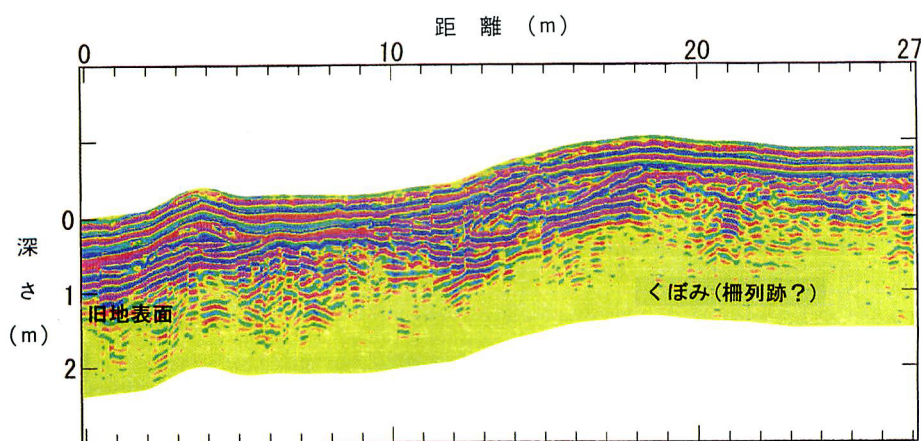


図5-5-3 柵列跡の地下レーダー記録例 (滝山城跡)^{注*2}

Fig.5-5-3 Ground-probing radar record of fence(Takiyama Castle)

5-5 曲輪内の建物遺構

曲輪内の建物遺構は、城郭全体の構成や各曲輪の役割を考えるうえで重要な遺構である。しかし、現在では当時の姿を留めている建物は少なく、ほとんどの場合、地表面にあった建物部分は消失し、礎石あるいは柱穴が地下に埋蔵されているのみで、今となってはどこに建物があったのか定かでない場合が多い。そこで、建物の礎石跡あるいは柱穴跡を探す目的で地下レーダー探査が利用されている。これまでのところ、地下レーダー探査で検出が可能と考えられる曲輪内の建物遺構としては、建物の礎石跡や柱穴跡の他、石敷遺構、柵列跡、堀跡などが考えられる。ただし、発掘調査による確認がまだ為されていない例が多く、今後の発掘による検証が期待される。これまでに、「長篠城跡」、「名護屋城跡」、「滝山城跡」などの各調査において、建物の痕跡を補足したとみられる例がある。

「長篠城跡」では、帯曲輪から本丸への出入り口付近に、門あるいは建物の存在を示唆する礎石と思われる反射体が確認された。また、帯曲輪内にも建物遺構の存在が考えられ(図 5-5-1)、今後の試掘調査に期待が持たれる。

「名護屋城跡」では鯉鉾池を挟んで山里曲輪の対岸部分に既に判明している石敷遺構の延長と見られる強い反射像が検出された(図 5-5-2)。また、水の手曲輪では、柵列と推定される溝状の反射像が認められた。しかし、ごく浅いところに見られるため、当時の遺構であるかどうかは現在のところ不明である。

「滝山城跡」では、本丸から礎石の可能性のある反射体やピット状遺構が検出された。また、馬出や刑部屋敷の平坦面では小さな反射体が数多く検出され、石敷遺構あるいは柱穴の存在が示唆される。また、柵列らしき遺構がある曲輪の存在も考えられる(図 5-5-3)。

6. 城郭遺構における物理探査の適用性

我々はこれまで20数箇所の城郭において物理探査を適用し、前章で述べたようなさまざまな遺構が埋蔵している可能性を指摘してきた。ここで、城郭遺構に対する物理探査の成果を概括するとともに、今後の課題を整理することによって、その適用性を考察したい。

6-1 堀跡および曲輪における探査の現状と課題

堀跡の探査については、地下レーダー探査と電気探査を併用することにより、地下レーダー探査では十分な探査深度が得られない低比抵抗地盤においても、堀跡の検出が可能となり、かなり良い結果が得られている。また、探査後の確認調査が実施されることが多いため、探査結果との検証が可能であり、記録の解釈がある程度パターン化されつつある。

しかし、電気探査の結果は、大まかな地盤の比抵抗分布を捉えたものであるため、堀跡の真の形状を的確に指摘することは難しく、また、比抵抗の違いが実際の地層境界面(この場合、堀底と覆土の境界)に対応しているとは限らないことに留意する必要がある。また、堀底の土と覆土が同じような土質の場合には、地下レーダー探査と電気探査を併用しても、その検出が難しいという問題点がある。

したがって、このような場合にも適用できるような探査手法を考えることが今後の課題の一つである。

一方、曲輪の造成あるいは建物遺構を対象とした物理探査は、ここ数年探査事例が増え、確認調査が実施される例も出てきた。しかし、堀跡と比べると、まだ確固とした解釈パターンが定まっていないのが現状である。歴史考古学の面からみても、堀跡以外の城郭遺構についてはまだ不明な点が多く、実際どのような遺構が存在するのかを把握しきれていない面もあるため、探査結果の解釈がなかなか推定の域を出ないという問題点を抱えている。このような状況を打破するために、探査後に遺構の可能性が高いと推定される場所については、試堀調査による確認が為されるよう働きかけ、その結果と探査結果とを比較し、曲輪内の城郭遺構についても、より確度の高い探査を実施できるよう心掛けていきたいと考えている。

6-2 城郭調査における物理探査の役割

次に、城郭調査全般に対し、物理探査が持つ役割について述べたい。近年、城郭の調査で物理探査が適用されている大きな理由には、次の二つが考えられる。

一つは、物理探査が“非破壊”であるという点である。発掘調査は実際に土を掘り返す作業であるから、遺跡の有無が明確にわかる一方、一度掘ってしまったら掘った部分の土はもとには戻らない。そのため、発掘調査は計画段階から慎重に行われている。城郭の場合、史跡に指定されているものも多く、史跡整備のためとはいえ、むやみに掘ることはできないのが現状である。そこに、現在の地表面上から非破壊で探知できる物理探査が、発掘の事前調査として利用される余地があり、どこにどのような遺構が埋蔵しているか推定するのに有効である。ただし、物理探査の結果は、あくまでも「城郭遺構と見られる反応がこの付近にある」という程度の推定であり、遺構の種類を把握することは難しい場合が多い。ここに物理探査の限界があるが、考古学的な知識や古絵図、書物などの文献資料、調査地周辺での発掘結果などの予備情報を有効に活用することで、物理探査の信頼性を高めるよう努めている。

二つめに、物理探査はトレンチなどの試掘調査に比べ、“広範囲にわたる効率的かつ面的な把握が可能である”という点である。一般に、発掘調査を実施する際には、事前に試掘（トレンチ調査）などによる遺構の分布調査が行われる。この場合の調査範囲はほとんどが限られており、あくまでも遺跡の部分的な把握でしかない。そこで、トレンチよりも広範囲の面的な遺構の分布範囲を把握することのできる物理探査が利用されるケースが増えてきている。もちろん、物理探査はあくまでも間接的な調査であるため、詳細を知るためには、その後の発掘調査による確認が不可欠である。しかし、物理探査は、試掘調査に比べ調査地全体を面的に網羅することができ、しかも面積の割に比較的短期間で調査が可能であることから、城郭の概略的な構造を把握するのに有効である。また、遺跡調査の第一段階とも言える遺跡の範囲確認調査では、“広範囲の面的、効率的な調査が可能”という物理探査の特徴を活かし、ある程度試掘調査に代わる手法としての役割を担っていけると考えている。今後は、物理探査を遺跡の範囲確認調査の一手法として、また、遺跡分布調査のための試掘調査を補う事前調査

として定着させていきたいと考えている。

7. まとめ

以上のように、我々は、史跡整備や開発に伴う城郭の発掘調査を補う手法として、物理探査の活用を提案し、実施してきた。特にここ数年は、城郭の調査における物理探査の有効性が理解されて、その活用が広まりつつある。

実際にこれまで、堀跡（埋没している堀、現存する堀の堀底の形状）、出入り口遺構（虎口、土塁、石垣、橋、石段など）、曲輪内部の造成跡（盛土、土塁、石塁、石垣など）および建物遺構（建物の礎石跡、柱穴跡、石敷遺構、柵列跡、堀跡など）などの遺構に、おもに地下レーダー探査や電気探査の適用を試みてきた結果、本論文中の探査事例に示したように、埋没している堀跡の調査には、地下レーダー探査と電気探査の併用が有効であることがわかってきた。また、堀跡以外の遺構についても、地下レーダー探査は、ある程度遺構の存在を示唆する有効な手段となりつつある。しかし一方では、探査自体の限界や解釈上の問題点など、検討すべき点もあり、今後の可能性を秘めた分野であるとも言える。城郭の調査に物理探査を適用する試みは始まったばかりであり、これからも開発が進み、史跡整備の動きが活発になることが予想されるなか、物理探査に対する期待やその果たすべき役割は、今後ますます大きくなるものと考えている。

さて、城郭跡には、壮大な天守閣や石垣がそびえ立ち、多くの人が訪れる城がある一方、今なお人知れずひっそりと山林に埋もれたまま残る城郭跡も無数にある。中世から近世までの数百年にわたり営まれてきた、これらのおびただしい数にのぼる大土木工事の跡は、当時としては最大規模の自然改変の跡であり、我々が生活する現代の都市空間の形成に大きななかかわりを持っているほか、山間の風景にその面影をとどめている。我々は、日常このようなことを意識しながら生活している訳ではないが、国土開発が進められ、日本の風景がかつてないスピードで変貌している今、自然の一部として、また史跡としての城郭跡の保護の必要性は、誰もが少なからず感じている問題と言えよう。無言で語りかけているこれらの国民的な文化遺産を保護・活用するための一手法として、これからも城郭調査における物理探査の適用がより多くの人から理解を得られるよう、なお一層の努力をしていきたいと考えている。

謝 辞

本論文への探査結果の掲載にあたり、愛知県鳳来町、愛知県西尾市、愛知県岡崎市、群馬県甘楽町の各教育委員会、島根県松江市都市計画課、佐賀県立名護屋城博物館、東京都教育庁、東京都建設局西部公園緑地事務所および歴史環境計画研究所（結果掲載順）の関係者各位に、多大のご理解とご協力を頂きました。また、国立歴史民俗博物館の千田嘉博氏には、文献中の挿絵を使用させていただきました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- ・長田正樹・田村晃一・坂山利彦（1988）史跡整備事業の保存整備計画段階における探査，応用地質年報No.10，49-67p.
- ・河西克造（1992）甲信地方における最近の中世城館跡調査，月刊考古学ジャーナルNo.353，ニューサイエンス社，17-27p.
- ・小林（熊田）恵・軽部文雄（1995）城郭の調査における物理探査の適用，日本文化財科学会第12回大会研究発表要旨集，28-29p.
- ・小林恵・軽部文雄（1996）城郭の調査における物理探査の適用(2)，日本文化財科学会第13回大会研究発表要旨集，182-183p.
- ・坂山利彦（1991）各種物理探査による遺跡調査例，物理探査第44巻6号，412-418p.
- ・千田嘉博・小島道裕・前川要（1993）城郭調査ハンドブック，新人物往来社.
- ・田中章夫・軽部文雄・小林恵・峠美穂（1996）城郭の調査における物理探査の適用（堀跡の探査），物理探査学会第94回（平成8年度春季）学術講演会講演論文集，146-149p.
- ・峠美穂・畠山晃陽・軽部文雄・田中章夫（1995）広域遺跡調査における物理探査の意味と役割，物理探査学会第92回（平成7年度春季）学術講演会講演論文集，73-77p.
- ・中井均（1992）中世城館跡調査の成果と課題，月刊考古学ジャーナルNo.353，ニュー・サイエンス社，4-10p.
- ・西ヶ谷恭弘（1993）城郭，日本史小百科，東京堂出版.
- ・平井聖・西ヶ谷恭弘・松岡利郎・高橋正弘（1989）城郭事典，探訪ブックス〔日本の城10〕新装版，小学館.
- ・村田修三（1987）中世の山城，図説中世城郭事典1，新人物往来社，8-20p.
- ・村田修三（1987）城の発達，図説中世城郭事典2，新人物往来社，8-19p.
- ・村田修三（1987）城の分布，図説中世城郭事典3，新人物往来社，8-16p.
- ・山上雅弘（1992）西日本における中世城館跡調査，月刊考古学ジャーナルNo.353，ニュー・サイエンス社，11-16p.

注

本稿で紹介した探査記録は，以下の探査装置および測定条件により測定したものである。

- *1 地下レーダー探査装置 SIR-10A（GSSI社製）500MHzアンテナ
- *2 地下レーダー探査装置 Georadar-I（応用地質株式会社製）350MHzアンテナ
- *3 地下レーダー探査装置 Georadar-II（応用地質株式会社製）350MHzアンテナ
- *4 電気探査装置 McOHM プロファイラー14（応用地質株式会社製）電極間隔1m，最大電極間14m

（1996年8月9日受理）

Application of geophysical exploration methods to archeological investigation of Japanese castles

Megumi KOBAYASHI, Fumio, KARUBE, Miho TOHGE and Akio TANAKA

OYO Corporation, 2-2-19 Daitakubo, Urawa, Saitama 336, Japan

In recent years, archeological excavations have been proceeded at many Japanese castle sites for the purpose of maintenance of the historical sites due to urbanization near the castles. In these excavations, archeological features of the Japanese castle like moats 'HORI', entrance and exit 'KOGUCHI', building remains and marks of reclamation in KURUWA are usually targets to be found.

However, it is often difficult to find these targets effectively in the wide castle site, we have proposed to use the geophysical exploration methods for archeological investigation of Japanese castles. Geophysical exploration methods have great advantage that non-destructive, quick and economical investigation can be carried out in the wide area. Among the many geophysical exploration methods, we have mostly applied ground probing radar (GPR) and Resistivity Image Profiling (RIP) in the archeological investigation above.

The investigation of the buried moats, the excavation surveys with the geophysical exploration methods have revealed that these two methods can be effectively used especially. The GPR can detect small moats and the RIP is effective to detect large ones and low resistivity ones.

For the case of investigation of KURUWA, we tried to apply the GPR and showed its effectiveness. However there are not so many examples of excavation surveys for KURUWA. We will have to study the feasibility of geophysical exploration methods for the investigation of KURUWA.

For the future, we are going to establish more efficient archeological investigation methods of the Japanese castles using the geophysical exploration techniques.

(Received August 9, 1996)