

## 遺跡調査に於ける測量方法について

### ——平面直角座標の導入の意義——

竹 井 治 雄

#### 1. はじめに

遺跡調査における「測量」は、地形図を作成し、調査トレンチ、遺構、遺物の位置、形状等を記録する上で重要な役割りを果している。この記録は、視覚的に訴えるものばかりか、例えば度量衡を検証し得る考古学の基礎的な資料になるものと考えられる。「測量」は調査の第1歩から報告書作成まで一貫して係る基本的な作業である。

昨今、測量機材の性能の向上、航空測量、コンピューターとの連結によって迅速かつ精確さが増し、目覚ましい進歩が見られるが、その中で、国土座標値(平面直角座標値)<sup>(注1)</sup>の導入は不可欠なものであると思われる。遺跡調査での国土座標による基準点の設置は、調査を円滑に推進させていく上で認識されはじめた昭和50年頃から、特に都城跡、寺院跡を持つ市町村で広まった<sup>(注2)</sup>。しかし、例えば広域の生産遺跡、あるいは分布調査等で推定されている周知の遺跡のなかには、十分に活用されていないのが現状である。この原因については、測量方法、国土座標が持つ特性、遺跡の性格、緊急調査等の競合作用にあると推察される。

本稿では、測量方法及び国土座標が持つ特性、利点、欠点等を考察し、遺跡調査の中の諸問題を明らかにしたい。<sup>(注3)</sup>

#### 2. 平面直角座標

地球上の諸点の位置を表示する方法は、経度、緯度、標高の3要素が必要であるが、この基準となる点の設定は、地球そのものが扁平度299分の1の回転楕円体であることから、直接的に定められない。そこで、地球物理学を応要して理論的な形の地球を地球楕円体、準拋楕円体として想定された。この楕円体面に経線、緯線、赤道が割り付けられた。これを経緯度座標と呼ばれ、国単位の地図や国と国との位置関係を測るときに利用される。この基準となる経線は、グリニッジ天文台を通る子午線を零度とし東西を180度に分つ。一方緯線は赤道を0度として南北を90度に分つ。いずれも角度(角距離)で表示されているため、局地的な座標計算が不便である。わが国の経緯度原点は、天体観測により測地学的な

原点が政令で定められている。

平面直角座標は、上記の経緯度座標による計算が不便であること、数値化しにくいこと等から昭和29年頃、これに代るものとして採用された。平面直角座標は、経緯度座標にガウス投影法(横軸円筒図法)を用いて写像する手法で、原点を通る子午線の長さが正しく、等角条件も考慮されている。この座標は、子午線(南北)をX軸、これに直角にY軸(緯線)を採り、それぞれ緯距離、経距離で表示される。ところで、本来、子午線と緯線とは直角でなく、しかも直線でなく、唯一原点を通るX軸上の距離と方向だけが正しいことから、一つの座標系が使用できる範囲は西に110~130kmであるとされる。それ故、縮尺5千分の1、5万分の1等大縮尺の地形図を作成する上で非常に便利である。

わが国の平面直角座標は、全土を17の座標系に分けられ、三角点に数値を与え、「三角点成果表」で知ることができる。我々が使用する三角点は、三、四等三角点、二等多角点などの下位で、建設省国土地理院が管轄しており、国土座標とも呼ばれている。近畿地方ではほとんど第VI系に属し、遺跡の地形図作成、遺構の実測に利用することができる。

三角点成果表には多くのデータが記載されているが、我々が扱う項目は、そう多くない。しかし、国土座標の特性を識る上で2、3の留意点を以下に述べたい。

①H=25.21と表示されている標高は、直接水準測量によるものでなく、10cm前後の誤差があるため、水準点測量には適さない。なお、この標高値は、球差、気差の補正を行う時に用いるものである。

②X軸、Y軸の座標値は、桁数が多く、しかも第VI系ではマイナス表示(第3象限)であることから、初歩的な事柄ではあるが、計算、南北方向等、誤りを犯し易い。

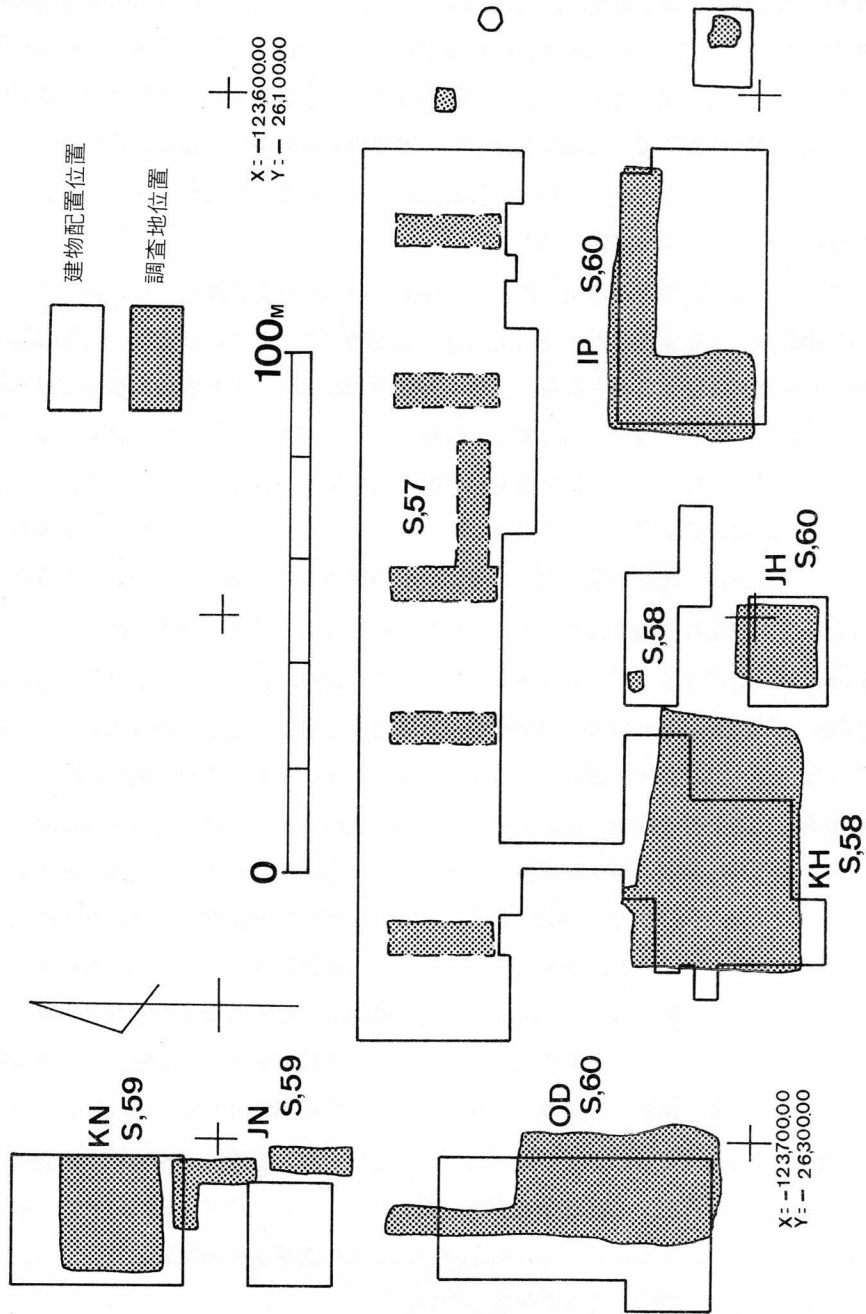
③座標値から計算上で求められた「北」は、X軸線を基線とした測線の方向角であり、ふつう座標北と呼ばれる。一方、真北方向角は子午線の北方向であり、X軸線との子午線収差を調整することにより求められる。従って、座標北と真北方向との2つの北が表示されているから、混乱を避けるため測量計算後に明示しておくが良い。

④距離の補正については、2km以内の2つの三角点を結合トラバース測量を行う場合とにおいて、精度を圧倒的に高めようとしない限り、球面補正を行わなくてもよいと考える。

以上のように、成果表には多くの注意事項があるが、我々の測量方法、技術等でも、この成果表を充分生かしていけると思う。次に、具体的にこの活用を木津川河床遺跡の測量について記したい。

### 3. 木津川河床遺跡調査の測量

#### 1) 測量の目的、方法



第1図 トレンチ位置図

木津川河床遺跡は、京都府南部地域にあって、淀川と木津川の合流点から木津川大橋に至る木津川河床を含む兩岸の水田地帯に位置する。標高10mの低湿地であり、弥生時代から江戸時代までの複合遺跡であることが分布調査等で推定されているに留まり、その性格については、今後の調査を待たねばならない。木津川河床も遺跡に含まれるのは、河床に遺物が散布していること、明治2年の河川改修によって流路の変更が「八幡飛地」にその名残が確認できることから推定された。

測量の対象地は、淀川と木津川の間の水田部分で、(財)京都府埋蔵文化財調査研究センターが昭和57年度より実施した木津川河床遺跡調査地<sup>(注4)</sup>である。この調査は、京都府洛南浄化センターの建設計画が契機となり、以後、施設の増設に伴い単年度毎の事業ではあるが、実質的に継続した数年に及ぶものと考えられた。しかも調査主体者、担当者も年毎に変わることが予想された。従って、調査計画も具体的に立てにくい状況にもかかわらず、将来を見越した基本的な方法を考えておく必要があった。例えば、トレンチの名称、土層名の表示法、割り付け方法、記録方法などであるが、次の担当者にスムーズに移管できるように此等の方法を未確定な要素を持ちながらも概念規定しておくことが望まれた。

昭和58年度の測量作業は、トレンチの位置、出土遺構を記録することが目的であると共に、上述の遺跡調査に対し将来の展望を持った方法を提示するという観点に立って、昭和58年9月19日から21日まで実施した。測量方法は、まず、トレンチの近隣に割り付けと平板測量を兼ねた基準杭を設置した。この杭の材料は丸杭であり、調査終了後には消滅するものであることから是非、国土座標値の導入が必要であった。そして、調査付近に幸い三等三角点「美豆」と四等三角点<sup>(注5)</sup>「生津」があり、これを用いて簡易結合トラバース測量を行った。この路線では両三角点から調査地の基準点が直接見えないので、新たに仮杭(BM)を2点設置した。総路線長は約1,800m、各辺長が極端な不等距離で不定形な5角形を呈している。測角は、トランシット5秒読みを使い、3倍角法で測った。測距は、光波測距儀で水平距離を求めた。測量の点検及び計算の結果、測角総誤差は9秒、精度(閉合比)は約39,000分の1である。この結果については、平坦地での許容誤差は30~60秒、精度は1万分の1であるから、再測する必要がないと判断した<sup>(注6)</sup>。しかし、目に見えない誤差、明らかに基本的に誤っていた事項がいくつか気が付いた。この測量上の諸問題については、全般的に測量学の誤差論(定義)に合せて後述したい。

昭和59、60年度の測量については、簡易結合トラバース測量により5ポイントの基準点測量が行われ、いずれも「美豆」、「生津」の両三角点を用いている。昭和59年度においては、前年の極端な不等間隔の路線が改められ、また、調査トレンチの掘削以前に実施された。昭和60年度は、障害物(建物)が増え、測量条件の悪化にもかかわらず3ポイントの測

量が行われた。両年の測量方法、手法もほとんど同様であり、精度は2万～4万分の1で予想された成果が得られた。そして、報告書には、測量の成果、方法及び精度が明記されるようになった。この個別の成果を生かして第1図のトレンチ位置図が出来上がったが、その他、気が付いた点を記しておきたい。

## 2) 国土座標の意義

第1図のトレンチ位置図は、基準点測量による座標値をもって表わされたもので、建物については、建築設計図の座標値を基に合成したものである。この図を見ると、トレンチの規模、形態、位置がよく判り、とりわけ、建設予定との位置が異なっていることに気付く。KN区は完全に収まっているが、JN区は逆に全く外れている。OD区は東へズレている。KH区は古墳時代の竪穴住居が出土したことにより大きく拡張されている。JH, IP区は、ほぼ予定通りの位置にある。このようにトレンチの位置を国土座標値によって再確認することができた。

昭和58年度KH区の竪穴住居が先後関係をもって10基出土した。これらの住居の方位が座標北で示し、数値で表わすことができる。

以上のように、国土座標は、トレンチの位置、遺構の位置、方位を「公的」な数値で表し、他遺跡との関連を追求することができる。また、将来データをコンピューターに入れる場合に便利であると考えられる。

## 3) 測量の諸問題

測量の精度については、測量条件を考慮に入れ、使用目的に応じて異なるものである。そして、一定の精度を得るために測量方法、資材等が決められる。測量には必ず誤差が生じ、これを補正しなければならない。過誤、不定誤差等は補正できないので、再測しなければならない。誤差には、ふつう総称して定誤差と呼ばれる個人誤差、器械誤差、自然誤差があり、これらは測定の方法で消去できるし、理論的に補正することもできる。

①昭和58年の不均等なトラバース路線は、測角の時に個人誤差、器械誤差が生じやすいばかりか、誤差が一点に集中する可能性が高い。これは、トレンチの割り付けの際に2点の基準点があれば都合が良いと考えたからであるが、今後、路線の計画ではできるだけ各点間を等距離にしたい。

②トレンチの掘削後、または平行して測量する場合、余分な仮杭を設定し路線を増すことになり、誤測を招いたり、過誤が生じる危険がある。

③測量とは直接関係しないが、割り付けラインの座標値は、桁数が多いため、遺物の出土地点名、遺構名の表示において不便である。そこで、別の簡単な数字、文字に置き換えるのであるが、前者との関連を明確にしておかないと、不注意による過誤が生じる。

④測角方法<sup>(注7)</sup>は、三倍角法を用いた。他に反転二対回法があり、目盛盤と望遠鏡を全的に使って機械誤差を消去するが、測読が多いため測定者の癖等の個人誤差が生じやすい。三倍角法は現在は、ほとんど反転二対回法が採用されている。三倍角法は、若干器械誤差を無視するが測読が1回で済むから、誤読や個人誤差が生じにくい利点がある。

⑤測距は、高精度の光波測距儀を使用し、片道(1回)だけの測定であるが、本来は往復測定が望まれる。これは、測距儀に対し、自然誤差を自動的に消去し、器械誤差も無いであろうと過信する態度の表われで、正しい測定法といえない。光波測距儀は、異常重力や高圧電線の影響を受けやすく、不定誤差が生じる場合がある。

#### 4. むすびにかえて

私には、測量をしている時に3つの楽しみがある。1つはトラバース測量で数個の交角を測る前に努力目標として「今日は心身のコンディションがいいから10秒以内の誤差に留めるぞ」と宣言し、出発する。測角している最中「三角形の内角は180°」と呪文をくり返し、ひや汗を流す。もう、ボーリングに似たゲームである。果して宣言どおりに成らず、ゲーターは無いけれど、ワンピンのスペアが取れない。2つ目のゲームは水準測量である。二人三脚で、 $5\sqrt{S}$ (許容誤差)は少しきついし、単純作業であるから、誤ち易い。野帳に刻々と書き込み、往復すると結果がでた。各ポイント1mmの誤差がでた。いや測定者の癖がでた。もう1往復、2人の足取りが重い。3つ目は、4人以上でやる綱引きである。基線測量の時よく見かける。20m程離れた2つの杭にスチールテープを渡す。前端と後端が引張り合をし、テープが長いときは中間点で1人ささえる。「ハイッ」の声(私)で、両端の読み手は一瞬にして目盛を読む。まず3回行って、両端を減算する。結果が惨胆たるものなれば、誰が悪いのか判らないから、不信と責任の擦り付け合いで、私は楽しい。よい結果がでると、みんな不思議そうな顔をする。

ゲームは一生懸命したのだから個人誤差(団体誤差?)が消去されているし、点検も充分である。これからゲーターは人手を離れ、補正、調整、精度といった非情の門を抜け、決定され、基準杭が誕生する。

国土座標がさらに活用されたらよいなと思う発掘現場が、ここ数年、10件ぐらいあった。それは、寺院跡、都城遺跡のような既に活用されているものの外に、台地に残る1基の堅穴住居、古墓等、ささやかな遺構についてである。

最後に小稿を執筆するにあたり、木津川河床遺跡を担当された黒坪一樹・岩松 保氏には、助言、資料をいただいた。また、福富 仁氏には、多忙な中であって私とともに測量

作業を実施していただいた。末尾にて、記して感謝の意を表します。

(竹井治雄＝当センター調査課調査員)

- 注1 平面直角座標には、旧、新2つの座標原点があるが、現在では「新」平面直角座標系(昭和43年建設省告示第3059号)が使用されている。
- 注2 奈良市教育委員会『基準点成果表』昭和52年、京都市文化観光局文化財保護課『京都市遺跡発掘調査基準点、成果表・点の記』昭和54年等がある。長岡京市、向日市など長岡京跡関係で昭和53年頃から基準点が毎年増設されている。また、綾部市、亀岡市では、都市建設用の基準点を利用し、独自の割り付けを行っている。
- 注3 ここでは、国土座標を用いた基準点(平面)測量を言い、その方法として結合トラバース測量に主眼を置く。なお、もう一つの基準点測量である水準測量は、平面測量と深く係るが、本文では扱わない。
- 注4 長谷川達「2.木津川河床遺跡」(『京都府埋蔵文化財調査概報』第8冊 1983年 (財)京都府埋蔵文化財調査研究センター)  
黒坪一樹「6.木津川河床遺跡」(『京都府埋蔵文化財調査概報』第11冊 1984年 (財)京都府埋蔵文化財調査研究センター)
- 注5 この両三角点は、国土地理院発行の2.5万分の1地図(「淀」)で見つけることができ、座標値については、国土地理院、近畿地方測量部で閲覧できた。
- 注6 兼杉 博編『測量公式活用ポケットブック』昭和49年オーム社の51ページ「表1 閉合誤差または閉合比の許容範囲」を参考にした。
- 注7 測角方法の選定については、倍角法や反転二対回法等、様々な方法があるが、どれを採用するかは、必要な精度、資材の等級、個人の技術、路線によって異なり、一概に決められない。今回の測量では、器械誤差よりも個人誤差(未熟)、誤読の方が生じ易いと判断し、三倍角法を用いた。

#### 参考文献

- 長谷川博・笠松 清『測量I』コロナ社 1974年  
森 忠次『測量学I 基礎編』丸善株式会社 1982年  
斎藤暢夫『基準点測量の実際』オーム社 1970年  
国土地理院『公共測量』1982年