

リモートセンシング技術を用いた巨大遺跡に見る土木技術

長崎大学工学部 正会員 後藤恵之輔 正会員 全 炳徳 学生員 ○前川芳秀

1. はじめに

世界には、数多くの遺跡が残されている。エジプトのピラミッド、中国の秦の始皇帝陵、カンボジアのアンコールワット、ナスカの地上絵など、至る所に古代の文明の跡が残っている。日本にも、多くの古墳や遺跡が残っており、その数は大小合わせると約20万基ほど存在すると言われている。なかでも近畿地方は古墳が集中しており、特に大阪府には堺市を中心とする百舌鳥古墳群と、羽曳野市と藤井寺市にまたがる古市・誉田古墳群がある。双方には、今尚謎が多い天皇陵がある。これら古墳は、宮内庁直轄のため立ち入り調査ができないため、過去の様々な文献、書物などからの推測の域を脱していない。

このような現状であるために、考古学的に見るとなかなか先には進めない。しかし、現に古墳は存在しており、種々の書物、写真などで広くその姿を目にする機会がある。特に、百舌鳥古墳群には、日本一の規模を誇る仁徳天皇陵（大山古墳）があり、その姿は、今日でも他の古墳を従えているように存在している。この古墳の築造条件を文献を参考にしながら衛星データを用いて検討する。

2. 仁德天皇陵（大山古墳）

写真-1に、仁徳天皇陵を含む大阪の百舌鳥古墳群及び古市
誉田古墳群の位置関係を、日本の人工衛星であるMOS/MESSR
データ(91.12.16)によるフォールスカラー画像上に示す。

仁徳天皇陵の規模は、墳丘全長 475m、後円部直径 245m、後円部高さ約 30m、前方部幅 300m、前方部高さ 27m、現在の墳丘の土量は 136 万 7062m³である。また、墳丘を覆う葺き石は 1m²あたり 74 個平均として 536 万 5000 個、重量にして 1 万 4000 トンに達するという計算結果がある。世界にも多くの遺跡が残っており、エジプトにあるクフ王の第一ピラミッドは、高さ 147m、一辺の長さが 229m の四角錐をしており、230 万個の切石を積み上げている。中国の秦の始皇帝陵は、縦 345m、横 340m、高さ 76m という墳丘である¹⁾。

3. 解析方法

人工衛星 LANDSAT/TM 夜間データと MOS/MESSR のデータを用いて、仁徳天皇陵の周辺の温度分布状況と植生状況を求め、これらを基に百舌鳥古墳群及び古市・轟田古墳群に分布する大小様々な古墳の分布状況を把握する。温度分布は、LANDSAT/TM データの CCT 値から観測輝度温度への変換方法^{2,3)}を用いて、植生は MOS/MESSR データの CCT 値から植生指標 NDVI³⁾を用いて以下の式により求めた。

$$R = 5.1292 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 1.7651 \cdot 10^{-2} \cdot T + 1.6023 \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

ここに、R：単位波長当たりの放射輝度($\text{mW}/\text{cm}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$)、T：観測輝度温度 ($^{\circ}\text{K}$)

式(1)を变形すれば、

$$T = \frac{1.7651 \times 10^{-2} \pm (0.017651^{-4} \times 5.1292 \times 10^{-5} \times (1.6023 - R)^{1/2})}{(2 \times 5.1292 \times 10^{-5})} \dots \dots \dots (2)$$

RをCCT値から求めると、次のような。

$R = \{(V/255) \cdot (1.896 - 0.1534) + 0.1534\} / 1.239$, ここで、VはCCT値である。

$$\text{NDVI(MOS/MESSR)} = \{(BAND4 - BAND2) / (BAND4 + BAND2) + 1\} \times 128$$

ここに、BAND2 : MOS/MESSR のバンド 2 の CCT 値、BAND4 : MOS/MESSR のバンド 4 の CCT 値

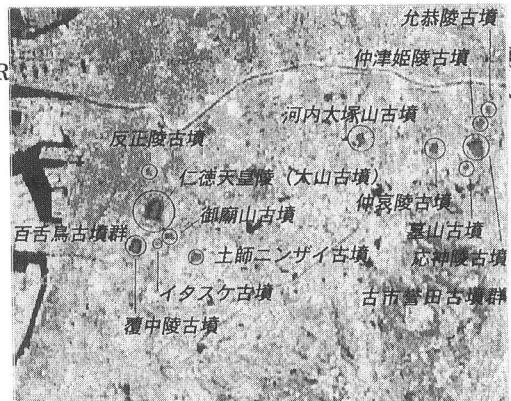


写真-1 大阪地方の古墳群

(背景は MOS/MESSR 衛星画像)

4. 解析結果

仁徳天皇陵周辺の 1994 年の LANDSAT/TM 夜間データによる温度分布画像を写真-2 に、1991 年の MOS/MESSR データによる植生指標 NDVI の解析画像（赤色ほど活性度が高く、青色ほど活性度が低い）を写真-3 に示す。

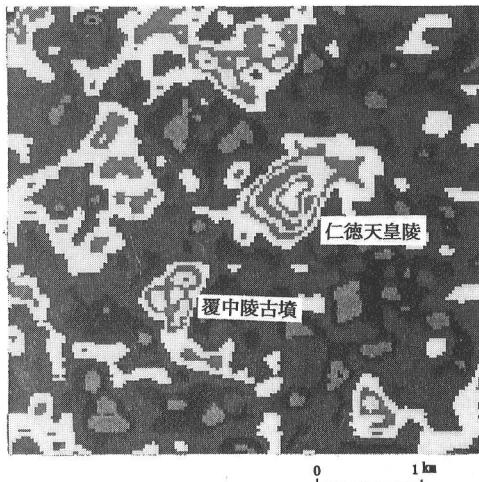


写真-2 LANDSAT/TM 夜間データによる温度分布画像

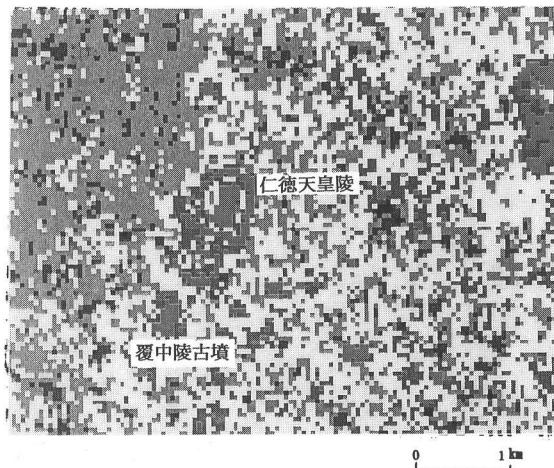


写真-3 MOS/MESSR データによる NDVI 解析画像

5. 考察

写真-2 では、仁徳天皇陵の特徴を非常に良く捉えている。すなわち、中心部の緑色は墳丘を表しており植生に覆われているため、墳丘の周りにある第一濠の水温よりも温度は低い。また、第一濠を取り囲んでいる緑色の部分も植生のためであり、第二濠もわずかながら温度差を読み取ることができる。この植生と水の温度差に着目してみると、同じ様な反応を示している箇所が他にも数カ所ある。これらのうち 5 カ所は写真-1 との比較により前方後円墳と方墳を表していた。これと同じ作業を行えば、仁徳天皇陵を含む百舌鳥古墳群は容易に確認できるが、古市誉田古墳群の方は判読しづらいため、MOS/MESSR データによる植生指標 NDVI 解析画像からの判読を試みた。その結果では、若干見にくいものとなったが、古市誉田古墳群も判読できた(写真-1 参照)。

今回解析を行った仁徳天皇陵は、超大型の古墳で墳丘の周りを濠で囲まれているため植物と水が着眼点となった。百舌鳥古墳群には大小百近くの古墳が点在するが、それらすべての判読までには至らなかった。しかし、衛星リモートセンシングによって、巨大土木構造物である日本の古代遺跡を宇宙から探ることが可能であることが分かった。

6. むすび

このような良好な結果を得た理由として、日本の古墳はほとんど破壊されたり風化したりしていないことと、権力の大きさを誇示するために(と考えられる)墳丘の周りを濠で囲んで守っていたという古代の土木技術が優れていたことの 2 つが挙げられる。

今後、他の衛星データを利用したり、バンドごとの線形リニアメントをとるなどしてより多くの特徴を求め、点在する小さな古墳の判読及び発見されていない古墳をリモートセンシング技術を用いて探る予定である。

参考文献

- 1) 竹内 均 : Newton 別冊、古代遺跡ミステリー、(株) ニュートンプレス、pp.192~199, 1993.
- 2) 稲永麻子、竹内章司、杉村俊郎、吉村充則 : NOAA/AVHRR データの観測輝度に基づく LANDSAT/TM の観測輝度温度誤差の補正、日本リモートセンシング学会誌、Vol.16, No.4, pp.10~20, 1996.4.
- 3) 後藤恵之輔、全 炳徳、北嶋宏康 : 衛星リモートセンシングによる大規模ごみ処分場の維持管理の試み、長崎大学工学部研究報告、Vol.27, No.49, pp.261~264, 1997. 7.