

## 1 地形研究・環境研究の基礎としての測量と地形データ

東京大学 空間情報科学研究センター 小口 高

地形は、その上に存在する種々の物体や物質の分布と挙動に強い影響を与える。たとえば人口密度、植生の種類、地表水の流出は、いずれも地形と強く関係する。地形を正確に把握することは、地形そのものの研究のみならず、環境などの多様な分野の研究のために重要である。

地形の定量的な把握は、古くから測量により行われてきた。近世にはトラバース測量や三角測量の技法が発達し、精度の良い大縮尺の地図が作られるようになった。ただし当時の地図の大半は各地点の平面上の位置のみを示しており、高さの情報は限られていた。これは、高さを面的に測るためには多大な労力を要したことを反映する。等高線が入った最初の地図は 18 世紀後半にフランスで作製されたが、普及したのは空中写真測量が可能となった 20 世紀以降である。ただし、等深線の歴史は等高線よりも古く、等深線が入った低地の河川の地図が 18 世紀前半にオランダで作られた。これは、船の航行のために深さの把握が重要だったことと、潮汐が大きい低地では等深線を意外に描きやすいことが背景にある。

20 世紀には空中写真測量や音響測深などの技術の発展にともない、公的機関が地形図や海図を整備するようになり、これを用いた研究や応用が活発になった。たとえば、地図を用いて地形の特徴を定量化する地形計測法 (geomorphometry) が発展した。詳細な地形の情報が必要な場合には独自の測量も行われたが、官製の地図が多くの用途に耐える状況になった。

20 世紀の後半には、コンピュータと地理情報システム (GIS) の普及により地形計測法が発展した。地図上の等高線から作製したラスタ型デジタル標高モデル (DEM) をコンピュータに入力し、さまざまな解析を行う手法が広まった。たとえば DEM に差分法を適用して地表の傾斜、斜面方向、曲率を求めたり、周囲との標高差に基づいて特定の地点における水の流下方向や上流域の面積を求めることが可能になった。これらは地形学のみならず、多数の分野に応用された。たとえば水文学や河川工学では分布型流出モデルの利用が可能となり、陸水の移動を詳しく再現できるようになった。さらに先進国を中心に、官製の DEM の整備も進んだ。

20 世紀末以降には、DEM を地形図の等高線から作製するのではなく、航空レーザ測量や宇宙からのレーダ測量によって作製する機会が増えた。たとえば国土地理院は、

航空レーザ測量で得られた解像度 5 m の DEM の整備と提供を進めており、近未来に日本全国をカバーする予定である。また、2000 年にスペースシャトルを用いて行われたレーダ測量により、全球の DEM (SRTM) が整備された。

このようにデータが充実する一方で、地上型レーザースキャナの利用や、ドローンで撮影した低空からの空中写真に SfM (Structure from Motion) と呼ばれる最新の写真測量を適用することにより、解像度が 1 m 以下の超高解像度 DEM を自前で取得する機会も増えている。とくにドローンを用いる手法は、コストと手軽さの点で優れており、近年急速に普及している。この状況は、研究者自身が以前よりも測量を重視し、実施する機会が増えていることを示す。

以上のように、地形データを巡る状況は時代とともに大きく変化してきたが、現時点で重視すべきことがいくつかある。一つは、手軽に超高解像度のデータが取得できるようになったことを、どう研究に活かすかである。単に詳しく地形が把握できるといった話にとどまらず、たとえばナノテクノロジーの発展にともなう関連科学の進歩のような、質的な飛躍が生じることが期待される。

もう一つは、陸上での測量や地形計測の技法を水面下の地形にどう活用するかである。前述のように、地図で高さを示す等値線が最初に適用されたのは陸上ではなく水面下の河床であったが、一般には水面下の地形の情報は陸上に比べて限られている。たとえば、近年普及している航空レーザ測量は、浅い河床や海底にもある程度は適用できるが、水深が深いと適用できない。しかし、深海を含む水面下の地形を測量する技術も近年着実に進歩しており、今後新たなデータが多量に出てくると期待される。それを有効に活用するためには、水面下で生じる現象の独自性を考慮しつつ、陸上に関する研究で得られてきた豊富な知見を取り入れた検討が必要である。