

遠方の山の見え方を利用した地球半径の計測 Measurement of the Earth's radius by using the perspective of far-off mountains

小林 茂樹^{1*}, 小林 翠²

Shigeki KOBAYASHI^{1*}, Hisui Kobayashi²

¹ 東海大学産業工学部環境保全学科, ² 熊本市立武蔵小学校

¹Tokai University, ²Musashi Grade School

1. はじめに

古来より、人間は天体や地球上の物体を精密に観測・測量しながら、物理や数学を応用・発展させてきた。小学校低学年の算数教育においても、実は地球科学と深く関わった内容がある。例えば、1メートルという長さの単位は丸い地球の大きさを測ることから決められたことは有名である。メートルという単位は、小学校2年生の算数の時間に習うが、残念ながら地球の大きさとの関係まではあまり言及されない。本報告では、小学校2年生が(1)地球が丸いことの証拠を探し、(2)実際に「地球の大きさ(丸い地球の半径)」を測ってみた実例を紹介する。そして、(3)地球の半径を求めるために必要な(小中学校レベルの)算数についてまとめた。

2. 地球が丸い証拠

身の回りの地球現象を注意深く観察すると、小学生でも、地球が平らではなく丸い証拠をいくつも見つけることができる。例えば、(1)月食のときに、月を隠す地球の影が丸い、(2)北へ行くほど北極星の高度が増し、南の星は低くなっていく、(3)高い所に上ると地平線の下に見えるようになる(例えば、熊本平野の低地からかるうじて見えるカノープスの光でも、阿蘇方面の高地へ行くと地平線が低くなるために簡単に見つけられる)、(4)地上40階ほどの高いビルから水平線を見ると、遠ざかる船が確かに下から見えなくなっていく、(5)よく晴れた日、太陽が西に沈んだ直後に東から迫りくる地球の影は丸みを帯びている。このような観察から「地球が丸い」ことを実感でき、子どもは感動する。

3. 地球の大きさの測り方

遠近2つの距離にある、高さの異なる山が重なって見える様子を写真に撮ることで、遠くの山ほど(地面が平らだと仮定した場合に比べて)沈んでみえる。このことを実際に確かめることで地球の半径を求めてみた事例を紹介する。例えば、熊本市にある東海大学(T点)(標高約38m地点)から雲仙普賢岳(U点)(標高1400m地点、T点からの水平距離約41.9km)を見ると、手前にある金峰山(K点)(標高約268m、水平距離約7.8km)とがちょうど重なって見える。T点とK点の水平距離と標高の関係を、(地面が水平だと仮定して)グラフ用紙に描き、視線を直線で延長させると、T点の高さは約1270mとなり、実際の標高よりも130m沈んでいることを図示できる。この観測事実に、ピタゴラスの定理を応用することで地球の半径を約5%の精度で求めることができた。

4. 地球の大きさを計算するために必要な算数など

この計算に必要な算数や知識は、角度の単位(度分秒)、直角や平行の性質、円の直径と半径、円周と円周率、三角形の内角の和が180度であること、比と百分率、四捨五入と概数、小数や分数の掛け算と割り算、ピタゴラスの定理(同じ直角三角形の板4枚を使えば小学生での容易に証明できる)、2乗やルートの書き方とその意味、括弧で囲まれた式の掛け算の仕方とその意味などである。小学生でも、算数をよく勉強すれば丸い地球の半径を計算することができる。また、2地点をグラフに書き込む作業を発展させると直線の方程式を求める学習につながる。三角測量の話を含めれば、相似や合同といった内容にもつながる。さらに、3地点を地形図上で確認したり、山の標高・緯度・経度を読み取ったり、縮尺を使った距離の換算などを行うことで社会科(地理)の学習にもつながる。

5. まとめ

よく晴れた日に、遠くの高い山々を写真に撮ることで、案外簡単に地球の大きさを実測できる。実際に地球の大きさを求めることができると、子どもは信じられないと言って驚く。小学校レベルの算数でも地球の半径を計算でき、地球との関わりの中で算数を理解していける。

キーワード: 測地学, 地球半径

Keywords: Geodesy, Earth's radius