赤色立体地図の立体感に関する研究

認知科学的検討の試み

キーワード　赤色立体地図, 地形表現, 立体感, 縮尺, 大地形, 微地形

先端技術研究所　千葉研究室　千葉（ちば）　達朗（たつろう）

はじめに

赤色立体地図は、2002 年に開発した地形表現手法で、一枚の画像だけで立体的な印象を与えることができる点に特徴があります*。初期の特許は 2023 年 11 月に満了し、現在ではアジア航測以外の研究機関や行政、教育現場、個人研究者に至るまで幅広く利用が広がっています。近年はウェブ上の地図サービスやアプリでの、利用例も増加してきました。地理院地図以外に、open-hinata、全国 Q 地図、カシミール 3D やジオグラフィカなどでも利用されるようになりました。

一方で、利用者からは「なぜ立体的に見えるのか」「縦強調は何倍に相当するのか」といった問いがしばしば寄せられます。これらは赤色立体地図の基本的な特性に関わる内容であり、科学的に説明しておくことが必要です。

本稿では、その立体感が生じる仕組みを、既往の地形表現手法との比較によって整理するとともに、伊豆大島三原山の地形を例として、縦強調による見え方の違いを検討した結果を報告します。

地形表現手法と CG と GIS の比較

三次元の形状を CG（コンピュータグラフィックス）を用いてわかりやすく画面に表示することは、ゲームの世界を中心に急速に発展してきました。地形は、重要な要素ですが、高速性を重視し、形状は大まかにして、テクスチャマッピングによって、詳細感を演出することが一般的です。

これに対して、GIS で扱う地形表現は「2.5 次元」と呼ばれるもので、座標ごとに 1 つの標高値しか持ちません。よく使用される陰影図（図 1）は、光源方向で印象が変わる点が課題となっていました。2002 年に登場した、赤色立体地図も 2.5 次元の地形表現ですが、環境光による地形表現を採用しています。地上開度と地下開度を計算し、地上開度が大きいところをより明るく、地下開度がより大きいところをより暗く表現することで、立体感を表現しています。さらに、赤色化斜度図（図 2）を重ねることで、従来の陰影図にはない方向依存性のない立体感を付与しています（図 3）。伊豆大島の三原山付近の地形を例にした比較を示します。

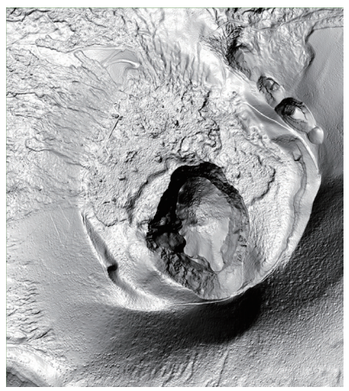


図1　北西光源陰影図

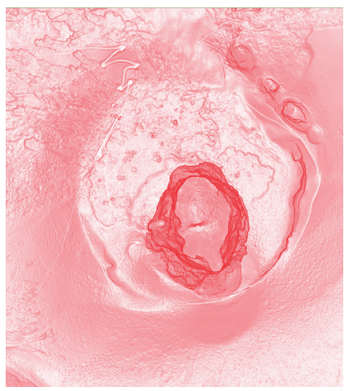


図2　赤色化斜度図

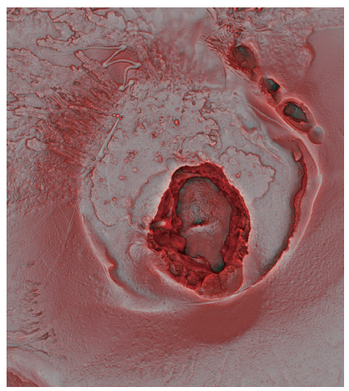
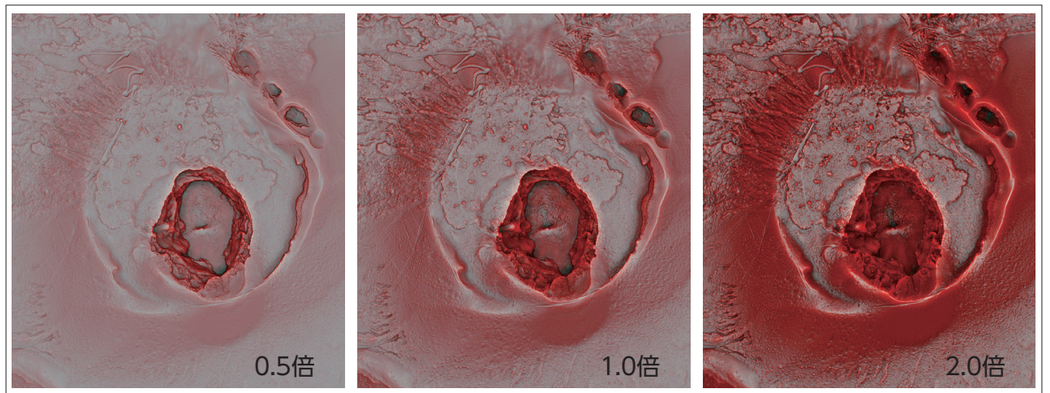


図3　赤色立体地図

縦強調試験

地形の高さ強調倍率を変化させて、赤色立体地図の見え方を比較検討しました（図 4）。赤色の彩度は傾斜角に比例させているため、強調倍率によって敏感に変化します。0.5 倍の場合は、中央縦穴火口の内部の急斜面の地形の違いがよくわかりますが、溶岩原の様子は明るく不明瞭です。一方、2 倍の場合は、三原山の上部の溶岩原上のスコリアラフトの形状などを詳細に判読することができますが、縦穴火口の内部は赤色で飽和してよく分かりません。また、傾斜角は、同一地点でもメッシュサイズが大きくなると、小さくなることが知られています。したがって、分かりやすい赤色立体地図を生成するためには、メッシュサイズと縦強調倍率の両方の調整が重要です。

一方で、明るさを設定する開度考慮距離は、地形のサイズに影響します。全体的な立体感は、開度考慮距離を長くするほど強くなり、開度考慮距離を短くするほど、微地形のみを可視化することになります。極端に短くすると、立体感が失われてしまいます。



中央竪穴火口内部の地形が分かる　溶岩流下斜面の地形が分かる　溶岩湖表面の地形が分かる

図4　赤色立体地図の縦強調による変化　伊豆大島三原山

アンケートによる評価

複数の利用者を対象に、縦強調倍率や開度距離を変えた赤色立体地図を提示して評価を依頼しました。質問項目は「尾根と谷の判別のしやすさ」「微地形の見やすさ」「全体の立体感の強さ」などです。その結果、大縮尺の場合（詳細な局所地形を対象とする場合）は、縦強調を弱めに設定した方が好まれる傾向がありました。逆に広域の小縮尺の地形を扱う場合は、高さ強調をした方が立体感が向上し、地形の特徴を把握しやすいという評価が得られました。また、縦強調を変えた場合の斜度のヒストグラムを図 5 に示します。三原山の場合は、1.0 倍程度がバランスの取れた結果となりました。

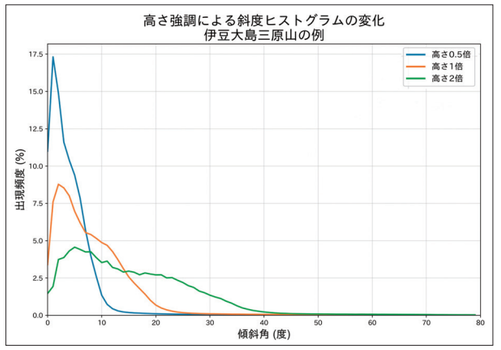


図5　縦強調倍率と見かけの傾斜角の関係

まとめ

本研究では、赤色立体地図の立体感が生じる原理を整理し、縦強調試験結果を示しました。その結果、同じ地域であっても、縮尺や目的に応じて最適な縦強調倍率が異なることが確認されました。

赤色立体地図は 2.5 次元の地形表現ですが、彩度と明度の組み合わせと錯覚により、CG と類似した立体感を引き出すことができます。今後は、多様な利用場面に応じて自動的にパラメータを調整し、誰もが最適な立体感を感じられるようにしたいと考えています。

引用文献
*千葉達朗・鈴木雄介（2004）応用測量論文集,15,69-81.