情報地質 第28巻 第4号 155-169頁 2017年
Geoinformatics, vol.28, no.4, pp.155-169, 2017

講　座

QGISによるGISと衛星画像解析（第2回　基本的機能編　その1）

古宇田　亮一 [1)]

GIS and Satellite Image Analysis Using QGIS（No.2 Basic Functions-1）

Ryoichi Kouda [1)]

Abstract : QGIS as a Free and Open-Source Systems (FOSS) provides various functions. The basic functions to analyze the terrain of raster elevation data are explained for slope, aspect, shadow, relief, and ruggedness of ground surface. The computational duration is in short. The slope can be calculated in metric scale, so that you need to reproject in latitude-longitude to UTM for the same units of metric of elevation. The extraction of contour as the representative transformation from the raster to vector provides to display the extracted values in a certain interval on GIS.
Key words : Geographical Information System (GIS), Elevation data, Slope, Aspect, Shadow, Relief, Ruggedness, Contour.

1. はじめに

前回［第1回］の講座では，アプリケーション（以下，アプリ）と，GIS・衛星画像の様々なフリー・データを導入し，PCに構造的フォルダ構成で保存した．アプリのQGISが2017年10月27日に2.18.14-1版にアップされたので，今回は執筆時点での最新版を用いる（Fig.1）．もし，これより新しい版があれば，それをインストールしてもよい．

初めに旧版のQGISをアンインストールする．Windowsキーを押しながらXキーを押してコントロールパネルを開き，「プログラムと機能」アイコンをクリック，QGISを見つけてダブルクリックし，画面表示に従ってアンインストールすればよい．このとき，デスクトップ上のQGIS2.18フォルダの中身のショートカット・アイコン群が消えていることに注意する．QGIS Desktopアイコンを PCのデスクトップ上に移した場合は残るので，削除する．

次に，QGIS（2017a）などからダウンロードした最新版をインストールする（前回の第2章を参照）．プラグインは，このインストール処理では変更されないので，一度，「プラグイン（P）」メニューをクリックし，「プラグインの管理とインストール」を選択してクリック，使用するプラグインのバージョン等を確認する．例えば，「Semi-Automatic Classification Plugin」をクリックして右欄の最上部に「新しいバージョンがあります」が表示されていたら，右欄右下の「プラグインをアップグレードする」をクリックして最新版に入れ替える．執筆時点の「Semi-Automatic Classification Plugin」バージョンは5.3.10である．

今回から始まる基本的機能編では，ラスター・データのデジタル標高データを使って傾斜量等の地形解析を行う．次回以降は，衛星画像のスペクトル・バンド比演算で地表の鉱物分布を推定したり，より高解像度のWEB画像や地質図等を重ね合わせる，3次元鳥瞰視表示を行う，衛星画像からベクトル・データを得る，ハイパースペクトル・データの処理と統計的分類，地球統計学的解析等を，シリーズで解説する予定である．QGISの日本語版解説も近年充実しており，2.18版についてはQGIS（2017b）を参照できる．

なお，表記として「ラスタ」および「ラスター」と，「ベクトル」および「ベクタ」が混在することがあることを，予めお断りしておく．

2. QGISの地形解析機能

2-1. QGISの回復

前回作成したImageフォルダがあれば，その内容を確認する．次のフォルダがあるはずである．

・Geography\Akita・・・秋田県のGISベクトル・データ
・Sentinel\S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20151208T100431_R117_V20151208T014838_20151208T014838.SAFE・・・秋田県を含むセンチネル衛星画像データ
・SRTM\n40_e140_1arc_v3.tif・・・SRTM地形標高ラスター・データ
・TerraASTER\AST_L1T_00309232004013730_20150506040013_121300・・・ASTER衛星画像データ

2017年11月6日受付，2017年11月10日受理
1）特定非営利活動法人地質情報整備活用機構 Geoinformation Utilization and Promoton Initiative, Uchikanda TK bldg.3F, Uchikanda 1-5-13, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0047 Japan　E-mail:koudar@gupi.jp

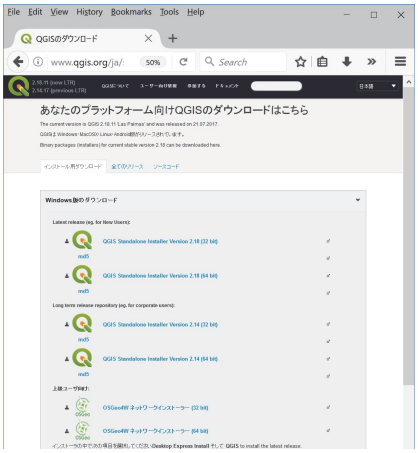


Figure 1　Download page of QGIS.

・TM\LC08_L1TP_107032_20131019_20170429_01_T1・・・ランドサットTM衛星画像データ
・work・・・作業結果保存フォルダで，前回作成したFirstStage1.qgsなどを含む．

もし，このシリーズを読むのが今回から初めてで，上記のデータが導入されていなければ，前回の導入編を参照してデータをダウンロードして各フォルダに分け，センサごとに構成して，Akitaフォルダ等を生成する．ここに，work\FirstStage1.qgsがあれば，それをダブルクリックすると，前回保存した最後の表示を再現できる．そうでなければ，新たに「polbnda_jpn」から秋田県相当の範囲内を選択抽出してAkitaフォルダに納め，「n40_e140_1arc_v3」をダウンロードして表示する（前回を参照）．次回以降もデータを追加して同様に過去のデータを使うので，前回に従って構成していただく方がよい．今回作成するデータ表示を保存するため，左上の「プロジェクト（J）」メニューをクリックし，「名前を付けて保存（A）…」をクリック，「\Image\work」フォルダに「SecondStage2-1.qgs」として保存する．以降は，この「SecondStage2-1.qgs」を用いる．

「レイヤパネル」のレイヤの中から，「AkitaRiverl」と「AkitaKen」，そして「n40_e140_1arc_v3」のチェックマークを入れ，他の全レイヤのチェックマークを外す．ラスター・データの「n40_e140_1arc_v3」を境界端ぎりぎりまで拡大する（Fig. 2）．前回は，「n40_e140_1arc_v3」のプロパティ（スタイルのレンダータイプ）を「単バンド疑似カラー」で表示したので，そのままならカラー表示になり，赤は標高が高く，青は低いデータが割り当てられている．

2-2.　地形解析に関わる機能

地形解析で主に使う機能として，「ラスタ（R）」メニューをクリックしてダウン表示される「地形解析」をクリック，片側表示される「傾斜」，「傾斜方位…」，「陰影図…」，「レリーフ…」，「起伏指標…」の5種類が代表的である（Fig. 3）．

別の方法としては，「ラスタ（R）」メニューをクリック

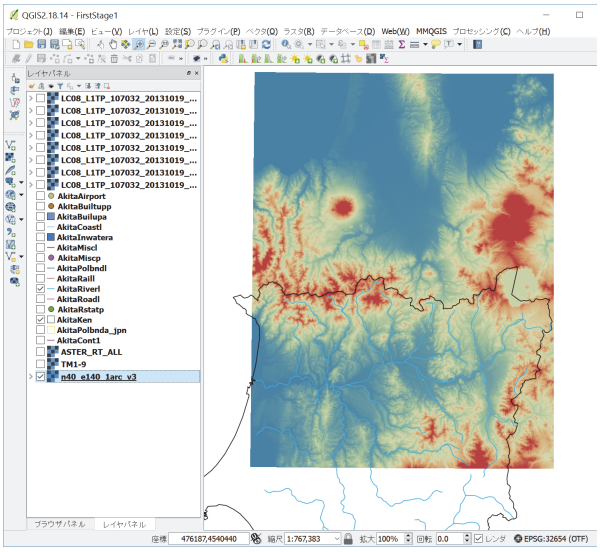


Figure 2　Pseudo-color expression of SRTM DEM n40_e140_1arc_v3 in longitude-latitude projection.

して下方にダウン表示される「解析」をクリックし，片側表示される最下部に表示される「DEM（地形モデル）」を選択クリック，ポップアップするウインドウの「モード（M）」をクリックし，表示される「陰影図」，「傾斜」，「傾斜方位」，「カラーレリーフ」，「TRI（Terrain Ruggedness Index）」，「TPI（Topographic Position Index）」，「粗度」から選ぶこともできる（Fig. 4）．

別の方法は，「プロセシング（C）」メニューをクリックして「ツールボックス（T）」サブメニューをクリック，通常はQGISウインドウ内の右側に現れる「GDAL/OGR［48アルゴリズム］」の下にダウン表示される「［GDAL］解析」をクリックしてダウン表示される中の「陰影図」，「傾斜」，「傾斜方位」，「粗度」から選択クリックするか，「GRASS GIS 7 コマンド［312ジオアルゴリズム］の「RASTER」をクリックしてダウン表示される「r.aspect」や「r.slope」，

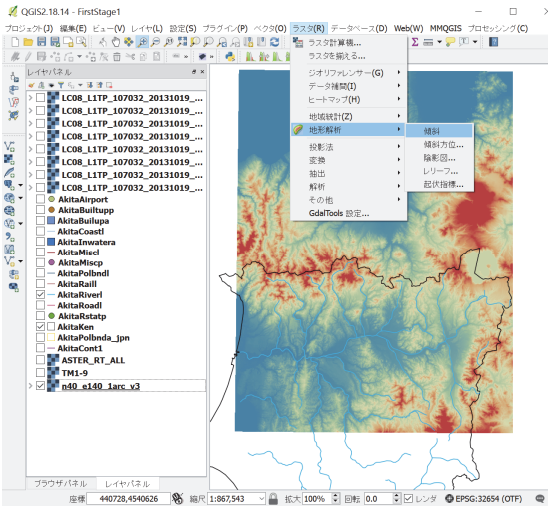


Figure 3　Terrain analysis module of Raster function.

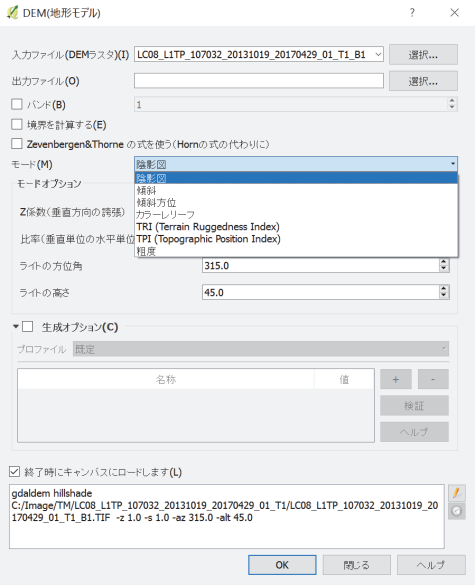


Figure 4　DEM（Terrain models）option.

Figure 5　Processing menu and toolbox.

「r.slope.aspect」などを用いてもよい（Fig. 5）.

また，同じ「プロセッシング（C）」メニューの「ツールボックス（T）」内の「SAGA（2.3.2）［353 ジオアルゴリズム］」をクリックしてダウン表示される中の「Terrain Analysis -（＊）」とある各モジュールを使うこともできる（Fig. 6）．この（＊）には「Channels」,「Hydrology」,「Lighting」,「Morphometry」,「Profiles」にまとめられたモジュール群が多数あり，QGIS による地形解析機能を拡張することができる．QGIS の当初から添付された標準的機能の「ラスタ（R）」ー＞「地形解析」による「傾斜」,「傾斜方位…」,「陰影図…」等は，例えば，SAGA の「Terrain Analysis - Morphometry」に含まれる「Slope, aspect, curvature」を使うことで「Resampling method」を「B-Spline Interpretation」に変更するなど，より高度なパラメータ設定が可能になる（Fig. 6）.

このように，QGIS で使える機能は，標準添付の初歩的機能だけでなく，他の様々なフリー・オープン・ソース・ソフトウエア（FOSS）の機能がインストール時に自動的に付加されることで，より高度な機能に拡張できることが特徴である．上記の例の，GRASS-GIS と SAGA-GIS は，標準インストールで自動的に添付されるため，準標準的機能と考えても差し支えないくらいである．ただし，他のプラグイン同様，多くが英語表記になる．

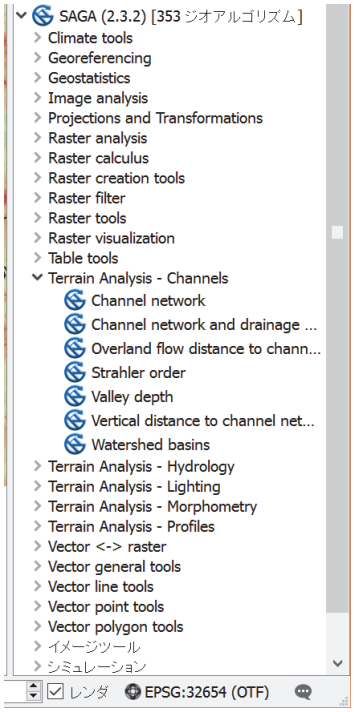


Figure 6　Terrain analysis modules of SAGA.

3. 初歩的な地形解析

3-1. 初歩的な地形解析

QGIS に当初から添付された初歩的機能である「ラスタ（R）」の「地形解析」による「傾斜」,「傾斜方位…」,「陰影図…」,「レリーフ…」,「起伏指標…」の５種類の基本的機能を事例で解説する.

操作対象となるのは「n40_e140_1arc_v3」レイヤで，ラスター･データとしての標高データである．ラスター･データであれば，標高以外にも，衛星画像や写真，スキャナ読み込みデータ，イラストの画像データなど，何にでも適用可能であるところがミソであろう．すなわち，ラスター解析は，物理的な「標高」から離れて，単純に画像の各画素の大小の値を用いた解析であり，今後，例えば，重力・磁力のようなポテンシャル型データから作成したラスター・データや．変質帯の比演算結果の数値，あるいは，資源ポテンシャル等,「地形標高」と異なる物理実体のデータに対しても，同様の画像解析を適用することができる汎用の手法である．そのため，この「基本的機能編」の最初のトピックとして取り上げる.

3-2. 単位の統一

まず，傾斜量を計算するためには，座標系の単位が統一されている必要がある.「n40_e140_1arc_v3」のラスタ･データは，水平方向が緯度経度座標（度分秒）の WGS84 ながら，標高はメートル単位である．画素を考えると，数値的に小さい度分秒で数値的に大きなメートル単位の標高値を割り算するため，海面のように標高がゼロに設定されるところはゼロで，他は限りなく大きな傾斜（90 度に近い）値が出力され，正しい結果が得られない．３次元表示の場合でも同様の課題があり，3次元表示できるプラグイン「qgis2threejs」の場合は，投影法を UTM のようなメートル単位に設定すれば，標高がメートル単位なので，正しい表示が得られる.

しかし，傾斜量では表示のみでは済まない．水平と垂直の比率を，水平－垂直比のパラメータ設定を調整することでも可能かもしれないが，より一般的には，緯度経度座標のラスタ・データをメートル単位の UTM に変換して使うとよい.

そこで，今回の最初の操作は,「n40_e140_1arc_v3」を「ワープ（再投影）」することから始める（Fig.7）.「ラスタ（R）」メニューをクリックして，ダウン表示される中から「投影法」を選択し,「ワープ（再投影）…」をクリック, ワープ・ウインドウをポップアップする.

パラメータ設定は下記のようにする（Fig.8）：

・「バッチモード（プロセス全般対象）」は設定しないので，チェックマークを付けない.

・「入力ファイル（I）」は，そのすぐ右のボックスかその下向き矢印をクリックして，QGIS のレイヤ・パネルに表示されている「n40_e140_1arc_v3」を選択する.

Figure 7　WARP（reproject）.

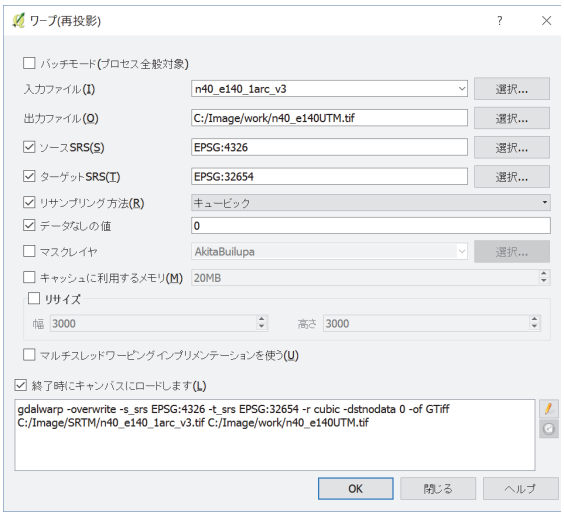


Figure 8　Parameter setting of WARP（reproject）.

・「出力ファイル（O）」は，右端の「選択. . .」をクリックして「\Image\work」フォルダを選択し，ファイル名として，例えば,「n40_e140UTM.tif」などと UTM であることを明示して「保存（S）」をクリックする.

・「ソースSRS（S）」は default の「EPSG:4326」（WGS84 の緯度経度座標投影）のままでよく，チェックマークがついていることを確認する．もし,「EPSG:4326」以外が表示されていたら，右端の「選択…」をクリックして「EPSG:4326」を選択クリックする.

・「ターゲット SRS（T）」は，まず左四角にチェックマークをクリックして付け，この地域が UTM の北半球 Zone54 であることから,「EPSG:32654」を選択する.

・「リサンプリング方法（R）」のチェックマークをクリックして付け,「キュービック」又は「キュービックスプライン」を選択する．これにより，画素周囲の９画素が平均化変換された中心画素に出力結果として入る．つまり，データを少し均したような結果が得られる.

・「データなしの値」は，DEM の場合，必ずしも必要ではないが，チェックマークを付けて default の「0」に設定する.

・以下の「マスクレイヤ」,「キャッシュに利用するメモリ

（M）」「リサイズ」，「マルチスレッドワーピングインプリメンテーションを設定」の左四角のチェックマークを外し，「終了時にキャンバスにロードします」にチェックマークを付ける．

・最後に下端の「OK」をクリックすると，容量が小さいので，すぐに結果が得られる．

・終了すると，「終了しました」と「qgis-bin」の 2 つのウインドウがポップアップするので，いずれも「OK」をクリックする（Fig.9）．

ここで重要なことは，最後に Figure 8 のウインドウを閉じる時，下の「OK」をクリックすると，再び再投影の計算が始まって上書きされるので，「OK」ではなく「閉じる」をクリックすることである．すなわち，「終了しました」の表示が出たら，「OK」→「OK」→「閉じる」のようにクリックして「再投影」処理を完了する．

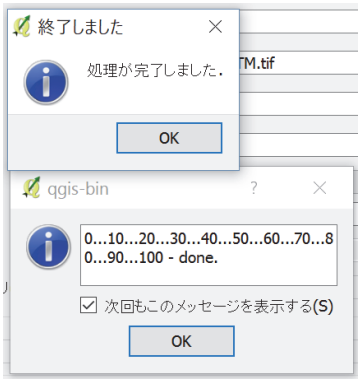


Figure 9　Completion of calculation process.

結果（Fig.10）を見ると，岩木山の山高が 1,624m であるのに，SRTM 標高データの（n40_e140_1arc_v3）最大値が 1,604m で 20m ほど低い．UTM に再投影したデータの最大値はキュービック（・コンボルーション）の処理もあるが，1,605m になっている．しかし，統計的分布が変わっていることには留意する．全体傾向を知るため，「n40_e140_1arc_v3」レイヤをダブルクリックして，左欄の「ヒストグラム」をクリックし，次いで，下部の「OK」をクリックしてから，「n40_e140UTM」レイヤをダブルクリックすると，Figure 11 のようなヒストグラムが得られる．概ね同様ではあるが，微妙な違いがある．最大値と最小値は累積カウントによる上限 98% と下限 2% でカットしているので，「n40_e140_1arc_v3」レイヤが [-8, 1514]，「n40_e140UTM」レイヤが [-2, 912] の間という累積分布を示している．この値は，QGIS ウインドウのレイヤパネルにも表示される．再投影による統計的な変化であり，実データを変更するものではない．元々，SRTM の標高値は誤差が大きいので気にする量ではないが，再投影により統計値が変わることには留意すべきである．

レイヤプロパティ・ウインドウの右欄，「最大値 / 最小値のロード」の左端の三角形をクリックしてダウン表示し，

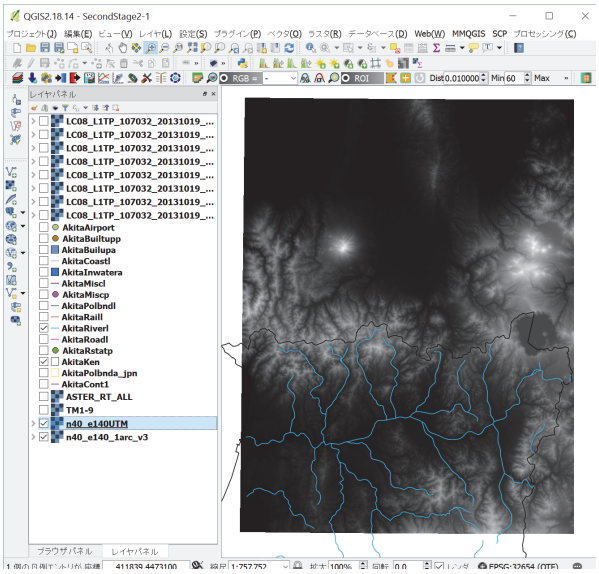


Figure 10　Result of UTM reprojection from Latitude-Longitude.

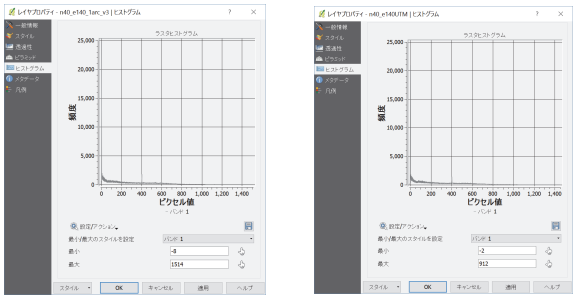


Figure 11　Histogram of DEM. Left: n40_e140_1arc_v3. Right: n40_e140UTM（cubic convolution）.

2 番目の「最小 / 最大」の左の円をクリックして選択，3 番目の「平均 +/- 標準偏差 X」の右下の「精度」の右をクリックして「実際の値（低速）」に設定し，その左の「読み込み」をクリックすると，累積分布ではなく，実値の最大値 / 最小値が得られ，上部の「色階調」の下の「最小」と「最大」に表示される．この値はレイヤパネルに反映される（Fig. 12）．Figure 12 の「n40_e140_1arc_v3」レイヤの表示された値は，2% ～ 98% の累積頻度によるカットがなされた値である．

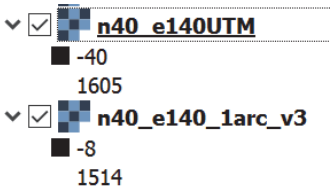


Figure 12　Minimum-maximum expression of DEM at {Layer panel}.

3-3. 傾斜量解析

以上の準備が整ったら，QGIS ウインドウ上部の「ラスタ（R）」メニューをクリックしてダウン表示された中から「地形解析」を選択クリック，片側表示されたうちから「傾斜」をクリックする．「傾斜ウインドウ」がポップアップするので，パラメータを次のように設定する（Fig.13）：

・「標高レイヤ」の右のボックスないし右端の下向三角形をクリックして「n40_e140UTM」をクリック選択する．
・「出力レイヤ」の右端の「...」ボックスをクリックして，適当なフォルダを選ぶ．ここでは，「\Image\work」を選択して，ファイル名として「slope1.tif」をタイプ入力し，「保存（S）」をクリックする．
・「出力形式」は，標準的に「GeoTiff」とする．すなわち，座標付きラスター・データである．
・Z ファクタは，水平と垂直が共にメートル単位なので，default の「1.0」とする．
・「結果をプロジェクトに追加する」の左四角をクリックしてチェックマークを付ける．
・以上が済んだら，下部の「OK」をクリックする．

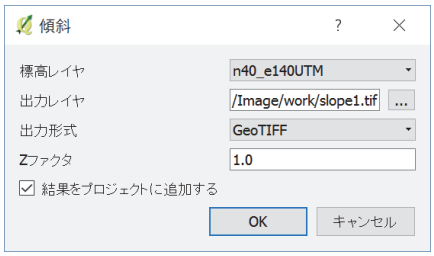


Figure 13　Parameter setting of Slope analysis.

傾斜量は，この程度の容量（25MB 程度）のラスター・データであれば，ほぼ一瞬にして結果が得られる（Fig. 14）．

左の「レイヤー・パネル」の「slope1」をダブルクリックして，このレイヤプロパティのウインドウをポップアップする（Fig.15）．

ポップアップしたレイヤプロパティ・ウインドウの左欄の「スタイル」をクリック，レイヤプロパティ・ウインドウの右欄，「最大値/最小値のロード」の左端の三角形をクリックしてダウン表示し，2 番目の「最小/最大」の左の円をクリックしてチェックマークを付け，3 番目の「平均 +/- 標準偏差 X」の右下の「精度」の右をクリックして「実際の値（低速）」に設定，その左の「読み込み」をクリックすると，実値の最大値/最小値が得られる．この傾斜量のラスター・データが，最小値「0」（度；すなわち水平）から最大値「68.2353」（度）であることがわかる．表示のためには，「累積個数によるカット」をクリックして，3 行下の「読み込み」をクリックし，累積分布による最小値が「0」（度），累積分布による 98% までの最大値が「36.2703」（度）であることを確認して，ウインドウ下部の「適用」をクリックする（Fig. 15）．「レンダータイプ」が「単バンドグレー」なので，最小値「0」が黒に，98% のカウントカットによる最大値が白に，中間の値がグレーに割当てられたことを確認する（Fig. 14）．

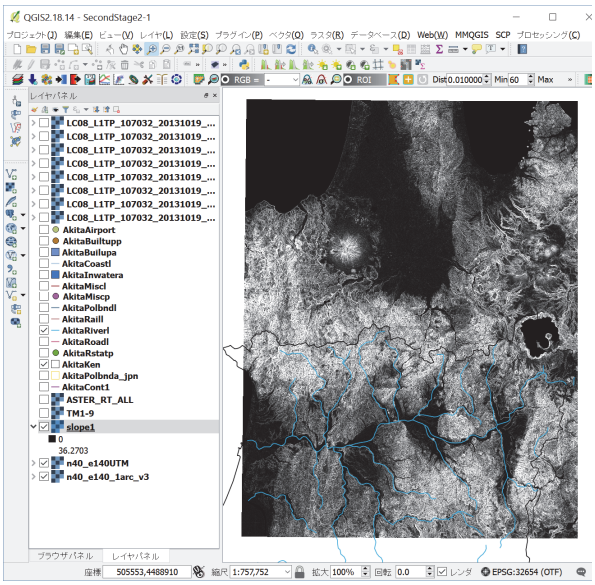


Figure 14　Primary result of slope analysis with cubic convolution.

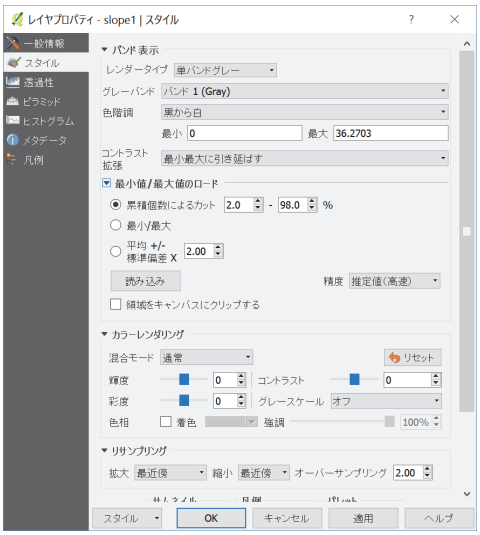


Figure 15　Cumulative count cut for statistical distribution.

次に，レンダータイプを「単バンド疑似カラー」に変更，「色」を「Spectral」にし，「反転」にチェックマークを付ける．

Figure 16 の表示では，単バンドグレーの白色を赤色（36.3 度以上）に，黒色を青色（0～9.07）に，中間色を橙色（27.2～36.3）～黄色（18.1～27.2）～緑色（9.07～18.1）に割り当てている（Fig,17）．

ここで，Figure 8 のリサンプリング方法を最近傍（nearest neighbour）に変更して slope を計算すると，Figure 18 のように地形的に高いところで，左上から右下に縞状の構造が見える．これもストライプ・ノイズと呼ぶことができるが，地形データのノイズというより，SRTM データが合成開口レーダから計算する時の処理によるノイズに起因すると考

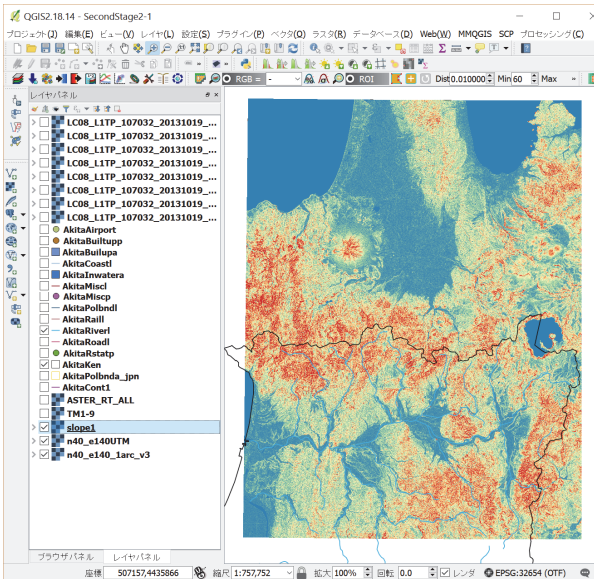


Figure 16　Pseudo color expression of slope.

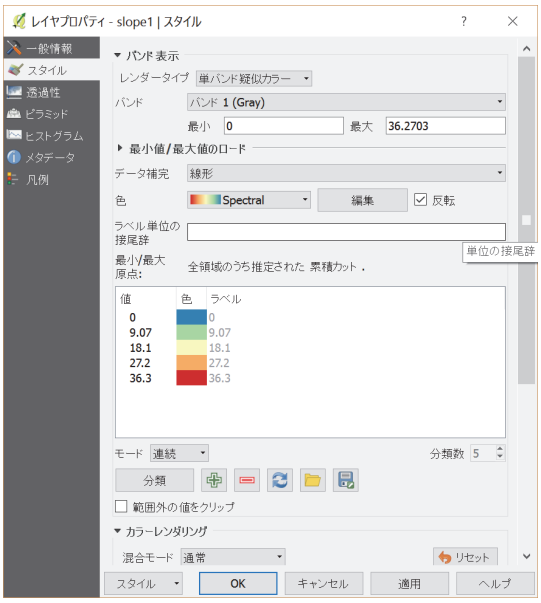


Figure 17　Pseudo color setting of the layer property window of slope1.

えられている．衛星画像は，合成開口レーダに限らず，センサや処理過程による色々なストライプ・ノイズを内包するので，それを見たくない場合は，キュービック・コンボルーションやスプラインのような平滑化処理をかけることで，ノイズを目立ちにくくすることができる．しかし，原データが平滑化により損なわれることは留意すべきであろう．

3-4.　傾斜方位解析

QGIS ウインドウ上部の「ラスタ（R）」メニューをクリックしてダウン表示された中から「地形解析」を選択クリック，片側表示されたうちから「傾斜方位…」をクリックする．「傾斜方位ウインドウ」がポップアップするので，パラメータを次のように設定する（Fig.19）：

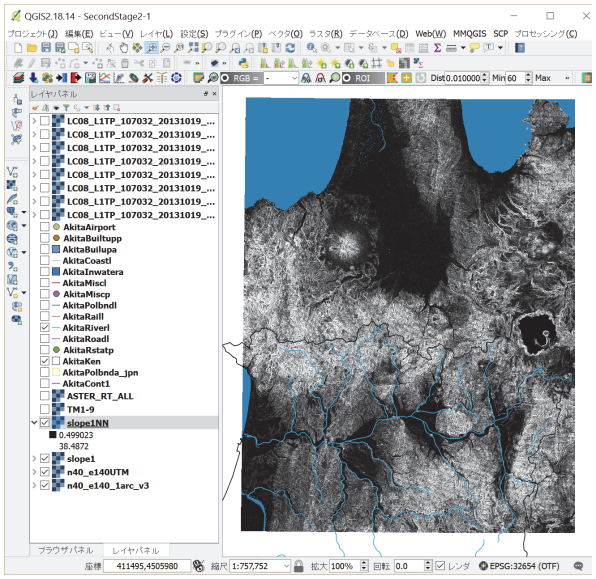


Figure 18　Slope result through nearest neighbor of resampling.

・「標高レイヤ」の右のボックスないし右端の下向三角形をクリックして「n40_e140UTM」をクリック選択する．
・「出力レイヤ」の右端の「...」ボックスをクリックして，適当なフォルダ「\Image\work」を選択し，ファイル名として「Aspect1.tif」をタイプ入力して「保存（S）」をクリックする．
・「出力形式」は，標準的に「GeoTiff」とする．すなわち，座標付きラスター・データである．
・Z ファクタは，水平と垂直が共にメートル単位なので，default の「1.0」とする．
・「結果をプロジェクトに追加する」の左四角をクリックしてチェックマークを付ける．
・以上が済んだら，右下の「OK」をクリックする．

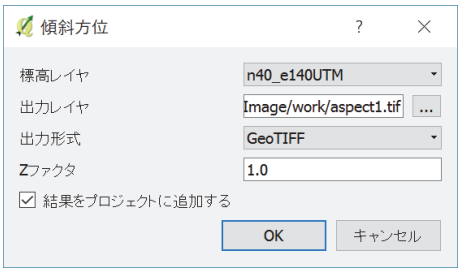


Figure 19　Parameter setting of aspect of n40_e140UTM.

傾斜方位図が Figure20 のように得られる．傾斜方位は 0 ～ 360 度の方位で，0 と 360 が北方位を示す．Aspect1 レイヤをダブルクリックしてレイヤプロパティ・ウインドウをポップアップし，「レンダータイプ」を「単バンド疑似カラー」に変更して色割り当てを「反転」させる（Fig. 21）と Figure 22 のような疑似カラー表示が得られる．

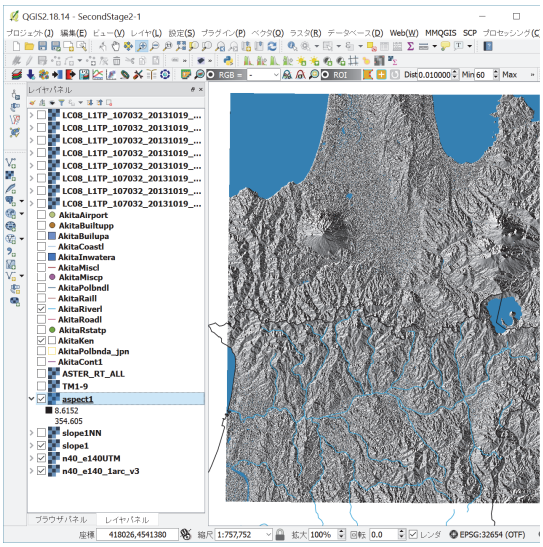


Figure 20　Aspect of n40_e140UTM.

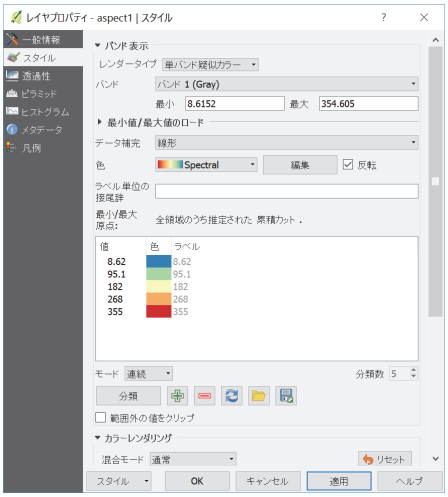


Figure 21　Setting of pseudo color for the Aspect1 layer.

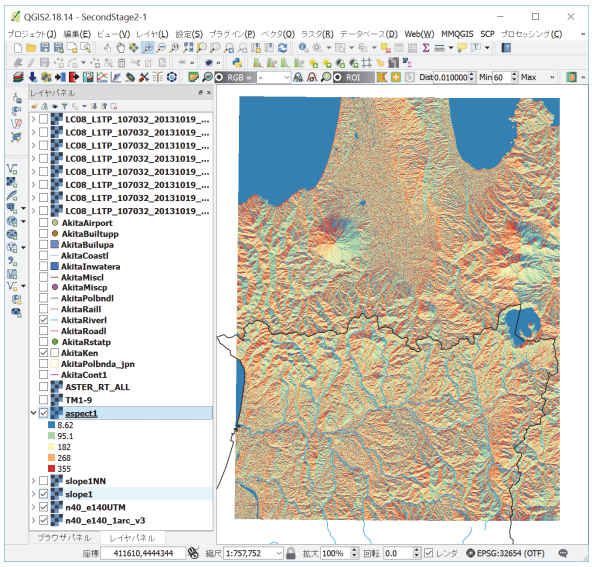


Figure 22　Pseudo color expression of Aspect1 layer.

3-5.　陰影図

QGIS ウインドウ上部の「ラスタ（R）」メニューをクリックしてダウン表示された中から「地形解析」を選択クリック，片側表示されたうちから「陰影図…」をクリックする．「陰影図ウインドウ」がポップアップするので，パラメータを次のように設定する（Fig.23）：

- 「標高レイヤ」の右のボックスないし右端の下向三角形をクリックして「n40_e140UTM」をクリック選択する．
- 「出力レイヤ」の右端の「. . .」ボックスをクリックして，適当なフォルダ「\Image\work」を選択して，ファイル名として「Shadow1.tif」をタイプ入力して「保存（S）」をクリックする．
- 「出力形式」は，標準的に「GeoTiff」とする．すなわち，座標付きラスター・データである．
- Z ファクタは，水平と垂直が共にメートル単位なので，default の「1.0」とする．
- 「結果をプロジェクトに追加する」の左四角をクリックしてチェックマークを付ける．

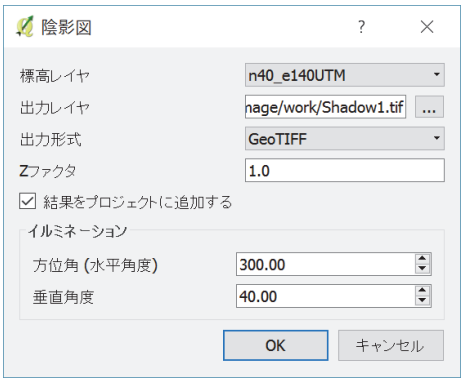


Figure 23　Parameter setting of shadow.

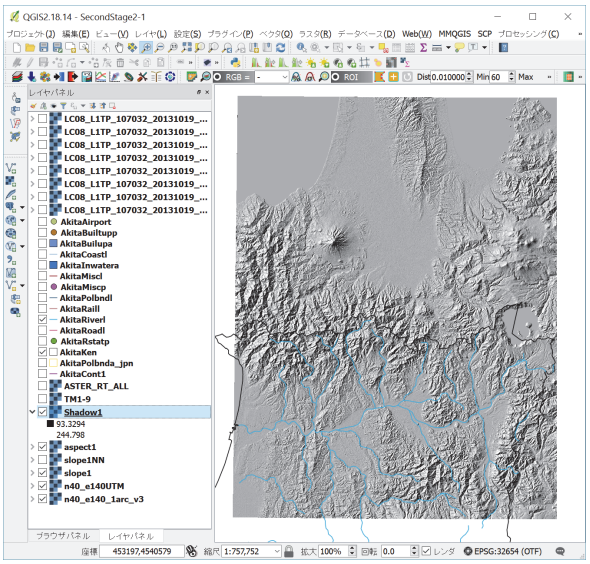


Figure 24　Shadow map of SRTM DEM n40_e140UTM.

・光源からの投影（イルミネーション）を，「方位角（水平角度）」と「垂直角度」で指定する．ここでは，default の方位角 300 度，垂直角度 40 度に設定する．
・以上が済んだら，右下の「OK」をクリックする．
陰影図が Figure 24 のように得られる．

3-6. 陰影レリーフ

QGIS ウインドウ上部の「ラスタ（R）」メニューをクリックしてダウン表示された中から「地形解析」を選択クリック，片側表示されたうちから「レリーフ…」をクリックする．「レリーフ・ウインドウ」がポップアップするので，パラメータを次のように設定する（Fig.25）：
・「標高レイヤ」の右のボックスないし右端の下向三角形をクリックして「n40_e140UTM」をクリック選択する．
・「出力レイヤ」の右端の「…」ボックスをクリックして，適当なフォルダを選ぶ．「\Image\work」を選択し，ファイル名として「Relief1.tif」をタイプ入力し「保存（S）」をクリックする．
・「出力形式」は，標準的に「GeoTiff」とする．すなわち，座標付きラスター・データである．
・Z ファクタは，水平と垂直が共にメートル単位なので，default の「1.0」とする．
・「結果をプロジェクトに追加する」の左四角をクリックしてチェックマークを付ける．
・レリーフカラーの「自動的に作成する」をクリックして設定する．
・以上が済んだら，右下の「OK」をクリックする．

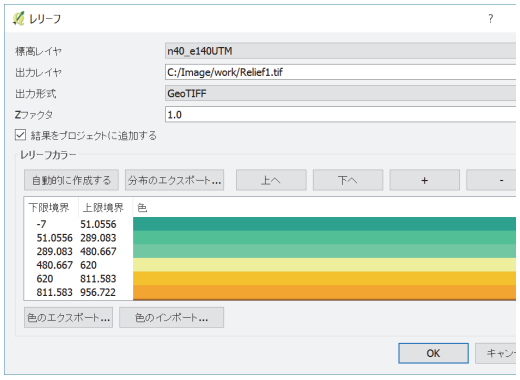


Figure 25　Parameter setting of relief.

計算時間が，他の地形解析より若干長くかかる（Fig.26）が，陰影レリーフが Figure 27 のように得られる．この色情報は，標高データの頻度分布をもとに設定するため，通常の地形標高データ（DEM）の疑似カラー表示（Fig. 28）を薄い色付けにして陰影をつけたような印象になる．レリーフは，他のデータと重ね合わせて使われることが多い．

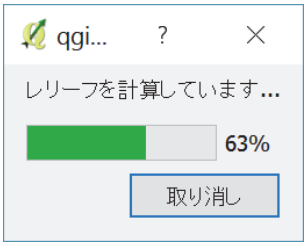


Figure 26　Calculation procedure of relief.

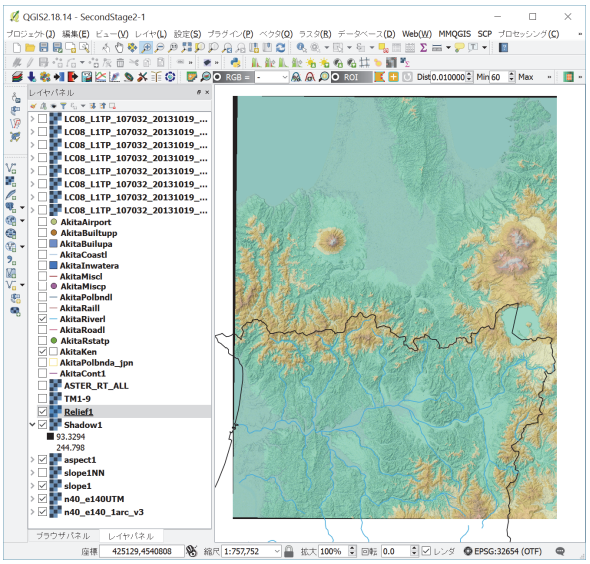


Figure 27　Relief of SRTM DEM n40_e140UTM.

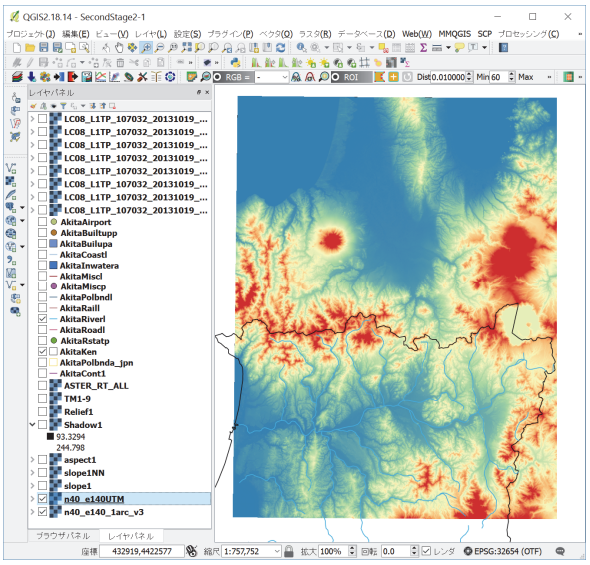


Figure 28　Pseudo color expression of n40_e140UTM.

3-7. 起伏指標（Ruggedness index: Riley *et al*., 1999）

QGIS ウインドウ上部の「ラスタ（R）」メニューをクリックしてダウン表示された中から「地形解析」を選択クリック，片側表示されたうちから「起伏指標…」をクリックする．「粗度ウインドウ」がポップアップするので，パラメータを次のように設定する：

・「標高レイヤ」の右のボックスないし右端の下向三角形をクリックして「n40_e140UTM」を選択クリックする．
・「出力レイヤ」の右端の「...」ボックスをクリックして，適当なフォルダを選ぶ．「\Image\work」を選択して，ファイル名として「Ruggedness1.tif」をタイプ入力して「保存（S）」をクリックする．
・「出力形式」は，標準的に「GeoTiff」とする．すなわち，座標付きラスター・データである．
・Zファクタは，水平と垂直が共にメートル単位なので，defaultの「1.0」とする．
・「結果をプロジェクトに追加する」の左のボックスにチェックマークを入れる（クリックしてチェックマークを入れる）．
・レリーフカラーの「自動的に作成する」をクリックして設定する．
・以上が済んだら，右下の「OK」をクリックする．

起伏指標がFigure 30のように得られる．この起伏指標は，地形の不均一性を定量的に示すものと考えられる（Riley *et. al.*, 1999）．QGISでは全域で3x3画素（約90m四方）ごとに標高の変化を求めて中心の画素に値を入れることで計算している．

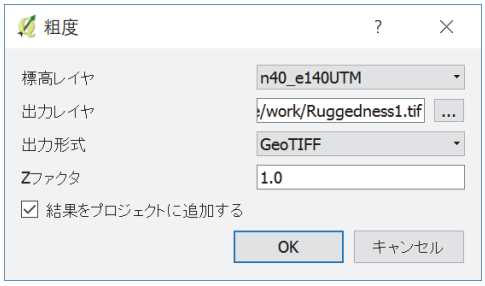


Figure 29　Parameter setting for Ruggedness1.

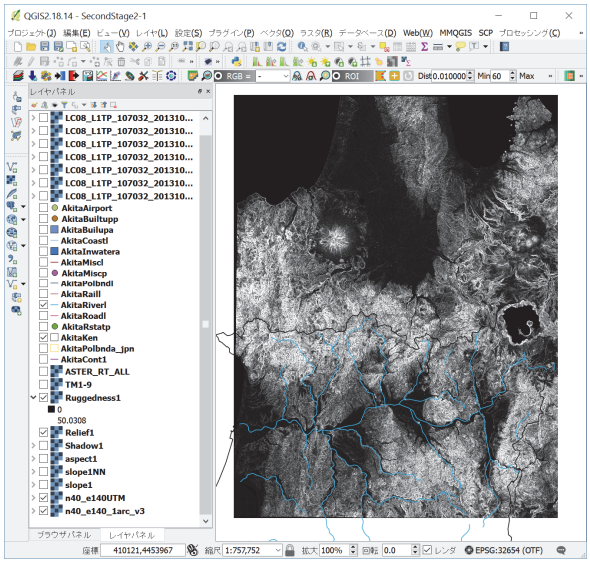


Figure 30　Ruggedness1 of SRTM DEM n40_e140UTM.

4.　等高線図のGIS

4-1.　等高線の抽出

地形標高データから等高線を求めることは，ラスター画像処理の初歩として取り上げられることが多い．この方法は，ラスター・データの解析に様々な応用が可能である．QGISウインドウ上部の「ラスタ（R）」メニューをクリックしてダウン表示された中から「抽出」を選択クリック，片側表示された２件のうちから「等高線…」をクリックする．「等高線ウインドウ」がポップアップするので，パラメータを次のように設定する（Fig.31）：

・「入力ファイル（ラスタ）（I）」の右のボックスないし右端の下向三角形をクリックして，レイヤ・パネルに表示されている「n40_e140UTM」を選択クリックする．
・「等高線（ベクタ）を出力するファイル名（O）」の右端の「選択…」ボックスをクリックして，適当なフォルダとして「\Image\work」を選択，「ファイル名（N）：」に「Contour1.shp」を入力，「ファイルの種類:」として「ESRI Shapefiles（*.shp *.SHP）」を選択クリック，「保存（S）」をクリックする．
・「等高線の間隔（N）」は，最小値0m最大値1605m（UTMの場合）を考慮して，計算時間を短縮するため50mとし，右のボックス内のdefault値「10.000」を「50.000」．に変更する．なお，等高線出力結果は，ベクトル・データである．
・「属性カラム名（A）」の左の四角をクリックしてチェックマークを付け，右のボックス内に適当な名前をタイプ入力する．ここではdefaultの「ELEV」でよい．
・「終了時にキャンバスにロードします（L）」の左の四角をクリックしてチェックマークを付ける．

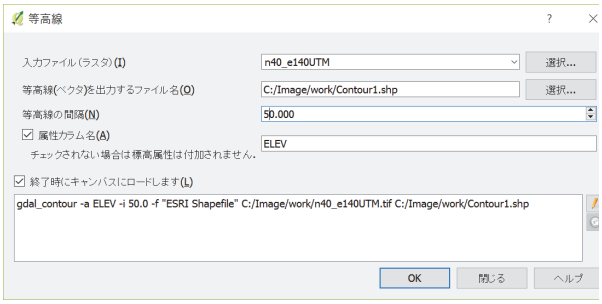


Figure 31　Parameters setting for contour extraction.

Figure 32　Completion of the process.

・以上が済んだら，右下の「OK」をクリックする．

処理が終了したら完了表示が出るので，「OK」をクリックし，再び「OK」をクリック，「閉じる」をクリックの順で等高線ウインドウを閉じる．「閉じる」でなく「OK」をクリックすると，再度等高線の計算を始めるので，留意する（Fig.32）．

等高線図がFigure 33のように得られる．密に線が引かれているため，一見，色が詰まっているように見える．50m間隔なので，これでもまばらな方である．「Contour1」レイヤと「riverl」レイヤ以外のチェックマークをはずして一部を拡大すると，等高線らしく見える（Fig. 34）．

「Contour1」レイヤをダブルクリックしてプロパティ・ウインドウをポップアップし，左欄の「スタイル」をクリック，右欄の上部「単一シンボル」の下の「Line」の下「シンプルライン」をクリックする．「シンボルレイヤタイプ」が下に現れるので，ここでは右の「シンプルライン」のまま，「色」の右ボックスをクリックし，ポップアップする「ラインカラーの選択」ウインドウから，適当な色を選択する．左欄のDefault表示（2番目のタブ）の場合，外側の円（Hueリングと呼ぶ）の適当な色をクリックし，三角形（Saturationトライアングルと呼ぶ）の中から適当な色をクリックする（Fig. 35）．

Figure 35の右欄のHSVの組み合わせか，RGBの組み合わせのスライド・バーをドラッグして動かすか，数字をタイプ入力で変更することで色指定してもよい．右欄の中下の「不透明度」のスライド・バーを左にドラッグするか，より小さな数字（%）をタイプ入力すると，不透明度が減少して，「0%」の時，完全に透明になる．「ラインカラーの選択」ウインドウ下部の「OK」をクリックして色を指定する．

レイヤプロパティ・ウインドウ（Fig.36）の「シンボルレイヤタイプ」の「色」の下の「ペンの太さ」，「オフセット」，

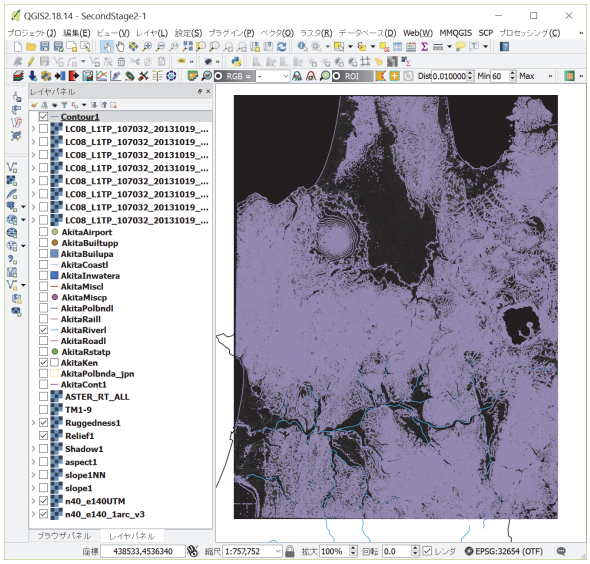


Figure 33　Result of contour extraction.

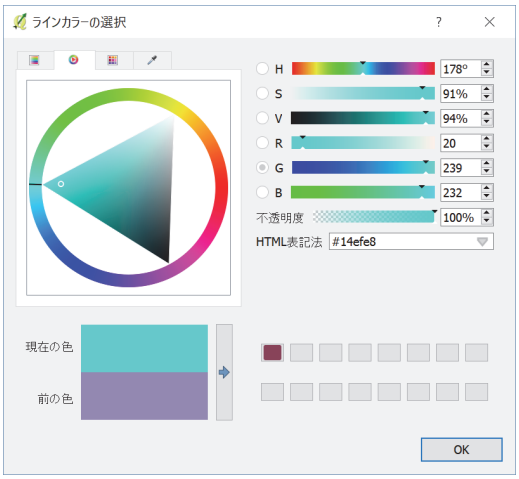


Figure 35　Color selection.

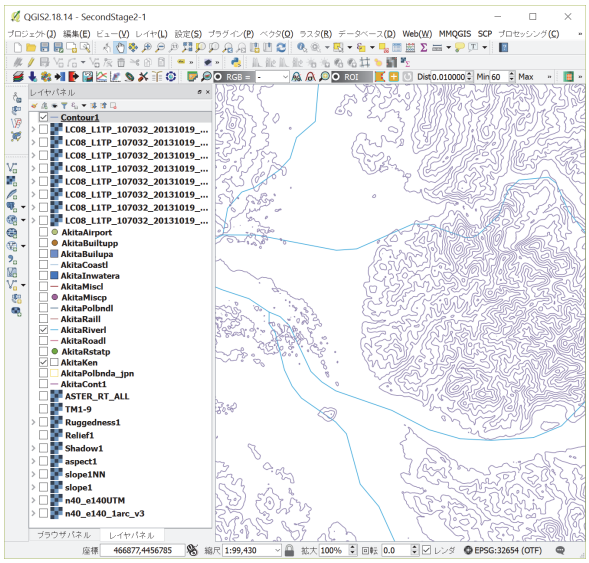


Figure 34　Zoom-in the local area.

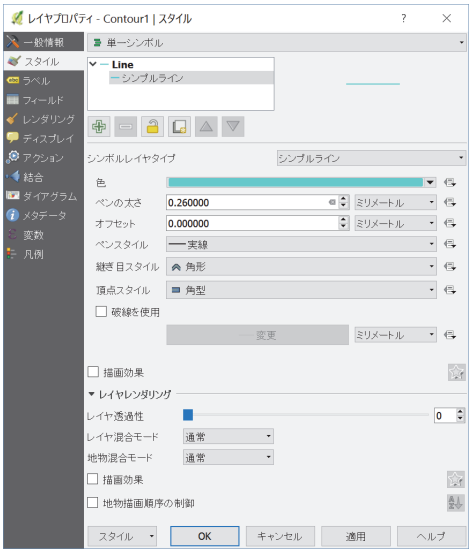


Figure 36　Layer property window for Contour1.

「ペンスタイル」等を様々に変えて「適用」をクリックし，どのような変化がみられるかを試してみよう．完了したら，ウインドウ下部の「OK」をクリックする．

4-2. 等高線の一定範囲の選択

ベクトル・データである「Contour1」レイヤを右クリックして「属性テーブルを開く」を選択クリックすると（Fig.37），「Contour1:: 総地物数：12857，フィルター数：12857，選択数0」が最上部に表示される属性表がポップアップする（Fig. 38）．パラメータ設定が正しければ，ID と ELEV の2属性の列が並んでいる．ELEV は50m おきの設定である．

GIS の特徴を用いて，この属性表にデータベース操作をかけ，必要な情報群を，必要な様式で得ることができる．

まず，属性表ウインドウの左下「全ての地物を表示する」をクリックして，「選択した地物を表示する」に選択クリックする．次に，属性表ウインドウの上部アイコンの左から7番目の「式を使った地物選択」をクリックして，「Select by expression - Contour1」のウインドウをポップアップする．このウインドウは，式を入力する左欄，属性等を選択する中欄，中欄のデータ内容を表示する右欄に分かれる．ここに，「地物」は「feature」の和訳である．

中欄の「フィールドと値」の左のケット記号をクリックすると，属性データの名前，ID, ELEV, NULL が表示される．例えば，中欄の ID をクリック選択し，右欄下の「値のロード」の右にある「全てのユニーク値」をクリックすると，重複を除く ID の値が右欄に現れる．ID は各等高線多角形をそれぞれ識別するものである．ELEV をクリックすると，右欄に0～1600までを各50m で区分した値が並ぶ．

中欄の ELEV をダブルクリックすると，左欄に「"ELEV"」という文字列が入力される．これをタイプ入力してもよいが，ダブルクリックする方がスペルミスなどがなくてよいかもしれない．左欄の「"ELEV"」の後に，累積分布で98% にあたる「912」(m) の高度以上の等高線を抽出してみよう．ただし，50 m おきなので「950」以上とする．そのため，左欄「"ELEV"」の右に「>=」とタイプ入力し，その右に「950」をタイプ入力する．タイプ入力せずに中欄の「演算子」の左をクリックしてダウン表示し，その中から「>」と「=」をダブルクリック，次いで，右欄の「値」をスライドダウンして「950」をダブルクリックしてもよい．左欄の式が間違っていると，左下に「出力プレビュー：式が不正です（詳細情報）」と警告が出るが，正しければ「出力プレビュー：0」と表示される（Fig. 39）．

準備できたら，右欄下の「選択」をクリックすると，ELEV が950以上の286個の地物（等高線ポリゴン）が，色が反転して青色が背景色となり，選択されている（Fig. 40）．

選択された等高線は，色が黄色で表示される（Fig. 41）．

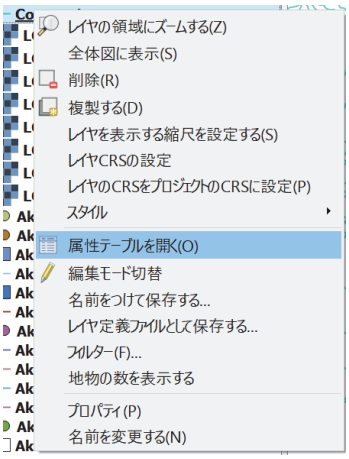
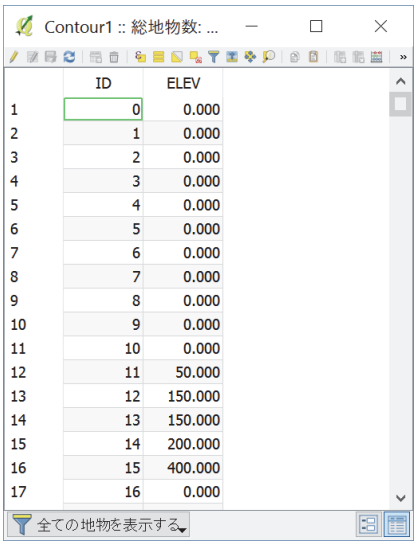


Figure 37　Right click of the layer to click attribute table.



	ID	ELEV
1	0	0.000
2	1	0.000
3	2	0.000
4	3	0.000
5	4	0.000
6	5	0.000
7	6	0.000
8	7	0.000
9	8	0.000
10	9	0.000
11	10	0.000
12	11	50.000
13	12	150.000
14	13	150.000
15	14	200.000
16	15	400.000
17	16	0.000

Figure 38　Attribute table of the layer Contour1.

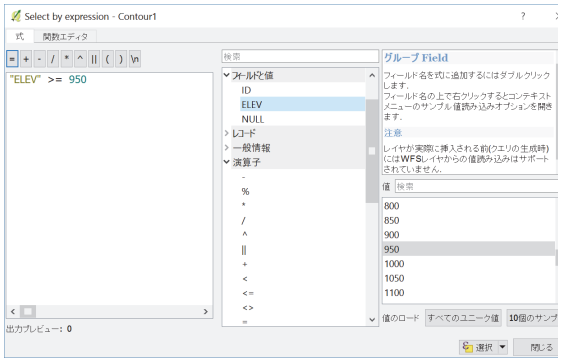
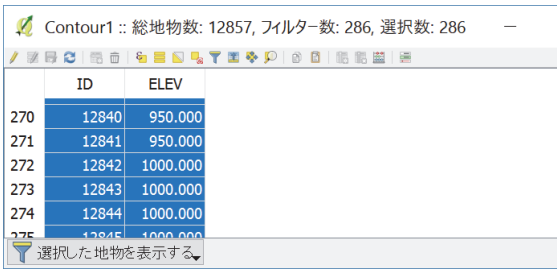


Figure 39　Select by expression.



	ID	ELEV
270	12840	950.000
271	12841	950.000
272	12842	1000.000
273	12843	1000.000
274	12844	1000.000

Figure 40　Selected features.

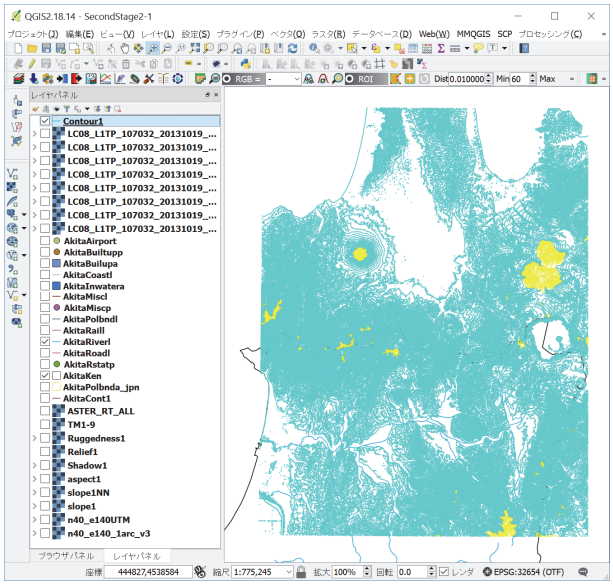


Figure 41　Selected contours of Contour1 layer.

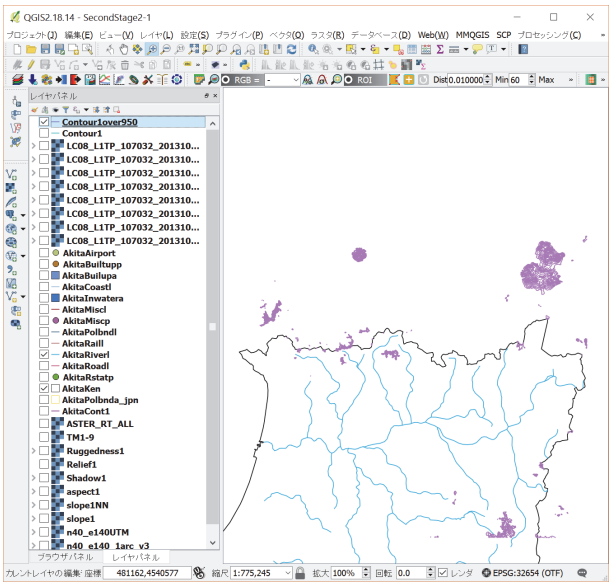


Figure 42　Contour1over950 layer.

等高線も黄色だと見分けがつかないので，あらかじめ黄色以外の色を等高線の色として選択するのがよい．

このラスター・データは，地形的な標高のため．950m 以上の高地が黄色で示されるという意味になる．

この選択された等高線からなる GIS ベクトル・データを得てみよう．選択されている状態を確認して，レイヤ・パネルの「Contour1」レイヤを右クリックし，ダウン表示された中から「名前をつけて保存する…」をクリックする．形式は「ESRI Shapefile」を選択する．「File name」は，右の「ブラウズ」をクリックして「\Image\work」フォルダを選択し，「Contour1over950.shp」などと意味がわかるように名前をタイプ入力して「保存 (S)」をクリックする．「Layer name」は，特にタイプ入力しなければ，「File name」と同じになる．次の「CRS」には「選択 CRS（EPSG:32654, WGS 84 / UTM zone 54）」を選択して指定する．「エンコーディング」は「System」を選択すればよい．重要なことは，「選択地物のみ保存する」の左四角をクリックしてチェックマークを付けることである．これを忘れると，全データが保存されてしまい，「Contour1」のコピーをつくるだけになってしまう．「シンボロジ エクスポート」は「地物シンボロジ」を選択する．「保存されたファイルを地図に追加する」の左四角にチェックマークが付いていることを確認する．他のオプションは，そのままでよい．以上のパラメータ設定が済んだら，「ベクタレイヤに名前をつけて保存する…」ウインドウ下部の「OK」をクリックする．

レイヤパネルに「Contour1over950」レイヤが現れたら，「Contour1」レイヤの左の四角のチェックマークをクリックしてはずす（Fig. 42）．

図の中ほどを拡大すると，950m 以上の高地の等高線が保存されていることがわかる．上部の「地物情報表示」アイコンをクリックして，表示された等高線の一つをクリックすると，そのポリゴンの情報が表示される（Fig. 43）．

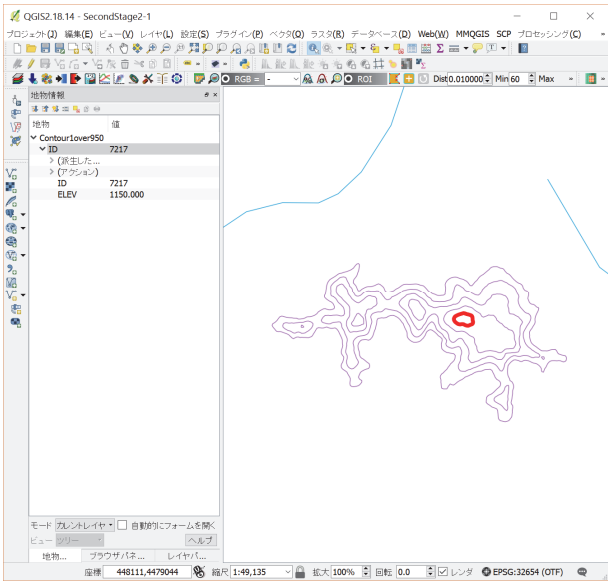


Figure 43　Identify feature of a polygon of the contour.

レイヤパネルの「n40_e140UTM」レイヤの左の四角をクリックしてチェックマークを付けると，画像として表示された地形標高データの上に，抽出かつ選択された 950m 以上の高度の等高線が重ね合わせて表示されていることがわかる（Fig. 44）．ラスター表示より，データの細かい分布がよくわかる．

ラスター画像表示でも，「n40_e140UTM」レイヤをダブルクリックしてレイヤプロパティ・ウインドウをポップアップし，「スタイル」の「レンダータイプ」を「単バンド疑似カラー」として「最小値 / 最大値のロード」の中を「累積個数によるカット」ではなく「最小 / 最大」の左円をクリックしてチェックマークを付け，「精度」を「実際の値（低

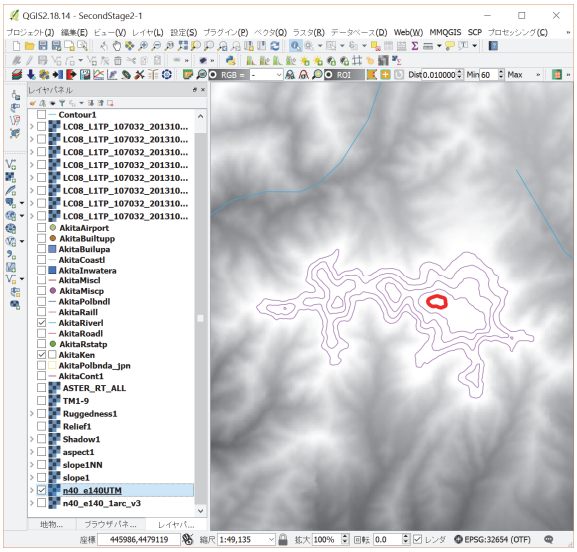


Figure 44　Overlay of selected contour and SRTM DEM.

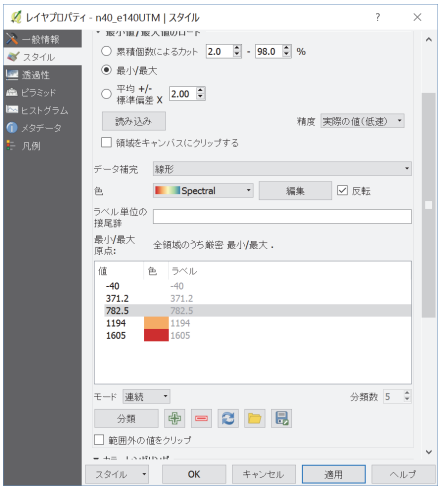


Figure 45　Color assignment of pseudo color expression.

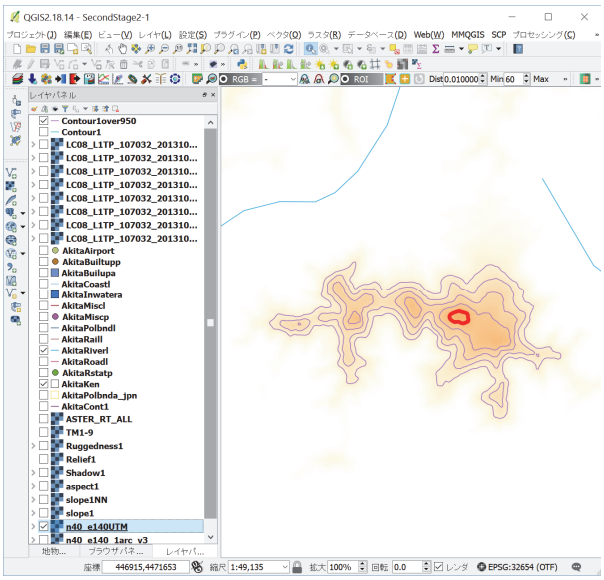


Figure 46　Overlay of raster DEM data and vector contour.

速)」に設定して「読み込み」をクリック,「色」の右にある「反転」の左四角をクリックしてチェックマークをつけ，レイヤプロパティ・ウインドウ下部の「適用」をクリックすると，950以上に近いところが，薄い橙色に表示されることがわかる．

地球物理データや地化学分析値の地図表示などでは，Figure 46のラスター画像のような段彩図が一般的であるが，ベクトル・データとしての等高線を用いると，ベクトル・データ（ポリゴン）であるため，画像と重ね合わせても下のデータがよく見え，データの分布構造がよりわかりやすい，などのメリットがある．

終了するには，「保存」アイコンをクリックするか，「プロジェクト（J）」をクリックして「保存（S）」を選択することで「SecondStage2-1.qgs」に作業内容を保存し，ワンテンポおいて右上の「閉じる」をクリックする．なお，「保存（S）」をクリックした直後に「閉じる」をクリックすると，エラーダンプが発生することがある．

5．おわりに

ラスター型GISであれば通常搭載されている5種類の地形解析を事例に，QGISによるラスター画像処理の初歩の一つを概観した．今回解説したのは，初歩的機能の使い方だけであって，より細かなパラメータ設定や，さらに詳しい地形解析については，応用編で展開したい．ここで用いた地形標高データを，地化学分析値や地球物理計測データをラスター化したデータで置き換えるなら，同様のことが可能である．一般には，不規則に分布する点データを規則的なグリッドデータに置き換えるためには，空間的なモデルが必要である．これについては，後ほど応用編で解説したい．まずは，基本機能に習熟し，いついかなる条件でも，QGISによる画像解析が可能であることを確実に実行していただければと願う次第である．

文　献

QGIS（2017a）あなたのプラットフォーム向けQGISのダウンロードはこちら．
http://www.qgis.org/ja/site/forusers/download.html

QGIS（2017b）QGISユーザーガイド．
http://docs.qgis.org/2.18/ja/docs/user_manual/

Riley, S. J., DeGloria, S. D. and Elliot, R.（1999）A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences*, vol.5, no.1-4, pp.23-27.
（原著論文の計算式の誤りは，下記URLで訂正された：
http://download.osgeo.org/qgis/doc/reference-docs/Terrain_Ruggedness_Index.pdf）

（以上のURLは2017年10月31日に最終確認した）．

要　旨

QGISによるGISと衛星画像解析（第２回　基本的機能編　その１）

古宇田　亮一

フリー・オープンソース・システム（FOSS）のQGISを用いて，GIS上で重なる画像解析の基本機能を解説する．ここでは，地形標高データを用いた地形解析の基本機能として，傾斜量，傾斜方位，陰影図，レリーフ，起伏指標のような代表的な値を瞬時に求める方法を紹介する．特に，座標系が緯度・経度のままだと，標高がメートル単位なので計算結果が正しくなくなる．そこで，単位を統一する方法を解説する．また，典型的なラスター・データからベクトル・データに変換する手法の一つである等高線抽出を元に，特定の範囲の値をGIS図面上に抽出表示する方法を解説する．

キーワード：地理情報システム（GIS），標高データ，傾斜量，傾斜方位，陰影図，起伏指標，等高線