

II-51

水文流出解析における斜面の傾きの算定方法についての一考察

鉄建建設（株） 正員 近藤 直樹
鉄建建設（株） 正員 松岡 茂

1. はじめに

以前著者は、水文流出解析の新しい試みとして、流域をメッシュ状の単位流域に分割し、電算機での解析を容易に行うことのできるシステムを試作した⁽¹⁾⁽²⁾。しかし、この解析を行う上で重要な指標である斜面の傾きが、メッシュの粗いときなどは実際の地形と違っていたため、斜面の傾きを求めるアルゴリズムを改良し、今までの方法と比較した。

2. DTM(デジタル地形モデル)

DTMとは等高線の持つ地形情報を格子状の三次元点に置き換えたモデル(図1)のことで、電子計算機での処理が容易であるという特徴がある。DTMは、格子状に定義された P_{ij} の高さ h_{ij} を、入力された地形データの中から、点 P_{ij} からの距離が r を超えないものを抽出し(図2)、これに式(1)を適用することで求められる。

$$h_{ij} = \sum_{k=1}^n (h_{ck}/d_k^2) / \sum_{k=1}^n (1/d_k^2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 h_{ij} : P_{ij} の高さ h_c : 入力データの高さ d_k : P_{ij} とデータとの距離

なお、今回は比較のためあらかじめ用意されたDTMを用いて地形の傾斜を求めることとする。

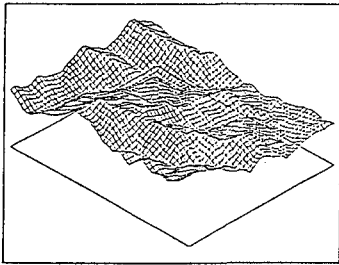


図1 DTM(デジタル地形モデル)

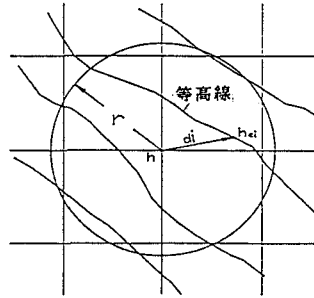


図2 DTMの作成方法

3. 傾斜の算出方法

3.1 方法1(基準点4個)

これは、正方形の位置関係にある4個のDTMの点を利用して、これを2個の三角形に分割し、それぞれについて法線ベクトルを求め、これを合成したものについて傾斜ベクトルを求める方法である。図3において三角形aの法線ベクトルと三角形bの法線ベクトルを合成してその地点の法線ベクトル $V(v_x, v_y, v_z)$ とし、これから傾斜ベクトル $S(s_x, s_y, s_z)$ を式(2)-(4)を用いることによって求める。

$$s_x = v_x \cdot T_3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$s_y = v_y \cdot T_3 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$s_z = -(v_x^2 + v_y^2) \cdot T_3 / v_z \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{ただし、} T_3 = v_z / \{(v_x^2 + v_y^2) \cdot (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)\}^{1/2}$$

3.2 方法2(基準点9個)

これは、1個のDTMの点と、それを囲む8個の点の合計9個の点を利用して、 x 軸、 y 軸及びそれぞれを 45° 回転して得られる yx 軸及び xy 軸についての傾きを求め、これを合成する方法⁽³⁾である。図4にお

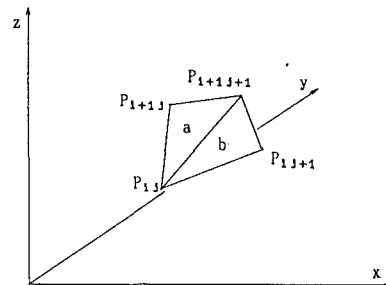


図3 傾斜の求め方(方法1)

いて、 P_{1j} は高さ h_{1j} を持つDTMの点とする。x軸方向の傾き g_x 、y軸方向の傾き g_y は、式(5)、(4)を用いて求めることができる。

$$g_x = (h_{1+1j} - h_{1-1j}) / 2d \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$g_y = (h_{1j+1} - h_{1j-1}) / 2d \quad \dots\dots\dots (9)$$

ここに、 d ：DTMの間隔

このようにして求められた g_x 、 g_y より、傾斜ベクトル $S_1(s_{1x}, s_{1y}, s_{1z})$ は式(7)–(9)より求められる。

$$s_{1x} = g_x / (T_4 \cdot T_5) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$s_{1y} = g_y / (T_4 \cdot T_5) \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$s_{1z} = T_4 / T_5 \quad \dots\dots\dots (9)$$

ただし、 $T_4 = (g_x^2 + g_y^2)^{1/2}$ 、 $T_5 = (g_x^2 + g_y^2 + 1)^{1/2}$

同様に、xy軸方向の傾き g_{xy} 、yx軸方向の傾き g_{yx} から傾斜ベクトル $S_2(s_{2x}, s_{2y}, s_{2z})$ を求め、 S_1 と S_2 を合成したベクトル $S(s_x, s_y, s_z)$ をその地点の傾斜ベクトルとする。

4. 傾斜ベクトルの比較

以上の二通りの方法を比較するために、同一のDTMで傾斜のベクトル表示をさせ、視覚による評価を行った。用いたDTMは、

$$z = -(1/5d) \cdot x^2 + 5d \quad (0 \leq x \leq 5d) \quad \dots\dots (10)$$

ここに、 d ：DTMの間隔

をそれぞれz軸まわりに回転させて得られる立体上に作成して用いた(図5)。これより傾斜ベクトルを求めて表示させたものを図6に示す。方法2は方法1に比較して、地形の変化をよく表現しているように思われる。

5. おわりに

水文流出解析を行うときに重要な指標である斜面の傾きを、二通りの違った方法によって求め、

その比較を行った。方法1は、方法2に比べてアルゴリズムが簡便で、計算時間が短くすむ長所があるが、原地形によっては地形を正しく反映しない欠点がある。方法2は基準となる点が多いため、より実際に近い斜面の傾きを求めることができるが、そのかわりに計算時間は長くなる。このことから、データがDTMの間隔に比較して粗く入力されているときには方法1を用い、その逆のときには方法2を用いるのがよいと思われる。

参考文献

- 1) 信清 佳昭, 近藤 直樹, 佐藤 邦明: CADシステムによる流域地形のモデル化, 土木学会第45回年次学術講演会講演概要集第2部, pp. 146-147
- 2) 近藤 直樹, 松岡 茂, 佐藤 邦明: 三次元CADシステムによる流出解析の可視化, 土木学会第45回年次学術講演会講演概要集第2部, pp. 148-149
- 3) K.Cheng, M.Idesawa, & T.Soma: Analysis and manipulation method of geographic information, Proc. Int. Conf. Pattern Recogn. Vol.9, No.2, 1988, pp. 897-900

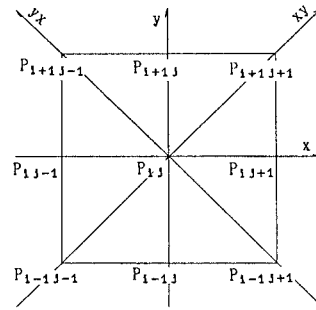


図4 傾斜の求め方(方法2)

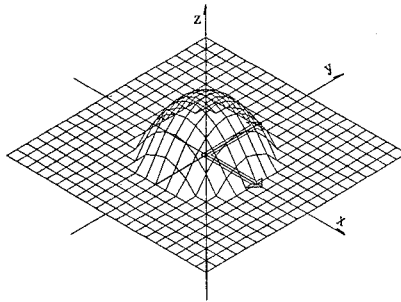


図5 モデルDTM

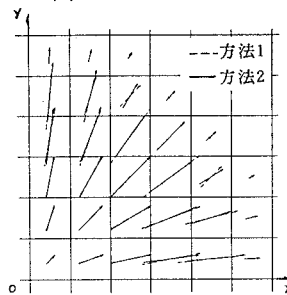


図6 傾斜ベクトル