

堤防脆弱性評価に向けた富山全河川での降雨流出解析の適用

富山県立大学 環境・社会基盤工学科 学生会員 石川 彰真
富山県立大学 環境・社会基盤工学科 正会員 呉 修一

1. 研究背景・目的

近年、計画規模を超えた降雨による洪水氾濫被害が増加している。そのため富山県では令和元年6月14日に県内すべての水位周知河川(21河川)において想定しうる最大規模の降雨を対象とした洪水浸水想定区域図を公表した。しかし、これらは洪水浸水の被害を想定した図であり、洪水による越水や侵食が発生する危険性を表したものではない。そのため、どの河川のどの地点が洪水災害を引き起こす可能性が高いかは不明である。

本研究では二級河川を含む富山県全河川の降雨流出解析を実施し、堤防脆弱性評価を行なうことで富山全河川の洪水災害危険箇所を明らかにすることが目的である。

今回、富山県全河川の降雨流出解析と堤防脆弱性評価指標のレビューを行なった。

2. 対象領域

富山県・岐阜県に流れる一級河川(小矢部川・庄川・常願寺川・神通川・黒部川)と片貝川や早月川などの二級河川、およびそれらの流域を対象領域とする。(図-1)

3. 研究手法

3.1 データセットの作成

a) 河川網/サブ流域

各河川の流域界を国土数値情報の流域メッシュデータに基づき分割した。分割したサブ流域1エリアにつき河川を1本にする。(図-1) 河川網データ・流域メッシュは国土地理院のものを使用した。

b) 標高データ

標高データは日本域表面流向マップの水文補正標高¹⁾を用いた。(図-2)

c) 河川横断面データ

横断面データは富山河川国道事務所提供のものを使用し、データが不十分な場合は、日本域表面流向マップの水路幅¹⁾や、google earth を使って目視で補う。それでも補完できない部分については以下の式から河川幅と河川深さを決定する。

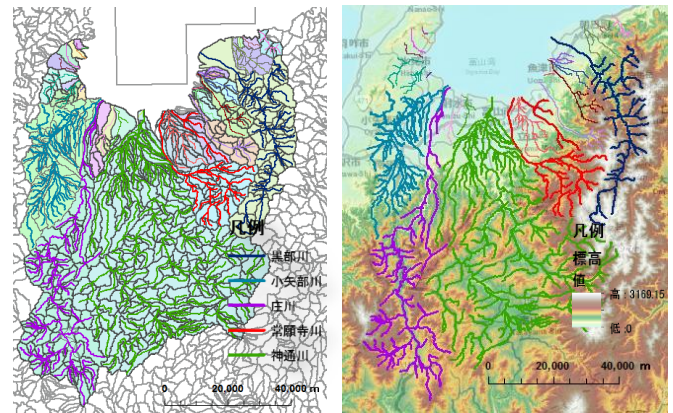


図-1 対象河川と流域

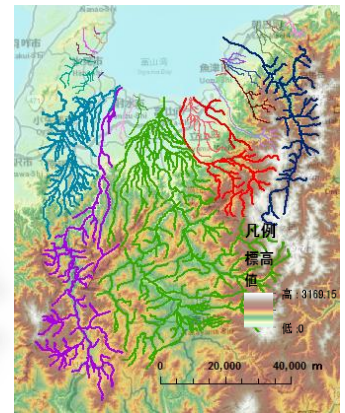


図-2 対象領域の標高データ

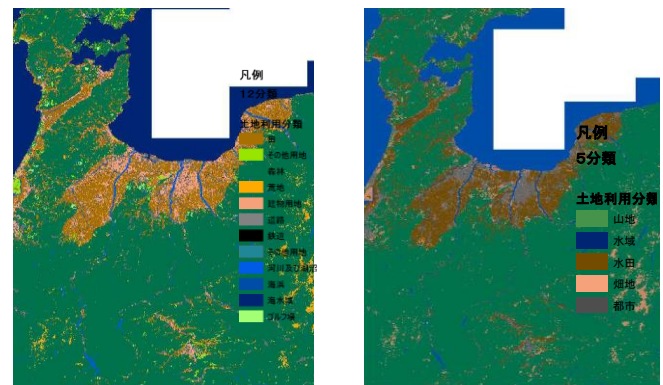


図-3 土地利用分類の比較(左:12分類 右:5分類)

$$W=c_w \cdot A^{s_w}, D=c_d \cdot A^{s_d} \quad (1)$$

ここに c_w, s_w :河道幅係数、 c_d, s_d :河道深さ係数、 W :河道幅(m)、 D :河道深さ(m)、 A :地点上流域面積(m^2)である。

d) 土地利用データ

土地利用データは国土数値情報の100m土地利用細分メッシュデータを用いた。土地利用分類は12分類であるがこれを5分類に統合した。(図-3)

3.2 パラメータのキャリブレーション

キャリブレーション方法は土地利用5分類ごとに表層土層厚、有効空隙率、飽和透水係数、流出係数、マンニングの粗度係数を設定し、降雨流出計算を行なう。土地利用割合に応じて各サブ流域への流出量を配分する。

黒部川で土地利用ごとのパラメータをキャリブレーションし他の河川にその値を使用する。

3.3 降雨流出解析手法

降雨流出解析は、呉ら²⁾の土壌・地形特性に基づく降雨流出計算手法を用いる。河道部の洪水追跡には1次元不定流計算を用いる。降雨流出モデルから算出されるサブ流域からの流出量を横流入量として、河川での洪水追跡を行なう。

3.4 堤防脆弱性指標

a) 越水ポテンシャル

越水ポテンシャル[無次元]は堤防高と水位、水路幅の関係性に着目した。

$$\text{越水ポテンシャル} = \frac{\text{堤防高} - \text{洪水時のピーク水位}}{\text{水路幅}} \quad (2)$$

b) 浸透ポテンシャル

福岡・田端³⁾は浸透流の力学的相似条件を表す指標より堤防脆弱性指標 t^* を求めており、こちらを参考に浸透ポテンシャルを評価する。

$$t^* = \frac{5 H k_1 t'}{2 \lambda b^2} \quad (3)$$

ここに H : 洪水流の水位 (m)、 k_1 : 堤体の透水係数 (m/s)、 t' : 高水敷に洪水流が乗っている時間 (s)、 λ : 堤体の空隙率、 b : 堤体の敷幅 (m) である。透水係数、空隙率は国土交通省国土技術政策総合研究所が公開している「河川堤防の土質試験結果情報(2013)」を使用する。

c) 侵食ポテンシャル

村上・末次⁴⁾は急流河川における河川侵食危険度に関する研究で侵食危険度を以下の式で表している。

$$z = 0.048x_1 + 0.485x_2 + 0.222x_3 \quad (4)$$

ここに z : 侵食危険度、 x_1 : 最深河床部から河岸までの距離、 x_2 : 河岸から 20 m までの平均流速、 x_3 : 流向である。一次元不定流計算では河岸から 20 m までの平均流速を計算できないため、断面平均流速を使用する。

4. 結果・考察

黒部川黒薙地点での計算結果を図-4、図-5に示す。図-4は土地利用割合に応じて流量を分配した降雨流出計算結果とサブ流域のパラメータを一樣にした場合の降雨流出計算結果の比較である。図-5は観測流量と一次元不定流計算の比較である。

黒部川黒薙地点上流部は土地利用の多くが「山地」であるため、「山地」のパラメータが大きく影響したと考えられる。そのため今回の解析の結果、「山地」

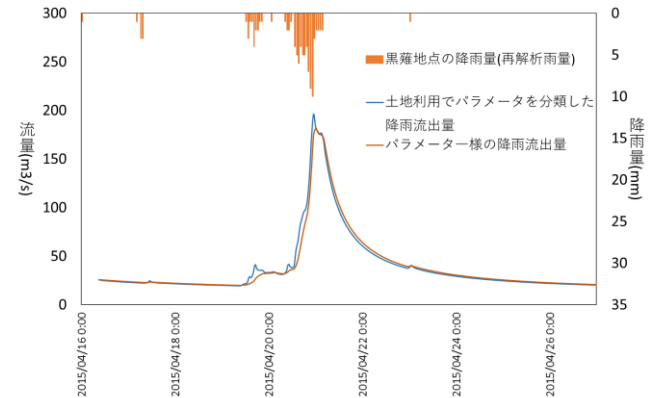


図-4 土地利用分類による降雨流出計算結果への影響

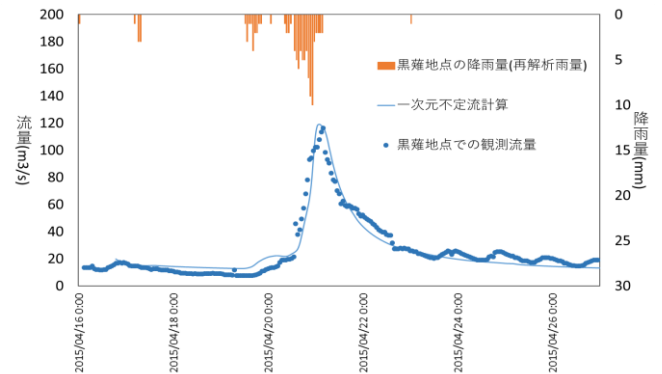


図-5 黒部川黒薙地点での計算値と観測流量の比較

のパラメータのみを決定した。

今後黒部川下流や「畑地」の土地利用の多い小矢部川でキャリブレーションを行い、土地利用ごとのパラメータを決定していく。

先述の評価指標を下流域において 200 m ごとに算出し、富山河川の堤防脆弱性を評価することで洪水災害発生危険箇所を明らかにする予定である。

6. 参考文献

- 1) 山崎大: 日本域表面流向マップ
<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~yamadai/JapanDir/>
(2019/12/14 閲覧)
- 2) 呉修一, 山田正, 吉川秀夫: 表面流の発生機構を考慮した斜面多層降雨流出計算手法に関する研究, 土木学会水工学論文集, Vol.49, B-2, pp.169-174, 2005.
- 3) 福岡捷二, 田端幸輔: 浸透流を支配する力学指標と堤防浸透破壊の力学的相似条件 - 透水ナンバースFn と堤防脆弱性指標 t^* , 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol 74, No.5, pp.I_1435-I_1440, 2018.
- 4) 村上智一, 末次忠司: 急流河川における河岸侵食危険度の評価に関する研究, 土木学会第 67 会年次学術講演会 (平成 24 年 9 月), II_002, 3-4