

氾濫流の推定手法に関する考察

日本大学理工学部 学生会員 ○濱本 宣明
 日本大学理工学部 正会員 宮本 守
 日本大学理工学部 正会員 吉川 勝秀

1. はじめに

河川堤防とは河川の氾濫を防ぎ、洪水から人々を守る役割を持っている。日本を代表する河川でもある利根川では、度々被害を被っている。昭和22年に起きた洪水では氾濫流が関東平野を流れ、家屋の浸水だけでなく、人や物資が流されたりするなど被害が拡大した。氾濫流の流れ予測をすることは被害の軽減に繋がる。

本研究では昭和22年の被害実績に基づいて、氾濫流が流れた地域を対象に「過去の実績、地形条件による方法、水理学的方法」により洪水によって生じた氾濫流の流れを推定し、氾濫流の流れについて明らかにする。その方法として比較的簡易な方法で推定すること検討した。

2. カスリーン台風による被害について

昭和22年9月に起きたカスリーン台風による被害は過去最大のものとなった。図-1は江戸川河川事務所が公開している情報をトレースしたもので当時の氾濫原と各地の浸水深を示したものである。氾濫流が埼玉県東南部から東京都葛飾区、江戸川区にまで及んでいる。この洪水による被害は浸水面積約450k m²、被害人口約60万人、被害額約70億円といった大災害とされている。

3. 氾濫流の推定について

氾濫流を推定する方法として(1)実績による推定、(2)標高による推定、(3)治水地形分類図による推定、(4)モデルによる推定の4種類の方法により推定を行った。

(1) 実績による推定

実績による推定は最も信頼性が高く、図-1のようなデータが入手できれば簡単に浸水範囲、浸水深などを予測することができる。

(2) 標高による推定

図-2は昭和22年での氾濫流の流れと標高データを重ねたが、氾濫流は標高の低いところへ流れやすいということがわかる。とくに図-1の浸水深と比較すると周辺との差が激しいところでは氾濫流が多く流れ込み浸水深が深くなるという危険性が高いことがわかる。

(3) 治水地形分類図による推定

この方法は流域の地形に着目し氾濫流の流れを推定す

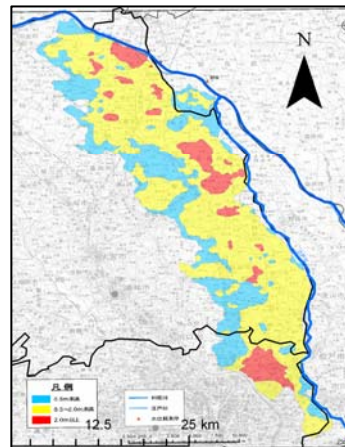


図-1 昭和22年の氾濫原と浸水深



図-2 実績氾濫流の流下方向と標高データ

る方法である。氾濫原は過去の氾濫によって形成された地形であり旧河道などで形成されている。図-3は地形を数種類に分類した治水地形分類図と昭和22年の被害実績を重ねたもので、氾濫流は台地等の高地、自然堤防を境に旧河道や湿地を通して流れていることがわかる。この方法により他の地点における氾濫原も推定することが可能である。

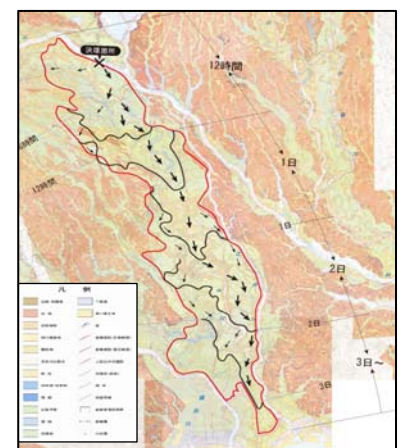


図-3 昭和22年の氾濫原と治水地形分類図

(4) モデルによる推定

モデルによる推定としては計算が容易であり最小限のデータで計算が可能である等流計算を行なった等流モデルおよび、より詳細であり検証のできる1次元不定流計算を行なう1次元不定流計算モデルの方法によって推定を行った。

等流モデル

1) 計算条件

この方法は昭和22年実績の氾濫原内において以下のマンニングの平均流速公式を用いて計算したものである。

キーワード: 利根川 河川堤防 カスリーン台風 氾濫流

連絡先: 〒274-0063 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 737 教室 水環境システム研究室 TEL/FAX: 047-469-5228

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (\text{但し } R \cong h)$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$T = \frac{L}{Q}$$

ここに、 v ：流速、 R ：径深、 A ：断面積、 I ：勾配、 Q ：流量、 T ：到達時間、 h ：水深、 n ：粗度係数である。

このとき水深 h に比べて水路幅が十分に広い幅断面水路では径深 R はほぼ水深 h に等しいので、径深 R は水深 h とした。氾濫原内の粗度係数はロッターの式によって求め

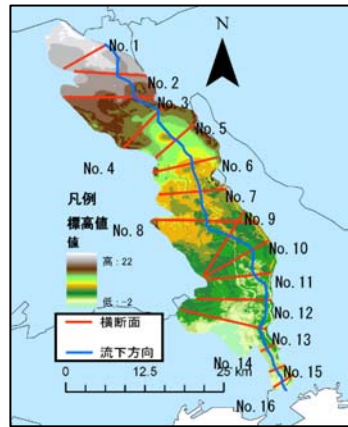


図-4 モデルに使用した断面の位置

た0.3とした。流下方向は実績と同様の方向とした。図-4はモデルの計算の際に使用した断面の位置であり流下方向に垂直に断面を取った。

2) 計算結果

図-6に等流モデルより求めた流速から算出した到達時間と昭和22年実績の到達時間を示した。モデルで算出した到達時間は実績よりも遅くなったが、計算に使用した項目が粗度係数、勾配、水深のみであったためと考えられる。

1次元不定流モデル

1) 計算条件

この推定方法と同じく実績値より1次元不定流計算を行ない各地点への到達時間を求めた。基礎式は以下のサン・ブナン式を用いた。

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{n^2 g Q |Q|}{R^{\frac{4}{3}} A} = 0$$

ここに、 Q ：流量、 A ：流下断面積、 q ：横流入、 h ：基準面からの高さ、 n ：粗度係数、 R ：径深、 α ：運動量の分布に関する係数とする。図-5は境界条件として上流端に与えた実績氾濫量である。下流端は今回仮定した位置の実績浸水深が約2mだったので0～2mへと変動するように与えた。流下方向や断面データは等流モデルと同じ条件とし、粗度係数も0.3とした。計算には水理解析用ソフトMIKE11を使用した。

2) 計算結果

図-7に1次元モデルによって求めた到達時間と実績

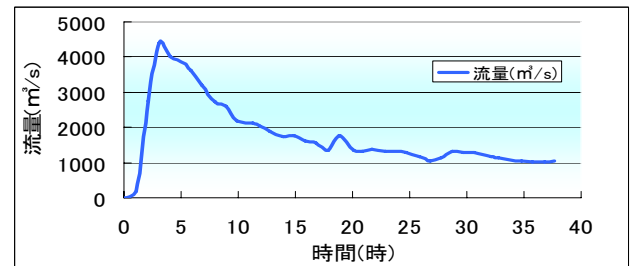


図-5 昭和22年実績氾濫量

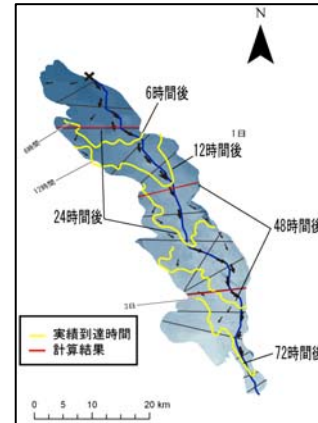


図-6 等流モデル結果

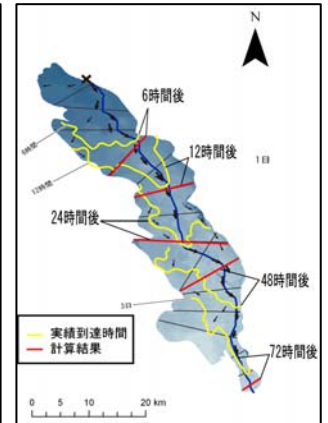


図-7 1次元不定流モデル結果

の到達時間を示した。

実績と比較してみると到達時間は実績に近い値を再現できた。これは等流モデルよりも物理保存則を考慮した式で精度良く時間的に計算できた。

4. おわりに

この研究では氾濫流の推定について4種類の方法によって行った。実績による推定では以前に災害が発生しているという条件が必要であり実用は限られてくる。また実績データがある場合には実績からの推定だけでなく他の推定方法の整合性を確かめることも可能である。標高データや治水地形分類図による推定法は地形条件から氾濫原をすることで容易に氾濫原を推定することが可能であり、簡易に推定することが出来る。しかし地形条件からの推定方法は詳細な推定は難しく氾濫原の推定などのおおよそな推定に限られる。モデルによる推定方法は他の推定方法に比べある程度手間が掛かるが、情報さえ集められれば、ある程度の推定は可能である。

参考文献

- 1) 吉川勝秀：河川堤防学，技報堂出版，2008年
- 2) 吉野文雄，山本雅史，吉川勝秀：洪水危険度評価地図について，水理講演会論文集，1982年
- 3) 山口高志，吉川勝秀，角田学：都市化流域における洪水災害の把握と治水対策に関する研究，土木学会論文報告集，1981年