

由良川を対象とした洪水流解析による洪水伝播時間について

舞鶴高専 学生会員 ○磯部 将吾
舞鶴高専 正会員 川合 茂
明石高専 正会員 神田 佳一

1. はじめに

由良川では、昔から水害に悩まされてきた。近年では平成16年台風23号により死者8名を出す甚大な被害が発生した。現在、由良川ではソフト面の対策として避難に関する洪水水位情報が発信されている。国交省は福知山観測点での水防団待機水位、氾濫注意水位、避難判断水位、氾濫危険水位を定めている。しかし、福知山市より下流の地域では避難に関する洪水水位情報が示されていない。福知山観測点よりも下流の地域において避難や水防活動を行う判断をする場合、洪水伝播時間が意味を持ってくる¹⁾。本研究では、洪水流解析により主要地点の洪水伝播時間を評価する。

2. 由良川概要

由良川は図1に示すように京都府・滋賀県・福井県の県府境の三国岳を源とし、京都府の美山町(南丹市)、和知町、綾部市、福知山市、大江町(福知山市)を経て、舞鶴市および宮津市の市境を流れて日本海若狭湾に流れている。流域面積は1880km²、幹川流路長は146kmである。由良川は羽状流域であるが、上流域の急勾配の山地から一気に福知山盆地に出るため、盆地で頻繁に川の氾濫が引き起こされてきた。



図1 由良川流域図

3. 避難と情報発信

(1) 避難勧告時刻 T_0 、災害発生時刻 T_f 、および避難に要する時間の間の関係

避難を考える場合、次式の避難勧告発令時刻 T_0 と災害発生時刻 T_f の間の関係が重要となる。

$$T_0 \leq T_0 + (t_1 + t_2) < T_f \cdots \cdots (1)$$

ここに、 t_1 は準備時間、 t_2 は避難時間、 T_0 は避難勧告発令時刻及び T_f は災害発生時刻である。

実際の災害では、災害発生時刻 T_f は知ることが出来ない。そこで避難時間・準備時間を考慮した上で避難勧告を行わなければならない。避難勧告時間を決める

上で、 $(t_1 + t_2)$ を何に基づいて決めるかが問題となる。そこで、洪水伝播時間を考慮することが重要である。

4. 洪水流の支配方程式と計算条件

支配方程式は、次に示す連続式と運動方程式である。

$$\frac{\partial(Bh)}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \cdots (2)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{gBh^2}{2} + \frac{Q^2}{Bh} \right) = gBh(i_B - i_F) \quad \cdots (3)$$

ここに Q は流量、 B は河幅、 h は水深、 g は重力加速度、 i_B は河床勾配、 i_F はエネルギー勾配である。基礎式の離散化にはマコーマック法を用い、河幅は平成20年の横断測量結果、河床高については平成14年の平均河床高を用いる。洪水流量は福知山での観測値を用いる。計算区間は福知山から大川橋までの29kmである。

5. 洪水伝播時間について

図2は洪水伝播時間と流量の関係を示したもので、計算結果では洪水伝播時間が実測値よりも若干早くなる傾向があるが概ね再現されている。次に、福知山より下流地点の洪水伝播時間を求める。図3は福知山のハイドログラフで、出水規模が異なる流量を与え、洪水流解析を行った。

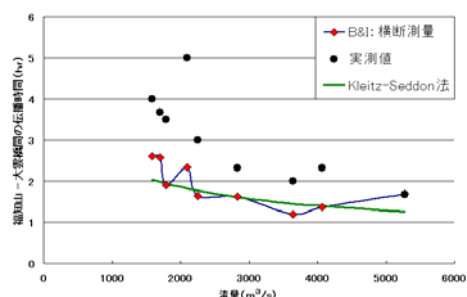


図2 流量と洪水伝播時間の関係

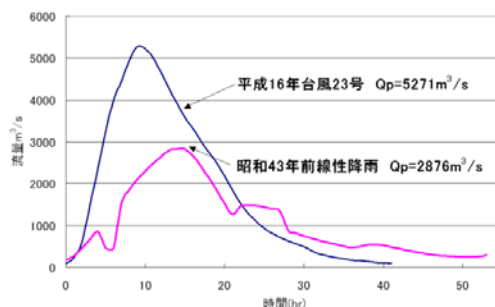


図3 福知山観測点におけるハイドログラフ

キーワード 洪水伝播時間 由良川 洪水流解析 洪水避難

連絡先 〒 674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 明石高専 TEL・FAX078-946-6178

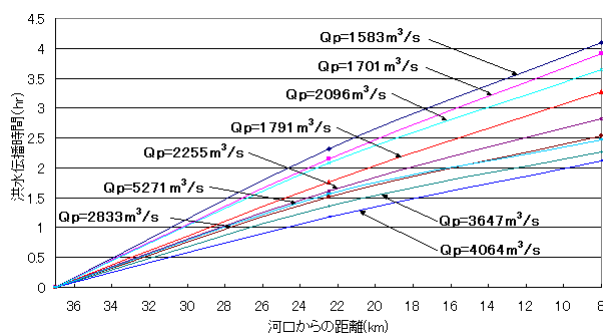


図4 河口からの距離と洪水伝播時間の関係

図4にその計算結果を示す。同図より福知山より下流の任意地点における出水規模による洪水伝播時間を知ることができる、これは適切な避難・各種水防活動への指示を考える参考になる。しかし、出水規模が小規模なものでも洪水伝播時間が大規模なものよりも早くなる場合が存在しており、今後原因を検討していく必要がある。

6. 潜り橋の交通規制

潜り橋とは低水位の状態では橋として使えるものの、増水時には沈んでしまう橋のことで、潜り橋では橋桁の1m下まで水位が上昇すると通行止めを行っている。いつ橋が通行止になるかを知することは地域住民の生活にとって重要な問題である、この通行止になるまでの時間を検討する。

現在、福知山観測点より下流には3つの潜り橋がある。場所は図5の図上の丸で囲った地点である。福知山観測点で指定水位・警戒水位を越えてから下流にある潜り橋の通行止め時間について計算を行った。通行止めになる条件は水位が橋桁の1m下まで上昇した場合である。計算の結果、下流から28km地点の在田橋と18km地点の三河橋で交通規制が必要であることが分かった。その結果を図6と図7に示す。

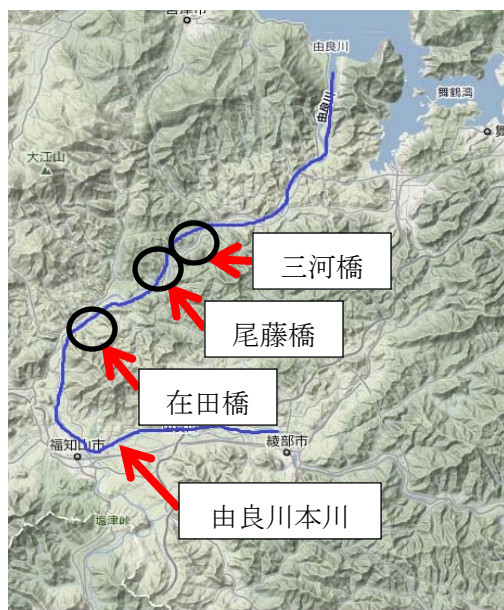


図5 潜り橋の位置図(縮尺:1/208333)

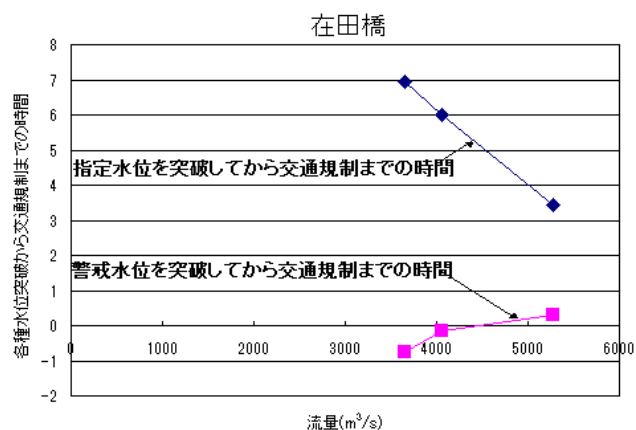


図6 流量と在田橋の交通規制までの時間の関係

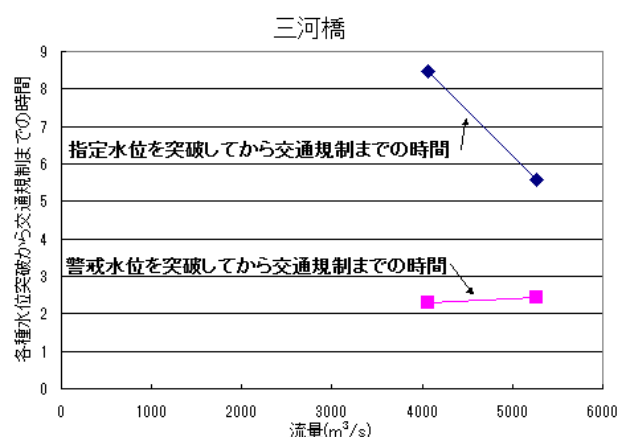


図7 流量と三河橋の交通規制までの時間の関係

図6・図7は福知山観測点における指定水位・警戒水位それぞれから交通規制が行われるまでの時間を縦軸に、そして横軸にはピーク流量をとっている。この図を見ることで、洪水流量が分かれば、交通規制を行う時間を考えることが出来る。

7. おわりに

現在、由良川において水害に対するソフト面の対策として、福知山観測点から下流における避難・各種水防活動への指示を行う目安がなかった。今回、洪水伝播時間を計算することにより、式(1)の T_0 :避難勧告時間を (t_1+t_2) と洪水伝播時間の両者を考慮することで決めることが可能となり、福知山下流の任意地点において避難・水防活動への指示を行う目安を考える参考となる。次に、潜り橋がいつ通行止になるかは地域住民にとって生活上重要な問題である。今回、洪水伝播時間を基に交通規制までの時間を明らかにすることが出来た。しかし、実際には在田橋においてはしばしば交通規制が行われているため、今後さらに境界条件を再度考慮しなおす必要がある。

参考文献

- 1) 千原靖・川合茂: 由良川における水害について、舞鶴工業高等専門学校紀要第31号, pp.53-58, 1996.