

メッシュ型流出モデルによる桁下流量への影響開始時間の推定

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○松村祐輔
正会員 齋藤 修
正会員 神田 仁

1. 背景と目的

東海道新幹線では、台風などの大雨で河川の増水が予想された場合、河岸で固定警備により新幹線橋りょうの桁下水位を観測し、規制水位に達した場合は列車の運転規制を行っている。このような場合、確実な列車の運行管理を行うため、桁下水位の動向を精度よく予測することが求められている。前報¹⁾では、富士川流域を対象として、新幹線桁下水位予測に使用可能なメッシュ型流出モデル(セル分布型流出モデル)を構築した。本研究では富士川流域における降雨の流出特性の理解を深めるため、前報のモデルを用い流域降雨が新幹線桁下流量に与える影響を分析した。特に流域諸地点の降雨がどの位の時間経過で桁下流量に影響を与えるかという影響開始時間を予測することを目的とした。

2. 方法

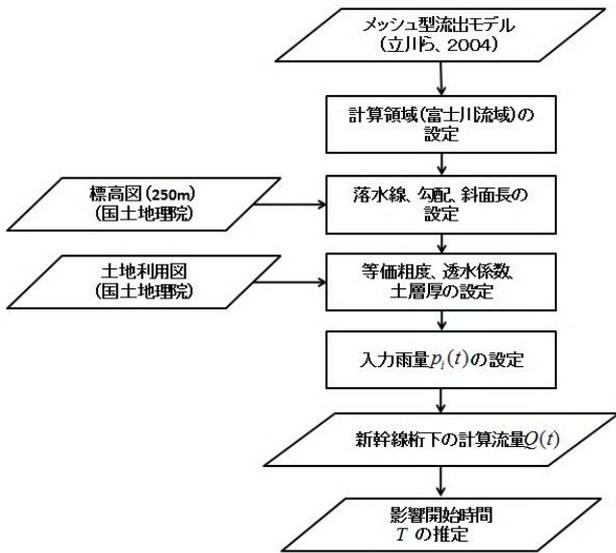


図1. 影響開始時間推定のフローチャート.

図1に影響開始時間推定のフローチャートを示す。京都大学大学院立川研究室にて作成されたメッシュ型流出モデルを基に²⁾、富士川流域を143×208の29744個の計算メッシュ(500mメッシュ)に分割した。次に国土地理院標高図、土地利用図を参照して、前報¹⁾によってモデル適合性が十分有意と検証された値を各パラメータに入力した。さらに、12×19の228メッシュ(5kmメッシュ)の雨量メッシュを図2のように設定し、仮想降雨量をそれぞれのメッシュに入力した。

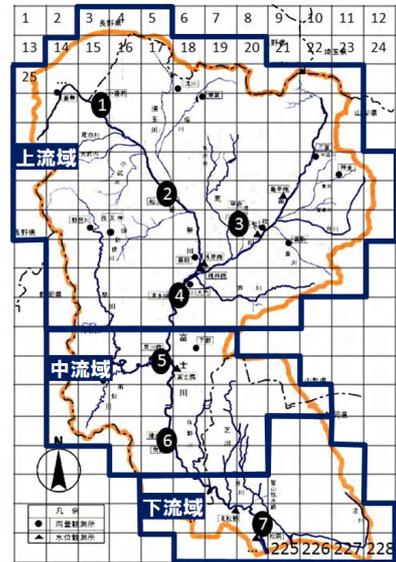


図2. 解析対象領域と降雨メッシュ。(丸数字は雨量計設置点.)

計算流量から新幹線桁下流量に影響を開始する時間は以下のモデルにより推定した。

$$T = \min(t \mid Q(t) > 0)$$

$$s.t. \begin{cases} p_i(t) = V & (i \in L) \\ p_i(t) = 0 & (i \notin L) \end{cases}, \quad \forall V > 0, 0 \leq i \leq 29744$$

但し、 T : 影響開始時間, t : 経過時間, $Q(t)$: 時刻 t における新幹線桁下流量, $p_i(t)$: 時刻 t におけるメッシュ番号 i の降雨量, V : 仮想雨量, i : 計算メッシュ番号, L : 降雨領域である。

以上のモデルから、まずオンライン河川情報システムで雨量を確認できる雨量計設置点7箇所(図2)からの影響開始時間を推定した。 $t = 0$ において雨量計設置点を含む降雨メッシュのみに一定量 \bar{V} の降雨が発生したと想定し、流量 $Q(t)$ に変化が現れるまでの時間を影響開始時間としてモデルにより計算した。

次にモデルにより求めた影響開始時間の妥当性を検証するため、平成21年10月8日から9日にかけて富士川流域に大雨をもたらした台風18号の影響について、モデルで推定した流量変化と実測流量の変化を比較した。図2で示す上流域・中流域・下流域に分割し、各々の代表点(④清水端, ⑥南部, ⑦松岡)の実測時雨量を各流域の全域的な一律の入力雨量 $p_i(t)$ として設定し、新幹線桁下とほぼ同流量で流量計測実績のある⑦松岡の流量変化をモデルにより推定し、実測による流量変化との比較を行った。

3. 結果と考察

3.1 影響開始時間の推定

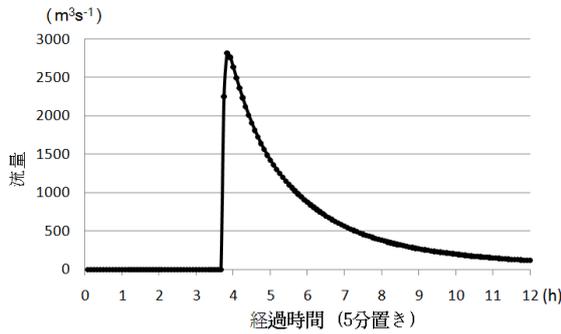


図3. 解析の一例。(切石, $L=150$, $\bar{V}=1000$.)

図3は解析の一例である。 $t=0$ において発生した降雨による急激な水位上昇が観測できる。このケースでは降雨開始から3時間40分後に急激な流量変化が見られ、この時間を影響開始時間として決定した。

表1. 各地点の降雨の影響開始時間。

流域	番号	地点名	L	影響開始時間
上流域	1	小淵沢	39	7:40
	2	韮崎	78	6:45
	3	甲府	101	6:45
	4	清水端	126	5:15
中流域	5	切石	150	3:40
	6	南部	186	2:20
下流域	7	松岡	224	0:10

表1は流域の雨量計設置点7箇所において、新幹線下流量に影響を与え始めるまでの時間をシミュレーションにより求めた結果である。この結果はオンラインで雨量が確認できるこれらの地点に大量の降雨があった場合において、新幹線下流量に影響を与えるまでの時間の参考値とすることにした。

3.2 影響開始時間推定の妥当性検証

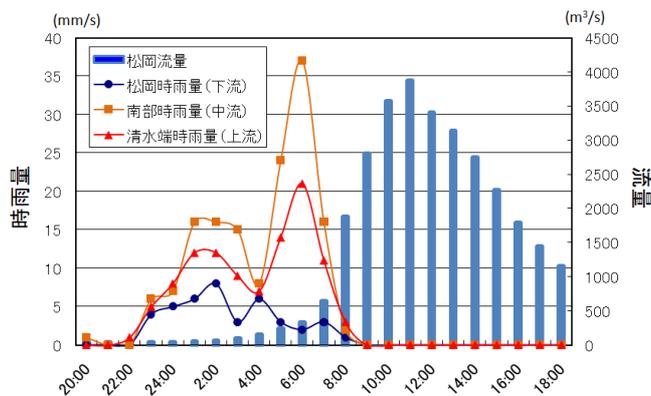


図4. 流域3地点の時雨量と松岡流量の関係。

図4は平成21年10月8日、9日における上・中・下流の代表3地点の降雨量と松岡流量を1時間ピッチで表したものである。降雨による流量の影響開始は概ね5時間遅れ(23時から4時)、ピーク時間は約5時間遅れ(6時から11時)で現れている。

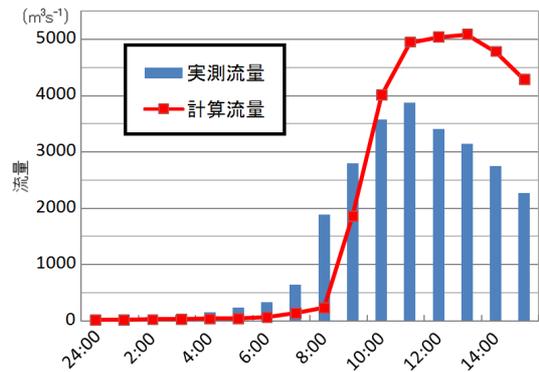


図5. 松岡における計算流量と実測流量の比較。

図5は図4に示した代表3地点の時雨量を各流域の入力雨量として計算した松岡地点の計算流量を、1時間ピッチで同地点の実測流量と比較したものである。影響開始時間は実測で4時、計算で5時となり1時間の遅れが見られる。またピーク時間帯はほぼ正確に再現できているが、流量が急変する時間帯では計算流量は実測流量に比べ遅れる傾向にある。これは、雨量の与え方を一律としている点や、既知としたパラメータにばらつきがある点が要因と考える。総じて、降雨量を3地点のみで代表させている割には、概ねの傾向や流量はとらえられていると言える。

またこの結果から、前節で検証した影響開始時間よりも、実際の新幹線下流量は早く降雨の影響を受けると予想される。ゆえに実務で表1の影響開始時間を参考とする場合、実際は予測より早く急激な流量変化が現れ始めることに留意する必要がある。

4. まとめ

本研究の成果は以下の2点である。

- ・富士川流域の代表7地点における降雨が新幹線下流量への影響を開始するまでの時間をメッシュ型流出モデルにより推定することができた。
- ・実測流量からの影響開始時間推定との比較を行い、実際に流量変化が現れる時間は計算による影響開始時間よりも早まることを確認した。

今後は精度向上のため、入力雨量の領域の細分化やパラメータの補正を行う。またさらなる精度向上のためには、次段階としてフィードバック手法の導入による随時補正の可能性も検討する必要がある。

謝辞: 本研究のベースとなるモデルを提供下さった京都大学大学院立川康人様、解析方法をご教示下さった安部様はじめ日本気象協会の方々に感謝します。

参考文献

- 1) 亀井千絵・石川達也・神田仁・丹後重明, メッシュ型流出モデルによる富士川の河川水位予測の可能性, 第60回土木学会年次学術講演会概要集, 第II部 2-007, pp.13-14, 2008.
- 2) 児島利治・饗馨・立川康人, 分布モデルを中心とする洪水流出解析手法の高度化に関する研究, 河川技術論文集, 第8巻, pp.437-442, 2002.