

8. 5 豪雨による吉田川氾濫初期の数値計算

東北大学大学院 学生員○佐藤 智

東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

一昨年に起こった台風8610号による吉田川の破堤氾濫は、この流域に甚大な被害を及ぼし、その記憶は未だに新しい。この洪水氾濫は氾濫水の長時間にわたる湛水による被害が大きかったことが一大特徴であり、その状況についてはさまざまな証言や記録がある。しかし、破堤から氾濫水が堤内地に広がる際の水深分布や流速分布については未だ不明な点が多い。この点は今後の治水対策や住民の避難対策にとって極めて重要なことである。本論文は、この点を明らかにすべく洪水氾濫の初期の状況を数値計算によって再現し、その妥当性及び問題点を検討する。

2. 氾濫の状況

吉田川流域では8月4日から8月5日にかけて流域平均総降雨量 300mmを越える雨量が観測され、吉田川は5日午前11時前後に左岸4箇所まで相次いで越水破堤を起こした。その中で本論文の計算対象領域内にあるのは粕川、下志田の2箇所である。また、破堤直後の水の動きについては証言は数少ないものの図-1に示した地点で表-1にあるような証言が得られた。

3. 計算方法

まず、数値シミュレーションモデルの支配方程式として、破堤初期の流れについては移流項が無視できないと考えられるので、その効果を含む浅水長波の式を用いた。さらに、基礎式を Leap-Frog法により差分化した。支配方程式中の摩擦項には等流近似のマニング則を用い、住宅地で $n=0.040$ 、農耕地で $n=0.025$ とした。計算対象領域は $3.5\text{km} \times 8.4\text{km}$ であり、50m格子に等分割した。また時間間隔は3秒とし、8月5日の11時より12時まで 1時間にわたって計算を行った。境界条件としては、まず破堤地点では破堤時刻になると瞬間的に破堤するものと仮定し、その後は本間の越流公式によって得られた流量を与えた。なお、上公式の使用にあたり破堤地点での河川水位が必要になるが、それは上流側と下流側の水位観測地点のデータを補間して求めた。

4. 結果

図-2～図-6はそれぞれ各時刻ごとの水深分布と流速分布の図である。図-2、3に11時15分、すなわち粕川地点破堤5分後、下志田地点破堤時の水深分布と流速分布を、図-4に11時30分の流速分布、図-5、6に12時00分の水深分布と流速分布を示した。図-4に見られるように粕川地点は下志田地点よりも水の勢いが強く、粕川地点での氾濫水は主に上流側に向かって流れ、下志田地点での氾濫水は主に下流に向かって流れている。図-5では吉田川、鶴田川をはさむ地域全体にわたって浸水している様子がうかがえる。これらの状況は定性的ではあるが、証言の傾向とほぼ一致している。さらに、この時点になると図-6に見られるように粕川地点より上流側の流速は弱まり、水位はほぼ一定となっている。また、表-1の地点の水深の時間的な変化を示したものが図-7である。point1では一時的な水深の下降がみられるが、これはこの地点が比較的破堤地点に近いために破堤後に一時的に湛水したものの、その後水の流れが上流に向かったために水深が下降したものと考えられる。また、point6の水深上昇速度が他地点に比べてかなり緩やかであるのは破堤地点から比較的距離があるためと考えられる。洪水到達時刻に関しては、表-1と比較してみるとpoint1～4で計算の方が早くなるという結果となった。この原因としては領域中にある道路や水田のあぜ等の効果を表現していないためと考えられる。もっとも、証言の時間も10分単位でしか得られず、あまり詳細な論議に耐えうるものではない。この効果は特に洪水到達時刻に顕著な差を生じさせると考えられるので、これらの点については今後の更なる検討が必要であると思われる。

5. おわりに

今回おこなった数値計算は、さまざまな仮定を導入して行ったものであり、破堤地点での外水位の精度や堤内地の摩擦係数の問題、更には計算初期の内水の影響や道路、あぜの効果等は今後の研究によって明らかにする必要がある。しかし、今回の計算でも定性的には十分再現できると思われる。

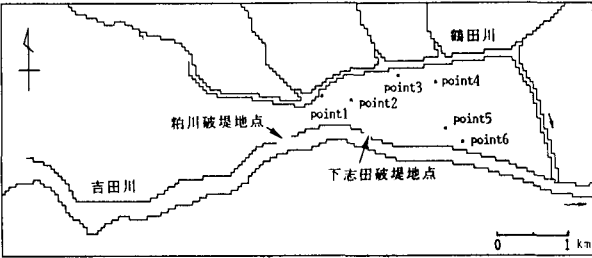


図-1 計算領域

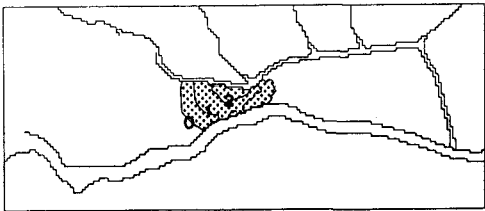


図-2 水深分布図(11時15分)

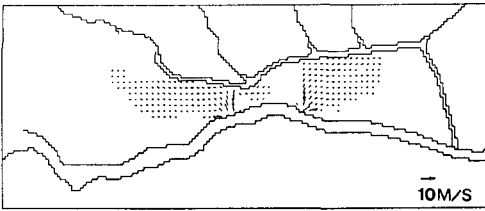


図-4 流速分布図(11時30分)

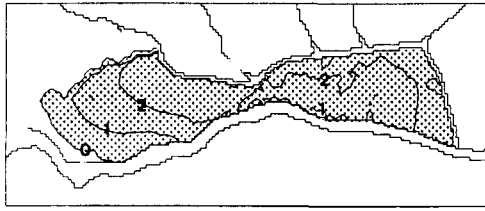


図-5 水深分布図(12時00分)

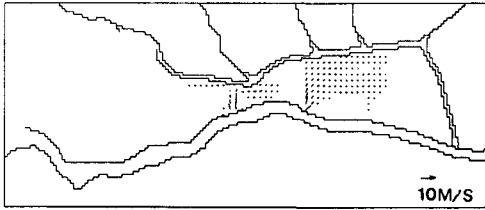


図-6 流速分布図(12時00分)

表-1 計算と対応できるデータ

地点	時間	証 言
point1	11時30分	玄関で40cm
point2	11時30分	まだ水は来ない
point3	11時30分	まだ水は来ない
point4	12時00分	家の庭に水が来る
point5	11時30分	水田で50～60cm
point6	11時45分	水が来る

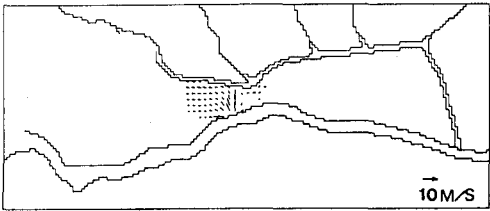


図-3 流速分布図(11時15分)

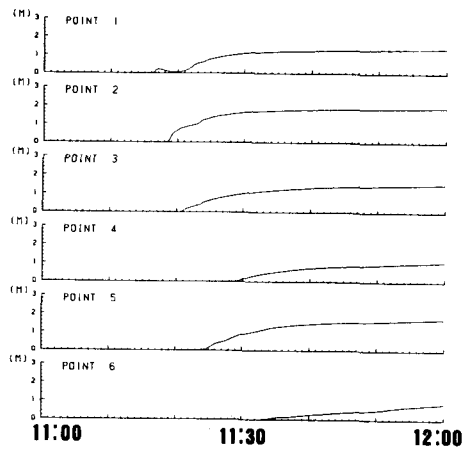


図-7 水位時間変化