

II-294 長良川氾濫の数値シミュレーション

岐阜大学

学生員 棚瀬 和重

正会員 田中 祐一朗

1. 研究目的 河川災害において最も大規模な被害が発生するのは洪水氾濫である。河川堤防等の整備がかなり進んだ現代でさえ、毎年各地で台風等を原因とする洪水氾濫が発生している。また近年の都市域での人口増加にともない、従来災害の危険性が比較的高いとされてきた低平地や河川中流域の扇状地、さらには山麓付近まで宅地化が進み、その安全性の確保が課題となっている。

これまでの洪水氾濫に対する対策は、氾濫事態を未然に防ぐと言うことを主眼に置き、治水事業等ハード面での対策が主流であった。しかし、新たに堤防のかさ上げを行うような工事は、特に都市域ではその土地を確保するのが難しく、ハード面での対策には限界が見えてきている。

そこで、最近はそれと共に、氾濫危険区域の設定、避難システムの確立等、万一氾濫が起こったとしてもその被害を最小限に食い止めるようなソフト面での対策や手段が重要視されるようになってきた。そのためにはまず、洪水氾濫水の挙動を明らかにすることが第一であり、近年は様々な氾濫解析手法が提案されている。本研究はこの手法の1つを昭和51年9月の長良川水害の事例に適用し、数値モデルの輪中地帯という複雑な地形への妥当性を検討するものである。

2. 方法 洪水氾濫水の解析については、本研究では流体の運動方程式と連続式を差分化することにより氾濫水の挙動を明らかにする方法を用いる¹⁾。具体的には、2次元平面流れに関する方程式系を差分化し、対象とする地形条件と河川状況を考慮しつつ直接数値解析するという水理学的手法により氾濫水の挙動を評価しようとするものである。

まず、 $x-y$ 平面を水平面にとり(水平面東向きに x 軸、北向きに y 軸をとる)、鉛直上向きに z 軸をとる。水平粘性を無視し、鉛直方向に関して重力と圧力項が卓越するとした場合の運動方程式と連続式を、図1の記号を用いて z 軸方向に地面 $z = \eta_b$ から自由水面 $z = \eta$ まで積分すると、基本となる方程式系は次のようになる。

x 方向の運動方程式

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u_0 N) + \frac{\partial}{\partial y}(v_0 N) = -g h \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{bx}}{\rho}$$

y 方向の運動方程式

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u_0 M) + \frac{\partial}{\partial y}(v_0 M) = -g h \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{by}}{\rho}$$

連続式

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

せん断応力

$$\tau_{bx}/\rho = \frac{g n^2 u_0 \sqrt{u_0^2 + v_0^2}}{h^{1/3}}, \quad \tau_{by}/\rho = \frac{g n^2 v_0 \sqrt{u_0^2 + v_0^2}}{h^{1/3}}$$

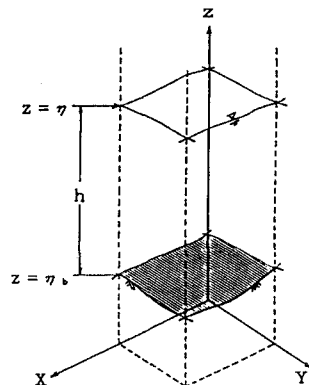


図1 座標系の模式図

ここで、 M 、 N ： x 軸、 y 軸方向の単位幅流量、 u_0 、 v_0 ： x 軸、 y 軸方向の断面平均流速、 H ：水位、 h ：水深、 τ_{bx} 、 τ_{by} ： x 軸、 y 軸方向の底面におけるせん断応力、 ρ ：流体の密度、 g ：重力加速度である。

これらの方程式系を差分化し、氾濫水の挙動を数値解析によって求める。これには多量の計算を必要とす

るので、大学内の大型電算機によって解析する。

3. 結果、考察 数値シミュレーションの結果と実際の氾濫との比較の為、後者の例として昭和51年9月12日に長良川右岸で起こった長良川安八、墨俣水害のデータを用いた。実際の氾濫において、午前10:30に決壊し流入した氾濫水は図2に示すように、まず旧森部輪中地区を湛水させ、その後南北に湛水域を広げていったことがその後の現地調査により明らかになっている²⁾。よって、数値解析の結果もこれらのような複雑な挙動をどれだけ再現できるかが課題となる。図3に計算に用いた地形の等高線図、図4に破堤から5時間分のシミュレーションの結果を示す。計算時間短縮のため、格子サイズ $\Delta x = \Delta y = 250\text{ m}$ 、時間間隔 $\Delta t = 10\text{ 秒}$ で数値解析を行った。シミュレーションの結果においても氾濫水の挙動自体についてはかなりよく現実と一致していると思われる。しかし、氾濫水の広がる速さ等細部には現実と異なる部分があり、Manningの粗度係数や輪中堤の取り扱い等さらに検討を必要とする問題も多い。今後はこれらの問題を踏まえつつ、他の事例についても適用する予定である。

（参考文献）

- 1) 中川 一：洪水および土砂氾濫災害の危険度評価に関する研究、1989
- 2) 田中 祐一朗他：昭和51年17号台風による長良川の破堤と氾濫に関する一考察、舞鶴高専紀要第13号別刷、1978

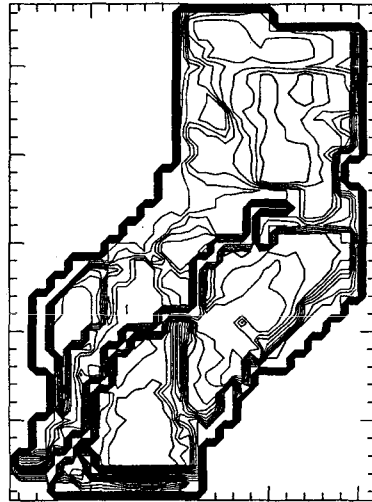


図3 使用した地形データ

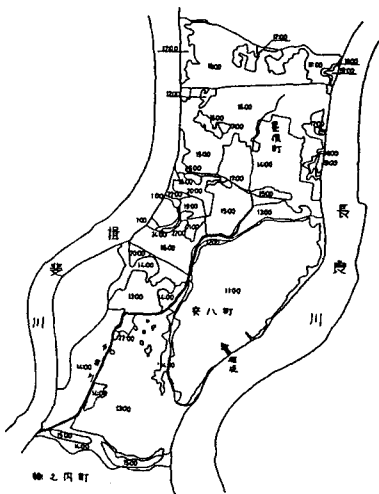


図2 実際の氾濫の状況

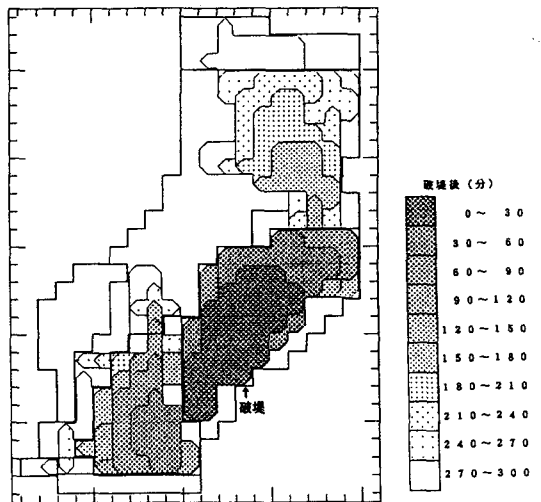


図4 シミュレーションの結果