

建設省土木研究所 正会員 ○ 桐生 祝男

山本 晃一

末次 忠司

1. 緒言

過去10年間の原因別被害被害額を見ても、内水(45%)、溢水(42%)、破堤(13%)の順になっており、内水被害の拡大化が伺えるが、破堤に対処する為の治水対策の重要性は少しも減っていない。

昨今の洪水災害は、河道改修事業の進捗にも拘らず、「都市化の進展⇒不浸透域の増大⇒流出量の増大」といったプロセスにより、新たな形態となって蒸起している一方、都市化と流出増という関係は、被害の面から見た氾濫による被害の集中化と表裏一体の関係となっている。こうした被害形態は、土地の高度利用に起因しており洪水被害を減少させる為にも、また、被害に強い地域づくりの為にも、合理的な土地利用を目標とせなければならぬ。防災の観点から土地利用の適正化を図る場合、氾濫域も想定する必要がある。その手法は大きく分けて、①氾濫シミュレーション、②航空写真測量、③水理模型実験の3通りであるが、本研究ではそのうちの①、②の手法の比較・検討をする為、シミュレーションの現地への適用を行った。

2. 氾濫シミュレーション

1) シミュレーション・モデル

氾濫シミュレーション・モデルには、①一次元モデル(貯留型、流下型)、②平面タンクモデル(開水路型、管路型)、③三次元モデルの3通りがある。今回対象としたB川流域(図-1)は、地形勾配1/3000程度の緩勾配流域であるが、旧河道・自然堤防・市街地などが複雑に交錯した地形特性を呈している為、一連の地形特性を反映でき、かつ、氾濫流の平面的な拡がりを見渡せる開水路型平面タンクモデルを採用した(図-2参照)。

平面タンクモデルとは、地形特性を氾濫原に数値化したタンクによって表現し、かつ、二次元的な氾濫水の挙動を一次元的なタンク間の疎通により、擬似表現する手法である。氾濫原は、既往の氾濫状況・地形特性・幹線道路によってタンクに分割し、地形特性等によりタンクの境界条件を下記の様に分類する(図-3、4参照)。

$$\langle \text{連続式} \rangle \quad F \frac{dh}{dt} = \sum Q_i + Q_{in}$$

<運動式>

境界特性		運動方程式
直接結合		$\frac{1}{g} \frac{dQ}{dt} + \frac{dH}{dx} + \frac{n^2 Q Q }{h^{5/3}} = 0$
越流堤	完全越流	$Q = \mu B h_u \sqrt{2gh_u}$
	もぐり堰	$Q = \mu' B h_d \sqrt{2g(h_u - h_d)}$
水路		$Q = \frac{1}{n} B h^{5/3} i^{1/2}$
締め切		$Q = 0$

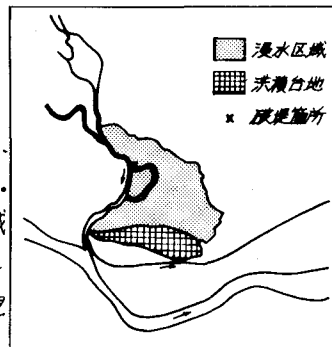


図-1. B川流域概要

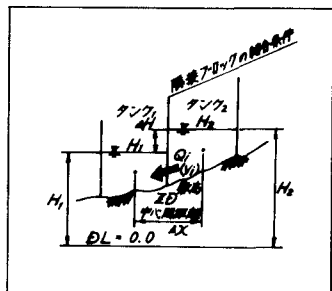


図-2. モデル概念図

ここに、 F :タンク面積、 Q_i :タンク間流量、 Q_{in} :横流入量、 h_u :上流水深、 h_d :下流水深である。

2) ケース・スタディ

氾濫の再現対象は、洪水浪跡・開込み等による場合もあるが、今回は破堤10ヵ後の浸水深を再現対象とした。

使用した諸係数は、越水係数 $\mu = 0.3$ 、氾濫原粗度係数 $\eta' = 0.3$ 、河床粗度係数 $\eta = 0.045$ とした。以上の条件のもとで、シミュレーションを行った結果が図-5（破堤10日後）に示されている。

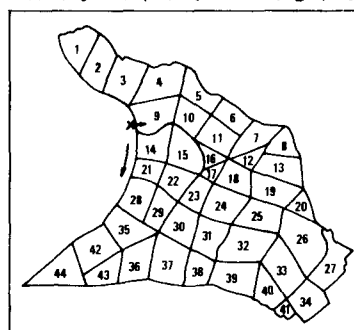


図-3. タンク分割図

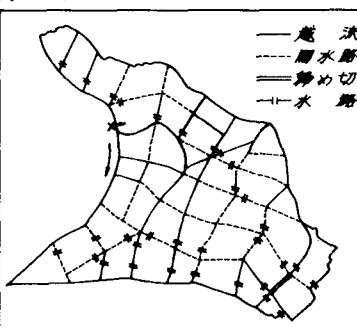


図-4. タンク境界特性

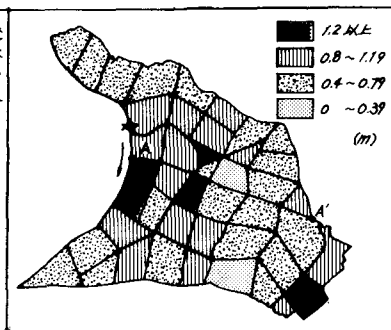


図-5. シミュレーション結果

3. 洪水汎航測分析

1) 航空写真測量

航空写真測量は、190年代の気球による撮影に始まり、近年洪水汎航測にも応用されてきている。この手法の原理は、連続写真を重ね合わせることによって生じる異常変位の視差差を図化機を用いて求め、カメロン効果より、水位・流速に換算するものである。

2) ケース・スタディ

氾濫シミュレーションと同様に、B川流域を対象として行った航測分析の結果が図-6（破堤10日後）に示されている。

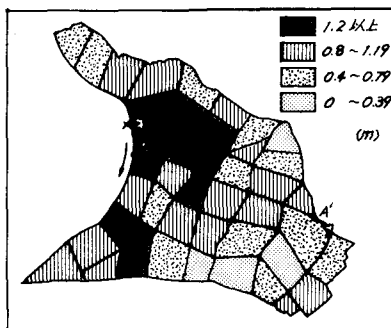


図-6. 航空写真分析の結果

4. 再現手法の比較・検討

1) 計算結果の考察

両手法による浸水深を図-5、6より比較すると、次の様な相違点が見受けられる。

- ①シミュレーション結果の方が、氾濫水の挙動が早い。
- ②シミュレーション結果の方が、周辺部の浸水深が大きい。（タンク16, 27, 34）
- ③湛水状況が異なっている。

各々の相違点の理由は、以下に示す通りである。

- ①タンクの湛水深が小さい場合に、不定式式の抵抗項が大きな値となり、氾濫流速を過大にしたため。
- ②計算流域外に仮想タンクを設けて強制排水させたが、依然、貯留効果が大きいため。
- ③破堤点付近のA-A上の灌木群を計算条件に加味していなかったため。

2) 手法の比較・検討

考察より判ることは、氾濫シミュレーションでは諸係数の同定、直接結合における抵抗項の取り扱いなどにより、流域の地形情報を詳細に組み込む必要がある。一方、航測による分析は、マクロな氾濫状況は把握できるが、洪水予測や悪天候時における飛行の難しさに加えて、カメロン効果による水位の変換には、かなりの誤差を伴うなどの問題点を有している。従って、今後の課題として、①タンク間流量を算定する運動方程式を吟味する。②種々の地形情報をシステムティックに整理する。③シミュレーション結果を微地形情報で修正する手法の開発を行う。以上3項目を検討すれば、計算精度の向上が図られ、実際に即した氾濫形態（洪水危険区域）が想定でき、合理的な土地利用へ誘導することが可能となるであろう。

〈参考文献〉 末次忠司、他：「氾濫シミュレーション」、土木研究所資料 第1922号、1983、2

木下良作、他：「航空写真による洪水汎の観測」、土木技術資料17-6、1975