

建設省土木研究所 正会員 ○ 桐生 紀男

山本 晃一

末次 忠司

1. 緒言

近年都市域においては、治水施設の整備より速いスピードで河川沿川への人口・産業・資産の集積が起きている。従って、超過洪水のように一旦破堤させる規模の洪水が発生した場合、都市域における水害被害は莫大なものになることが予想される。こうしたタメーシ・ポテンシャルの増大に対処するためには、治水施設の整備は勿論のこと、流域住民が水害履歴まで含めた土地条件を知っていなければならない。そのために氾濫予想マップを流布することの必要性は論を待たないと思われる。

本研究は氾濫予想マップを作成する場合の、①氾濫形態の予測、②氾濫特性に適合したシミュレーションモデルの選定について記述したものである。

2. 氾濫形態の実態

2.1. 氾濫形態の分類

既存の水害資料や航空写真により、(外水)氾濫形態を分類すれば、氾濫流路が一定でない流路不定型と一定の流路固定型に大別できる。更に平地面積の大小や氾濫原内の遮蔽物により、前者は拡散型・野留型に、後者は直進型・沿川流下型の4特性に分類できる(図-1参照)。

実際の氾濫形態はこれらの氾濫特性が組み合わさったものであり、マトリックス表示すると表-1のようになる。22事例のうち、17事例が単一の氾濫特性で、5事例が複数の氾濫特性で表示される。

2.2. 氾濫特性と地形特性

分類された4つの氾濫特性を氾濫現象が発生した流域の地形特性と対応させて考え

れば、表-2のようになる。概して言えば、デルタや後背湿地の緩勾配流域では流路不定型で、その他の地形特性の流域では流路固定型により氾濫流が流下することが分る。

3. 地形特性に対応した氾濫モデル

氾濫特性に対応する地形特性が分ったが、次にその地形特性に対応する氾濫シミュレーションモデルを考える

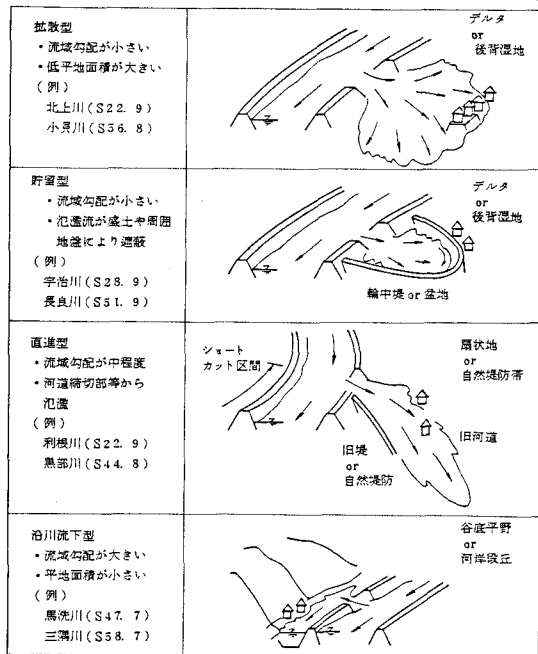


図-1. 氾濫特性の特徴

表-1. 氾濫特性による氾濫形態の表示

	野留型	拡散型	沿川流下型	直進型
野留型	宇治川(S28) 石狩川(S50) 本曾川(S34) 長良川(S51) 加治川(S42) 樽川(S57)	-	-	-
拡散型	白川(S28) 巴川(S49)	太田川(S18) 北上川(S22) 小貝川(S56)	-	-
沿川流下型	猪名川(S47)	-	本明川(S32) 多摩川(S49) 天竜川(S36) 中島川(S57) 馬洗川(S47) 三溝川(S58)	-
直進型	-	新潟荒川(S42)	-	利根川(S22) 黒部川(S44)

(注) 拡散・沿川流下・野留型 …… 狩野川(S33)

事にする。ここでは最も単純な地形特性として、河道接線(x)方向はレベルで、河道法線(y)方向のみに勾配を持たせた一次元勾配の二次元モデル流域を考える。氾濫モデルはその適用性が未だ明確でない二次元モデルについて検討を行った。一次元モデルについてもその考え方が応用できるものと考えられる。

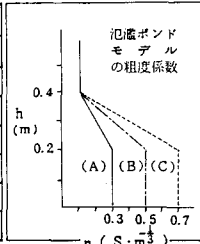
表-2. 地形特性と氾濫特性

氾濫特性	地形特性	デルタ	後背湿地	自然堤防	谷底平野	扇状地
流路不定型	貯留型	○	○		△	
	拡散型	○	○			○
流路固定型	沿川流下型				○	△
	直進型			○		○

注) △印は、閉鎖性流域における地形特性

表-3. 計算ケース一覧表

氾濫原勾配	粗度係数	モデル		
		氾濫ポンドモデル	越流ポンドモデル	二次元モデル
1/300	(B)	①	⑦	⑪
1/1000	(B)	②	⑧	⑫
1/3000	(A)	③		
	(B)	④	⑨	⑬
	(C)	⑤		
1/10,000	(B)	⑥	⑩	⑭



計算ケースは表-3の通りである。外力条件は $Q=500\text{ m}^3/\text{s}$ (定常)を与え、メッシュは $500 \times 500\text{ m}$ の矩形メッシュとした。なお、モデル定数は計算事例の77氾濫ポンドモデル(粗度条件B)の氾濫伝播速度に合致するように設定した。

3.1. 氾濫モデルの感度分析

二次元不定流モデルは慣性項を考慮し、かつ慣性項に相乗効果を持たせているために流況が三次元的である。一方越流ポンドモデルの氾濫状況は他のモデルとは明らかに異なっている。これは越流ポンドモデルにおける抵抗則が、水深 h に関係なく水位差 ΔH のみによって規定されているために氾濫水前線の堰上げ効果(貯留効果)が表現できなかったものである(図-2)。

3.2. 氾濫原勾配から見たモデルの適用性

次に二次元不定流モデル

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial(uN)}{\partial x} + \frac{\partial(vN)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} \quad (y\text{方向})$$

加速度項 慣性項(x) 慣性項(y) 水面勾配項 抵抗項... (1)

ただし、 $N = \rho h$ である。

を用いて氾濫原勾配が各項に及ぼす影響を調べ。

慣性項・加速度項は氾濫水前線部で最大値をとるが、図-3から分かる様に、慣性項の最大値は各場所・勾配においても小さく無視できる。一方加速度項の最大値は、 $\Delta t = 5$ 秒の場合は無視できるが、 $\Delta t = 30$ 秒の場合は抵抗項の定常値に匹敵する値となっている。

4. まとめ

- 1) 氾濫形態は4つの氾濫特性の組み合わせで表現できる。
- 2) 慣性項を無視したモデル(氾濫ポンドモデルや越流ポンドモデル)では、避難・誘導に有益な横断方向の浸水深分布は的確に表現できないが、縦断方向の浸水深には慣性項はあまり大きな影響を及ぼさない。
- 3) 加速度項は Δt を長くとした場合、少なくとも $\Delta t \leq 1/1,000$ の場合には無視できなくなる。

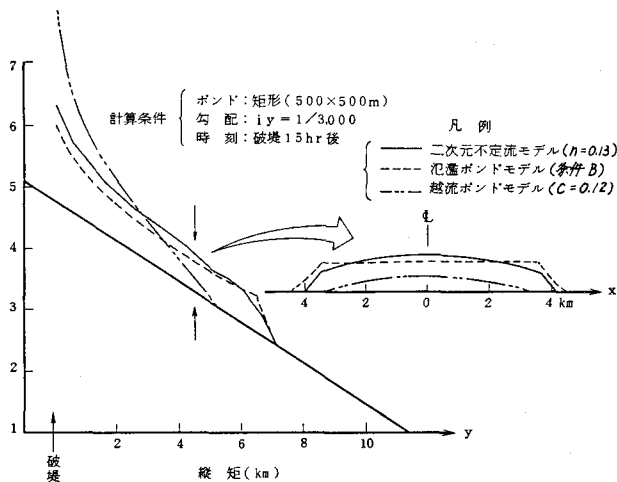


図-2. 氾濫モデルによる氾濫状況の違い

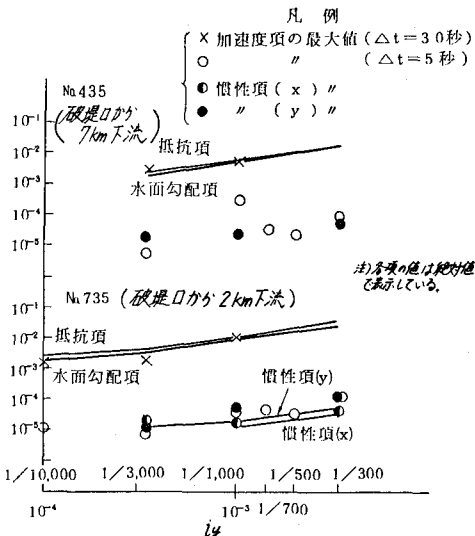


図-3. 不定流式中の各項の比較(y方向)