

II-9

氾濫シミュレーションによる地域の洪水被害額の評価

京都大学防災研究所 正員 中川 一

京都大学防災研究所 正員 高橋 保

1. はじめに 地域の洪水災害危険度を評価する場合、堤内地の地形や家屋の分布状態および河道の弯曲等の地形条件を詳細に考慮した氾濫解析を行い、それから得られる情報を用いて被害評価モデルにより被害を定量的に評価するという方法が考えられる。ここでは氾濫計算から得られる水深、流速の値と家屋の被害率との関係を用いた一般家屋の被害額の評価法を提示するとともに、その有用性を流域の開発による災害ポテンシャルの増大および洪水氾濫時の堤防決壊口の締切りの効果の評価問題へ適用して示す。

2. 基礎式 計算に用いた基礎式は、以下に示す二次元平面流れに関する運動量式と連続式である。

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(uM) + \frac{\partial}{\partial y}(vM) = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} \quad \dots\dots(1)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(uN) + \frac{\partial}{\partial y}(vN) = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho} \quad \dots\dots(2)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad \dots\dots(3) \quad \tau_{bx}/\rho = \frac{gn^2u\sqrt{u^2+v^2}}{h^{1/3}}, \quad \tau_{by}/\rho = \frac{gn^2v\sqrt{u^2+v^2}}{h^{1/3}} \quad \dots\dots(4)$$

ここに、MおよびN;それぞれXおよびY方向について $M=uh$, $N=vh$ と定義した流量flux, uおよびv;それぞれXおよびY方向の流速成分, h;水深, H;水位($H=h+Z_b$, Z_b ;地盤高), ρ ;水の密度, g;重力加速度, n;Manningの粗度係数である。

3. 氾濫計算 計算領域は、図1に示すように、木津川および宇治川で囲まれた京都盆地南部地域で、旧巨椋池の集水域である。同図には、一格子($\Delta X=\Delta Y=125m$)内に占める家屋面積の割合で表わした家屋密度の分布および過去に破堤があった地点に設けた仮想破堤メッシュP1~P4が示されている。計算条件は表1に示すように堤体が瞬時に堤内内地盤高と同じになる場合とそれに15分間要する場合、破堤点異なる場合、堤内地の家屋密度分布に土地開発が進行する以前の1965年当時のものとそれがかかなり進行した1983年のものを用いる場合および破堤開始2.5時間後に決壊口を締め切る場合の計13通りについて計算を行った。計算に用いた木津川および宇治川の流入境界でのハイドログラフ

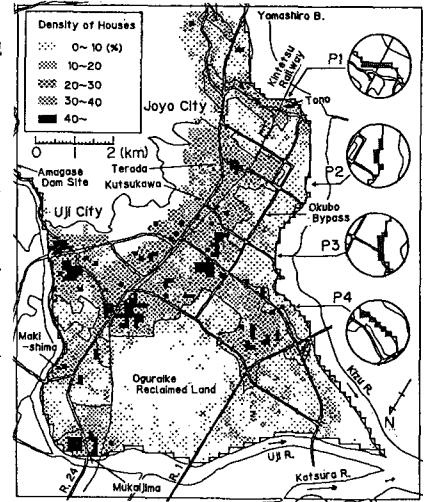


図1

表1

CASE	破堤条件	破堤点	対象年
CASE-A	瞬間破堤	P1	1983
-A	15分破堤	P1	1983
B	瞬間破堤	P2	1983
-B	15分破堤	P2	1983
C	瞬間破堤	P3	1983
-C	15分破堤	P3	1983
D	瞬間破堤	P4	1983
-D	15分破堤	P4	1983
E	瞬間破堤	P1	1965
-E	瞬間破堤	P2	1965
F	瞬間破堤	P3	1965
-F	瞬間破堤	P4	1965
G	瞬間破堤	P1	1965
-G	瞬間破堤	P2	1965
H	瞬間破堤	P3	1965
-H	瞬間破堤	P4	1965
I	瞬間破堤	P1	1983
-I	瞬間破堤	P1	1983

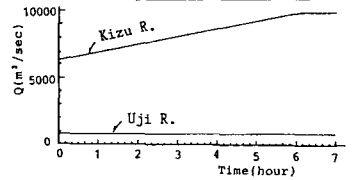


図2

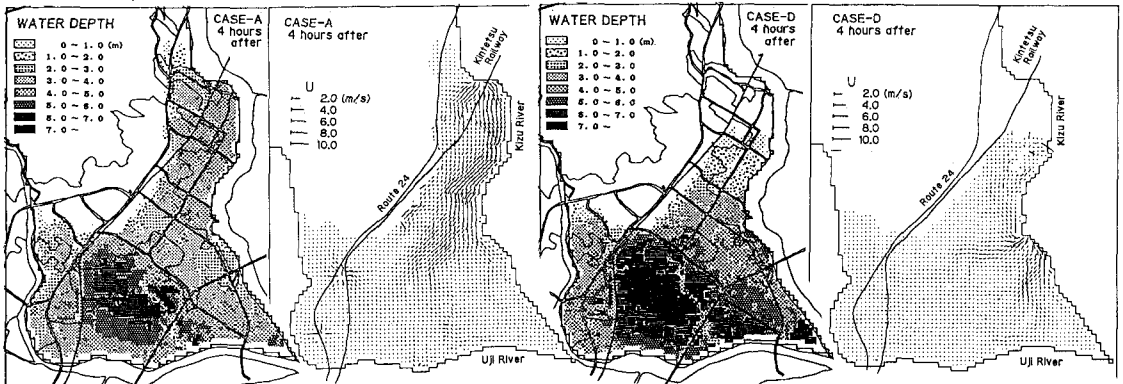


図3(a)

(b)

図4(a)

(b)

を図2に示す。なお、氾濫水の流動に対する格子内家屋群の影響を考慮するため、前報と同様¹⁾、通過率による流量fluxの補正を行っている。図3(a)(b)にCASE-Aの破堤4時間後の水深および流速の分布を、図4(a)(b)にCASE-Dのそれらを示す。この時点で、CASE-Dでは水深が7mを越す部分も多く見られ、旧巨椋池を再現している。流速に関しては、CASE-Aでは地盤勾配のため、破堤口付近から巨椋池に流入するまでかなり速い流速が出ているが、一方CASE-Dでは破堤口近傍以外では、巨椋池での湛水により、流速は急に小さくなっている。

4. 被害額の評価 表2は治水経済調査要綱²⁾に記載されている一般家屋の浸水被害率を示したものである。各グループは、地盤勾配で区分されており、Manningの粗度係数を0.04としたとき、被害率は流速と水深との関係で図5のように整理できる。この図から、同一水深でも流速が遅いほど被害率が高くなる領域がでる、という矛盾が生じることがわかる。そこで、ここでは図6のようにこれを仮に修正して計算することにする。

いま、 (i, j) メッシュの被害率を $r_{i,j}$ 、家屋面積を $\beta_{i,j}$ と置き、被害額指標 $E_{i,j}$ を $E_{i,j} = r_{i,j} \times \beta_{i,j}$ (5)

とした時のCASE-AおよびCASE-Dにおけるこの分布を図7(a)(b)に示す。なお、被害率には洪水氾濫中取り得た最大の値を用いている。CASE-Aでは破堤点から鉄道線沿いに大きなEの値をとっているが、これは鉄道沿線で宅地化が進行してきたこととも対応している。一方、この時点ではCASE-Dでは標高が高いP1破堤点まで氾濫水が到達しておらず、Eの値はゼロとなっているが巨椋池周辺でその分大きくなっていることがわかる。被害額指標の全メッシュにわたる総和 E_T は $\sum_i \sum_j r_{i,j} \beta_{i,j}$ で求まる。図8は各ケースについて、 E_T の時間変化を示したものである。同図より、瞬間破堤の場合どの破堤点をとっても破堤後4時間程度まで急激に E_T の値が増加しており、1965年当時の家屋密度の分布を用いた結果と比較すると、その3倍以上になっており、災害ポテンシャルがかなり増大していることが知れる。 E_T を被害額Cとして知るためには、一家屋の評価額 C_0 とそれが占める面積Aとから

$C = E_T (\Delta X \Delta Y) C_0 / A$ で求まる。いま、 $A=70m^2$ 、 $C_0=700万円$ とすると被害額は2000億円程度と見積られ、破堤2.5時間後の破堤点の締め切りによる被害額の減少効果は、160億円程度と推定される。

5. おわりに 氾濫計算による被害額の評価法の有用性が示されたが、メッシュデータを整備することにより、農作物被害、営業停止による被害等も評価でき、土砂の堆積による被害等を考慮することにより、さらに詳細な被害見積りが可能となろう。
＜参考文献＞1)中川・高橋・西崎：第41回年講概要集 2)建設省河川局河川計画課：治水経済調査要綱

表2

水深	床下	床上(m)					
		0.0-0.5	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	3.0-	
家	グループA	0.03	0.053	0.072	0.109	0.152	0.220
屋	グループB	0.03	0.083	0.126	0.177	0.266	0.344
	グループC	0.03	0.124	0.210	0.308	0.439	0.572
グループA 地盤勾配<0.001		*) 床上水深が2.0m以上の場合、全棟数の45%は被害率を1.0とする					
グループB 0.001(地盤勾配<0.002							
グループC 地盤勾配>0.002							

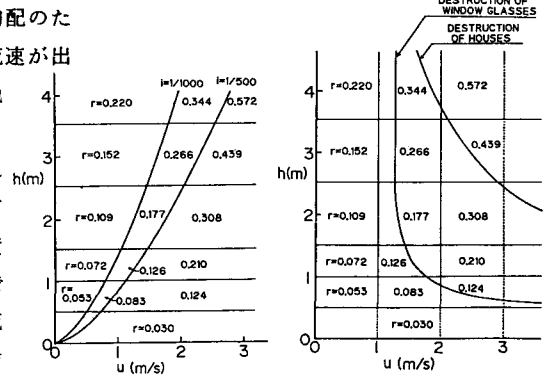


図5

図6

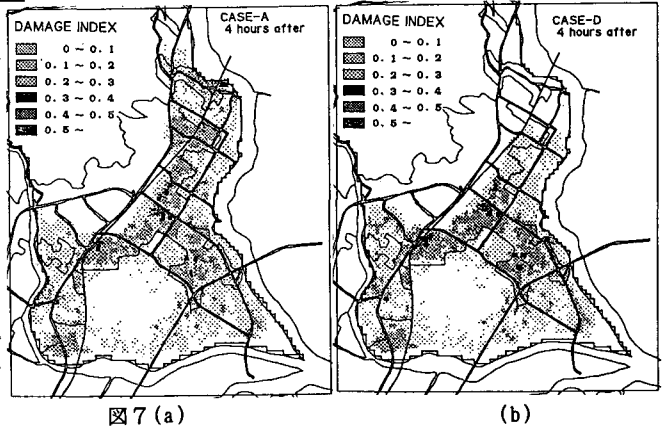


図7(a)

(b)

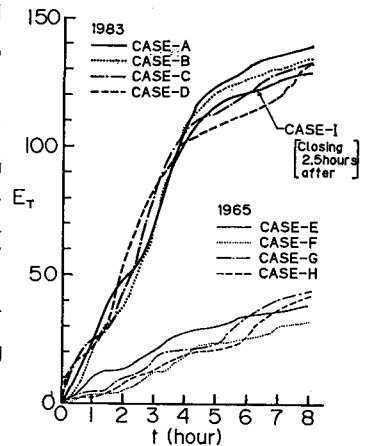


図8