

京都大学防災研究所 正員 ○早瀬吉雄
" " " 角屋 睦

1. まえがき これまで低平水田地帯の雨水流出現象を不定流モデルで再現する場合、流域を実用上2次の河道網糸としてモデル化できること、氾濫甚水が大きく非定常性が弱い場合にはさらに流域モデルを単純化できること、さらに流れを不等流的に扱うこともできることを明らかにしてきた。ここではさらに数理モデルを単純化してタンクモデルを検討した結果について述べる。

2. タンクモデルと計算法 主河道をいくつかの区間に分割し各区間を1個のタンクとする。水田はこれまでも同様貯水池として扱うと、水路、水田のタンクの流れは次式で表わされる。

$$S \frac{H^{n+1} - H^n}{\Delta t} = \frac{DQ^{n+1} + DQ^n}{2} + W_e \cdot S \quad (1)$$

水路タンク間の流量は次式で表わされる。

$$Q = - \frac{(A_1 R_1^{2/3} + A_2 R_2^{2/3})}{2N \sqrt{\Delta X}} \frac{H_2 - H_1}{\sqrt{|H_2 - H_1|}} \quad (2)$$

水田タンクからの流れはセキの公式を用いる。

$$\left. \begin{aligned} \text{完全越流出} \quad Q &= -CB_s h_s \sqrt{2gh_s} \\ \text{着り越流出} \quad Q &= -26CB_s h \sqrt{2g(h_s - h)} \\ \text{着り越流入} \quad Q &= 26CB_s h_s \sqrt{2g(h - h_s)} \\ \text{完全越流入} \quad Q &= CB_s h \sqrt{2gh} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

ここでD: 接続行列, H: 水位, Q: 流量ベクトル, S: 貯留面積, W_e : 降雨ベクトル, H_1, H_2 : タンク1, 2の水位, ΔX : タンク1, 2間の仮想距離, A: 河道断面, R: 全深, N: 粗度係数, B_s : セキ幅, C: 越流係数, h_s, h : セキ頂から測った水田, 水路タンクの水位。

(1) 式に(2), (3) 式を代入した式は非線形であるからNewton-Raphson法を用いる。なお不定流モデルの計算法については前報に述べている。

3. 適用結果と考察 京都市南部の巨椋低平地流域内の4.3 km²を対象とする。この解析領域には図1に示すように古川の余水吐の越流水や地区外の住宅地, 畑地, 水田の流出水が Q_a, Q_b, Q_c, Q_d の各地点に流入し, この地区の氾濫を大きくしている。地区内の最低田面は9.9mで, 水位・面積の関係を図4に実線で示す。不定流モデルの水路-水田blockを図1に示す。図2に水路8個, 水田6個のタンクを考えたタンクモデル1を示す。図3に水路4個, 水田4個のタンクにまとめたタンクモデル2を示す。幹線水路の上下流端を表わす水路タンクには境界条件として実測水位を与える。これらタンクモデルの水位・面積の関係を図4に示す。水田タンクの欠口幅は, 単位区画1500m²のそれを25cmとし, その面積倍とする。ここでは, 氾濫を生じた昭和47年7月, 9月の洪水について解析を行う。

(1) 昭和47年7月洪水: 総雨量340mmで図4に示すように大氾濫を生じた。不定流モデルの解析結果は前報で詳述した。図5, 6

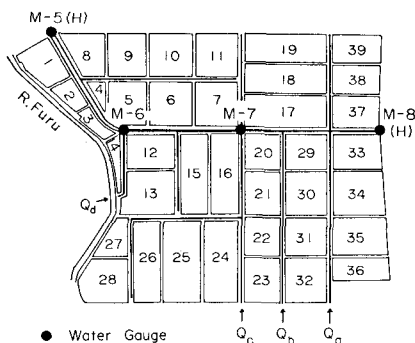


図1 不定流モデルのblock図

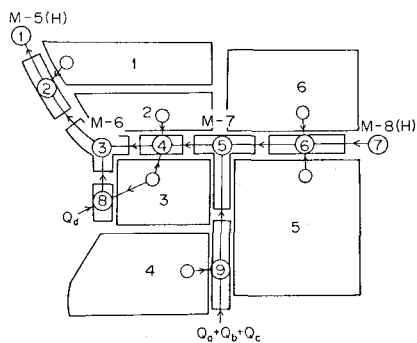


図2 タンクモデル1

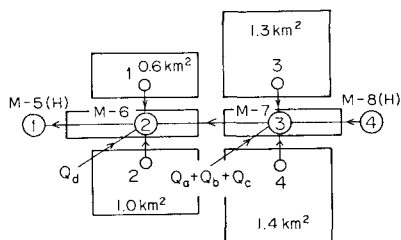


図3 タンクモデル2

は、M-7地奥の水位、M-5地奥の流量とを比較したものであるが、タンクモデル1, 2による解はピーク付近において水位が実測値に、流量は不定流モデルの解に一致しているが、水位標高が10.5m以下のときは水位、流量とも差が大きくなる。

(2) 昭和47年9月洪水：総雨量150mmの集中豪雨によって氾濫湛水が起きたが、最高水位も7月洪水に比べて小さい。不定流モデルによる解は図7に示すように高水位部で実測値と一致しているが、低水位部で一致していない、これは計算に採用した流入総量が実際のそれと比較して若干少ないと考えられるが、実用上十分な再現性があると考えられる。タンクモデルによる解は図7, 8に示すように不定流の解に比べて早く出すぎている。これは図4よりわかるように水田をlumpingすることによって水田タンクの最高標高が高くなり、とくに洪水の初期において地区内への多量の流入水が、氾濫することなく流下するため不定流モデルの解と大きく差を生じる。この傾向はタンクモデル2の方が大きい。この場合でもピーク付近の再現性はよい。上流端で水位条件を与えているため、モデルを単純化すると地区内への流入量が減少してくる。タンクモデル1では不定流モデルとは大差ないが、タンクモデル2では若干大きくなっている。

4. あとがき 氾濫湛水が大きい場合には、比較的単純なタンクモデルでもよいが、小さい場合には、水位～面積の関係が現実と大きくはなれるために誤差が大きくなる。また上述のようなタンク形式を考えれば、定数等については物理的に決定される。

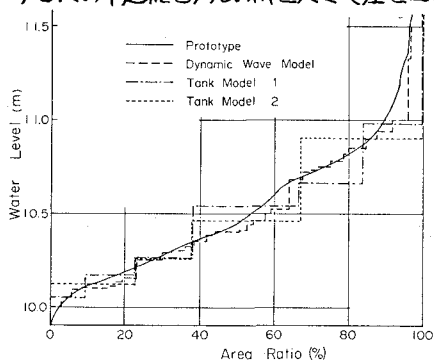


図4 水位～面積の関係

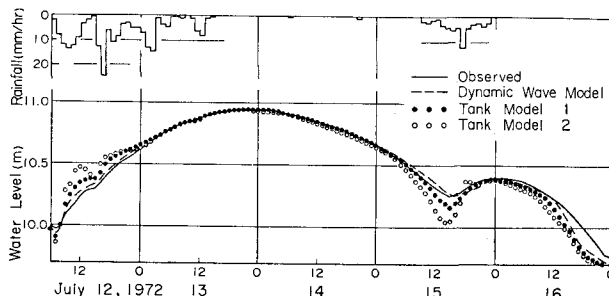


図5 M-7地奥の水位ハイドログラフの再現性の検討

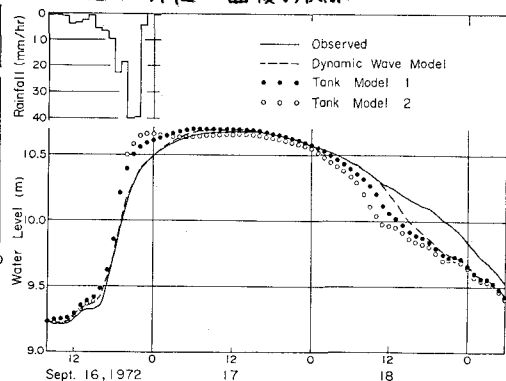


図7 M-7地奥の水位の再現性の検討

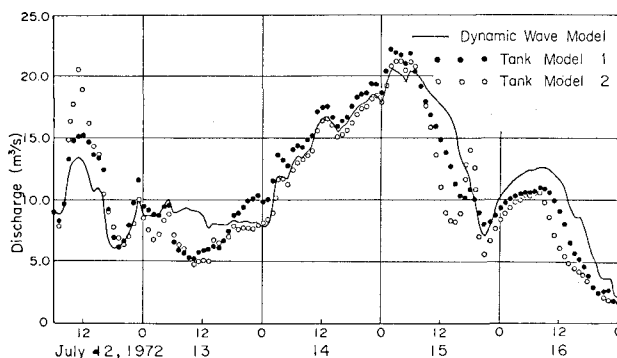


図6 M-5地奥の流量ハイドログラフの再現性の検討

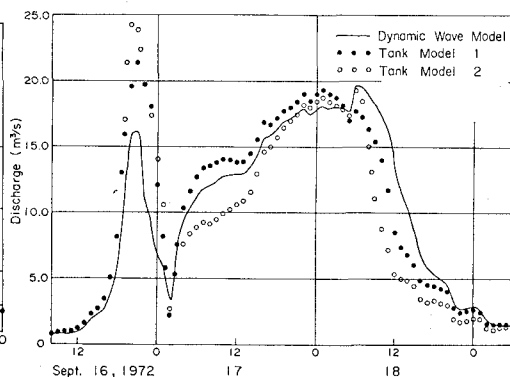


図8 M-5地奥の流量の再現性の検討