

名古屋大学 学生員 鈴木 孝

1. まえがき

自然排水ができない低平地地域において、機械排水をおこなう場合、従来、そのポンプ容量は対象降雨と排水区域ごとの排水面積を基準として決定されてきた。しかしながら、実際の低平地地域では個々の排水区域での現象は必ずしも独立ではなく、1つの排水区域から他の区域への越流現象が見られる場合がある。ここでは、蟹江流域を例にとって、このような現象に関連して低平地地域の排水計画に際し、注意すべき点を指摘する。

2. 対象流域と被災状況

今回選定した愛知県西部日光川水系の蟹江、福田、小切戸川の三川にはさまれた地域は、TP 1.00 ~ 2.50mの低平地帯である(図-1)。この流域では昭和49年、51年に上述のような越流現象がみられた。図中No.1~No.5の区域とも、近年のスプロール化により住宅と水田が混在している。それぞれの区域とも、流域と流域の分水界は明確ではなく、大出水の際には、南部の低い地域が湛水渠、湛水時間とも大きく被害を受けやすい。昭和51年台風17号では、No.4の区域は最大湛水深(1.10m)となった。P3ポンプ場では、9月8日22時よりポンプ運転を開始しているが、同23時に異常な内水位上昇がみられ、流域No.2のP2ポンプ場付近よりNo.3へ越流現象がおこったという報告、さらにこの場所に12日12時頃に越流を防ぐための土ノウ積が行なわれたという事実から、他の流域間でも越流を起こしていたと推測される。なお、昭和49年7月24~25日の豪雨では($\Sigma R=267\text{mm}$, $\text{duration}=16\text{hr}$, $\text{max intensity}=51\text{mm/hr}$)、流域No.1で最大湛水深0.36m、湛水終了時刻25日17時、No.4では同0.60m、28日11時を記録した。以下では、このような各区域間の越流を加味した水収支計算を試みよう。

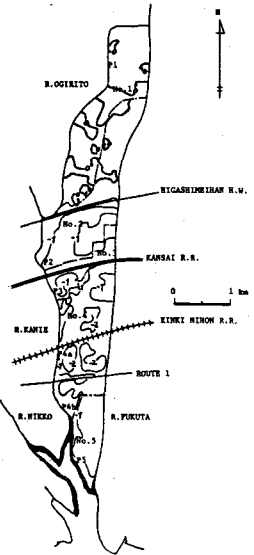


図-1. 流域

3. 貯留型タンクモデルと計算法

以下の計算に先だって、ほとんど水平な低平地を対象として、ポンプ容量が小さい周の不定流解析を行ない、大洪水時の低平地内の水の挙動はいわゆるタンクモデルで表現できることを確かめた。

j 番目区域の面積を A_j 、湛水深を h_j 、降雨強度を r_{ej} 、 $(j-1)$ 番目区域より j 番目区域への越流流量を Q_{j-1} とすると、 j 番目区域についての連続方程式は、

$$A_j \left(dh_j/dt \right) = A_j \cdot r_{ej} + Q_{j-1} - Q_j$$

と書かれる。越流量 Q の算定については、

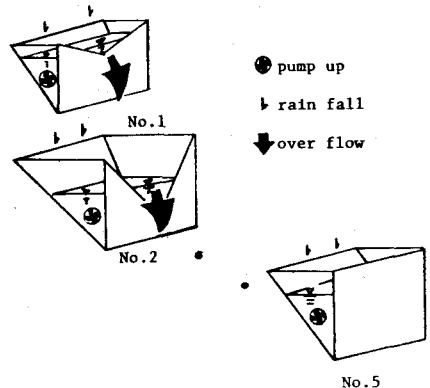


図-2. 流域モデル

$$Q_{j-1} = \begin{cases} C_1 \times B_{j-1} \times h_1 \times \sqrt{2g \cdot h_1} & ; \text{完全越流} \\ C_2 \times B_{j-1} \times h_2 \times \sqrt{2g \cdot (h_1 - h_2)} & ; \text{もみり越流} \end{cases}$$

とした。ここで、 h_1 、 h_2 は上流側、下流側の越流深であり、 B_{j-1} は越流幅(水位の関数)、 C は係数である。モデルの作成にあたっては、実際の区域の地盤高を測定し、 B の値を算定している。連続式の計算には時間単位を1時間とし、越流量は時間単位を10秒とした。これは計算誤差を考慮したためである。

4. 初期条件・境界条件

降雨強度がかなり大きい場合には、初期水位(低水状態)はハイドログラフの性状にあまり大きな差異を及ぼさない。対象とした洪水については、初期の水位が測定されてないが、前期無降雨日数がほとんど同じ昭和52年9月14日の水位は測定されているので、これを初期水位として用いた。

j番目区域の計算の境界条件は、外水位(蟹江川水位)と(j-1)番目区域について順次決定された水位である。

5. 計算結果および考察

No.3区域における水位の変化状態を図-3に、この区域のポンプ排水量の時間変化、上流側No.2区域よりこの区域への越流入量の時間的変化、さらに下流側No.4区域への越流量の時間的変化を図-4に示す。図-3には、No.2から、No.4への流出入量のないNo.3区域のみを独立に扱った水位変化も重ねて画いた。

まず、図-3にみられるように、単にNo.3区域のみを独立に扱ったのでは、12日6時頃以降では計算値と実測値の間に大きな差がみられる。しかし、No.2、No.4区域との水のやりとりを考慮した計算結果は、実際の水位変動の様子をかなり忠実に再現しているといえる。一方、図-4は9月9日に、これらの各区域の間で、相当量の水のやりとりがあることを示している。ただ、このとき、No.2→No.3、No.3→No.4の越流量は量的に互いにほぼ等しく、その結果として、図-3の水位には、越流によるきわだった水位上昇などはみられない。しかしながら、実際の現地での洪水状況ではかなりの越流現象があったことは明らかであり、この場合でも、地形条件が少し違っておれば、越流による急激な水位上昇など、流出現象が全く違ったものになる可能性はきわめて大きい。

実際の低平地地域では、いわゆる畦畔や道路が流域界をなすことが多く、これを境にそれぞれの区域について排水計画がたてられることが多い。しかしながら、上記のような各区域間越流による水のやりとりの量はかなりの程度になることがあり、低平地内の水の挙動は単に個々の排水区域の問題として扱えないことがわかっていく。このような越流は、地盤の低い排水区域に過重の負担を与えるわけでは平地であればあるほど、より詳細に地形条件なども考慮した取り扱いが必要となる。

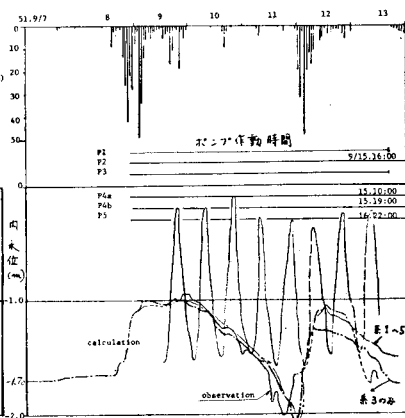


図-3. 計算値と実測値

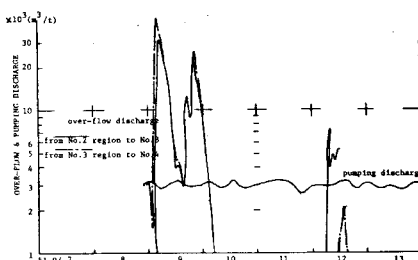


図-4. No.3流域の越流入量