

水田における雨水の貯留排水過程の評価モデルの構築

名城大学大学院 学生会員 藤澤 悟
 名城大学理工学部 正会員 原田守博
 名城大学理工学部 長井 渉 吉田 充
 (株)アイエスシー 森 富雄 大森美喜夫

1. はじめに

流域の都市化に伴って河川の洪水流出特性が変化し、下流域において氾濫や溢水による被害が増加している。流域からの雨水流出を抑制するために、流域内に貯留浸透施設を整備することが求められている。しかし、新たに流出抑制施設を建設するには莫大なコストがかかり、適地も限られるため整備の進捗状況は芳しくない。そこで筆者らは、流域に残留する水田を低コストで実現が可能な流出抑制施設として捉え、水田貯留による雨水の流出抑制の可能性を平成 16 年度より検討してきた。昨年度までは、水田 1 面について現地実験を行なって水理モデルの構築を試みてきた¹⁾が、モデルパラメータは同一の水田ですら湛水状況によってばらつく傾向が認められた。さらに、実際の流域に分布する水田群を考えると、個々の水田ごとに雨水の貯留排水特性が異なる可能性もある。そこで今年度は、隣接する 6 面の水田を実験対象に選び、貯留排水モデルのパラメータの変動特性とその要因について、観測データを踏まえて検討を行なった。

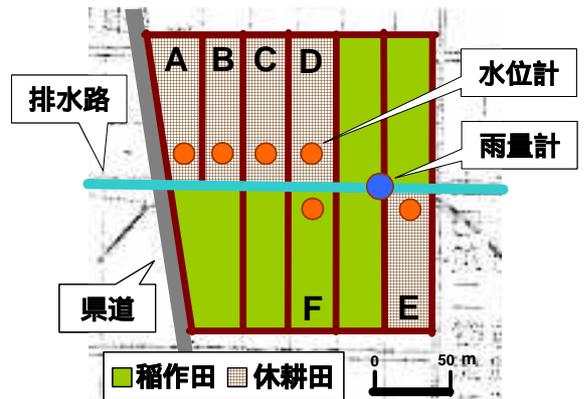


図 - 1 観測の対象とした水田群

2. 水田における雨水貯留過程の実態

現地観測を行なった水田群は、新川上流域の愛知県大口町に位置している。町役場の協力のもと、図 - 1 に示すように、水田 6 面を借用し試験区域を設定した。観測では、転倒枡雨量計によって降雨を測定するとともに、水田 A ~ F に設置した水位計により、降雨に伴う各水田での水深変動を計測した。一例として、2006 年 7 月の観測データを図 - 2 に示す。この図によると、水田 6 面とも水深変化は類似しているが、水田ごとに固有の特性も認められる。水田ごとにこうした差が生じる原因を、水理モデルを通じて検討する。

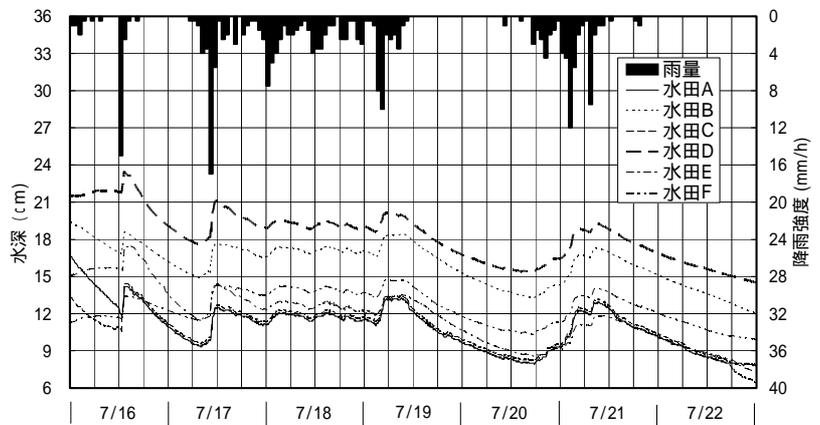


図 - 2 水田 6 面における降雨に対する水深の時間変化

3. 水田 1 面の雨水の貯留排水モデル

水田における水収支の構成要素を図 - 3 に示す。面積 A の水田に対して降雨強度 r および取水口から流量 I が流入し、水田内の地下浸透や蒸発散に

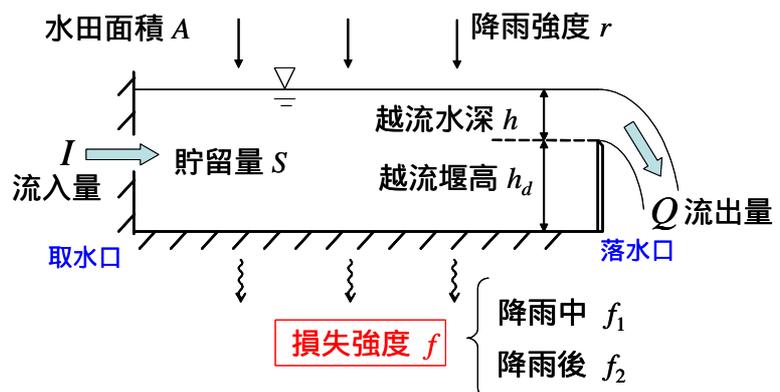


図 - 3 水田における水収支の構成要素

よる損失強度 f ，落水口から流量 Q が流出する場合，水収支式は(1)式となる．ここで損失強度については，降雨中の値 f_1 と降雨後の値 f_2 に分けて考えることにする．落水口には通常，堰板が設置されるので，その流出量は四角堰の流量公式(2)によって表わすことができる．基礎方程式(1)(2)を現地に適用するとき，水田面積 A や越流堰高 h_d ，落水口の堰幅 b は既知であり，降雨強度 r や越流水深 h は測定によって得ることができる．しかし，流量係数 C と損失強度 f_1, f_2 は未知パラメータであり，観測データから同定される必要がある．

4. 流量係数 C および損失強度 f の同定

流量係数 C の値を明らかにするために，複数の水田の落水口において流量観測を行なった．図-4は水田C, Dにおける落水口の越流水深と流出量の関係を表わしたものである．図中の曲線は式(2)に種々の C 値を与えて描いたものである．図から，流量データは $C=1.90$ とした曲線の近くにプロットされており，落水口の流量係数は $C=1.90$ 程度と推察される．

つぎに損失強度を同定するために，水田内の水位変化の観測値と数値解の比較を行なった．図-5は，一例として水田Bの実測降雨に対する観測値と数値解を比較したものを示している．このとき，水田Bでは $f_1=15\text{mm/day}$ ， $f_2=20\text{mm/day}$ としたときに，数値解は観測値にほぼ一致した．同様な方法によって他の5面においても f_1, f_2 の値が同定された．

5. 損失強度 f の変動要因

図-6は各水田で同定された f_2 と f_1 の関係を表わしている．図から，隣接する水田においても損失強度 f はばらつくことが確認される．また， f_2 は f_1 より数 mm/day 大きな値となっているが，これは，降雨中の損失は地下浸透が主体であり，降雨後の損失には浸透に蒸発散が加わるためと考えられる．

損失強度 f_1 が主として地下浸透に起因するのであれば， f_1 は水田の水深と何らかの関係があると推察される．図-7は各水田での f_1 とそれを同定した期間における水田の平均水深の関係を示している．この図から， f_1 は水深とほぼ比例関係にあることが分かる．以上の結果，降雨中の f_1 は水田の水深に支配され， f_2 は f_1 に蒸発散量を加えたものと考えられる．

6. おわりに

隣接した水田6面において雨水の貯留排水過程を観測し，現象を表わす水理モデルを検討した．その結果，未知パラメータである流量係数や損失強度について，モデルの実用化に向けての知見を得ることができた．今後は，本研究で示したモデルを多くの水田へ適用し，有効性を検証する予定である．

参考文献

1) 藤澤ほか：水田貯留による雨水の流出抑制効果に関する現地実験，土木学会第60回年講，-059，2005

水田における貯留排水過程の基礎方程式

$$\left. \begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= I + rA - f_i A - Q, \quad f_i = f_1 \text{ or } f_2 \\ S &= A(h + h_d) \end{aligned} \right\} (1)$$

$$Q = Cbh^{3/2}, \quad C: \text{流量係数} \quad (2)$$

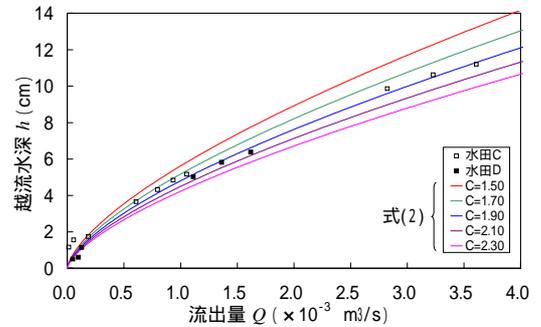


図-4 流量係数 C の同定

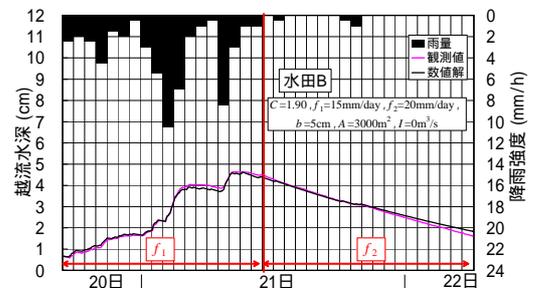


図-5 損失強度 f の同定

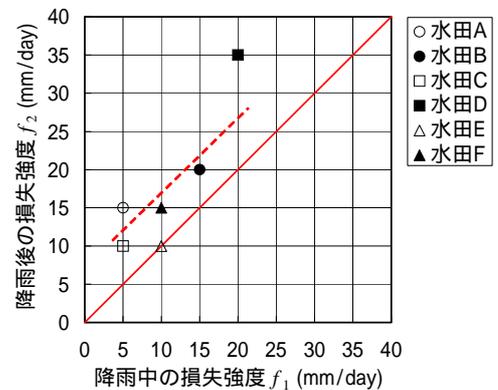


図-6 損失強度 f_1 と f_2 の関係

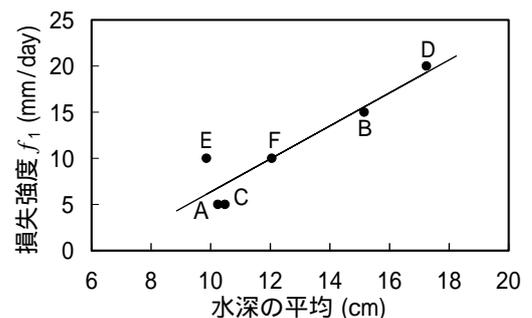


図-7 損失強度 f_1 と水田水深の関係