水田の流出抑制機能の評価とその強化方策に関する現地実験

名城大学理工学部　○　沼津　晃洋
名城大学理工学部　正会員　原田　守博
名城大学理工学部　市川　純
(株)アイエスシイ　ﾌｪﾛｰ会員　森　富雄
(株)アイエスシイ　大森美喜夫

1．はじめに

流域の都市化に伴い河川の雨水流出特性が変化し，豪雨による洪水災害が頻発しており，雨水の急激な流出を抑制するために，流域内に流出抑制施設を建設する計画が策定されている．しかし，その建設には莫大なコストがかかり建設適地も限られるため，計画の進捗状況は芳しくない．そこで本研究では，流域に残存する水田を低コストで実現が可能な“流出抑制施設”として活用する方策を提案する．すなわち，実際の水田を用いた現地観測を通じて，水田の雨水貯留機能を評価するとともに，それを強化する方策を実証的に検討する．

2．雨水貯留機能の強化方策

水田では取水口を通して灌漑用水を取り入れ，落水口から排水している．本研究では，水田での雨水貯留機能を強化する方策として，取水口と落水口のそれぞれに工夫を施した．取水口に対しては，図-1に示すような，水田の水位に応じて用水路からの流入を制御する自動給水栓を設置した．一方，落水口には，図-2に示すように流出能力の大きい角落し（開口幅20 cm）に換えて，流出を抑制する切欠き板（開口幅5 cm）を挿入した．

こうした方策の効果を実証的に検討するために，新川流域に位置する愛知県大口町役場の協力を得て，図-3のように，隣接する等しい形状の水田3面（面積：各3000 m^2）を対象に現地観測を実施した．水田Fは強化方策を施した水田であり，E・Gは従来型の水田である．観測方法としては，転倒枡雨量計によって降雨を測定するとともに，各水田に設置した水位計により，降雨に伴う水位変動を計測した．観測期間は2007年6月下旬～9月初旬である．

3．強化方策を施した水田と従来型の水田の比較

雨水貯留機能の強化策を施した水田と，そうでない従来型の水田の雨水貯留機能の差異を検討するため，観測期間のうち短時間に集中した降雨を取り上げ，降雨に対する水田の水位測定結果の時間的変化を比較してみる．図-4は，2007年7月12日～13日(総雨量：42.0 mm)における水田ＦとＧの落水口の越流水深を比較したものである．この図によると，降雨に対する水位上昇量は両者の水田でほぼ同様である．しかし，降雨後の水位の低減部に着目すると，落水口に切欠き板が挿入された水田Ｆの方が，開口幅の大きい水田Ｇに比べ緩やかとなっている．図-5は，2007年8月30日～9月1日(総雨量：60.0 mm)における水田ＥとＦの比較を示したものである．この図においても，降雨後の水位低下は角落し

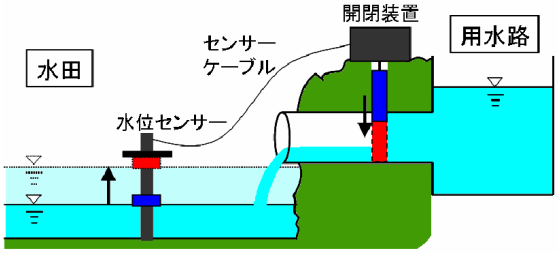


図-1　自動給水栓の働き

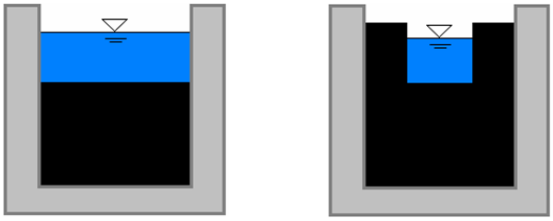


図-2　落水口の改良

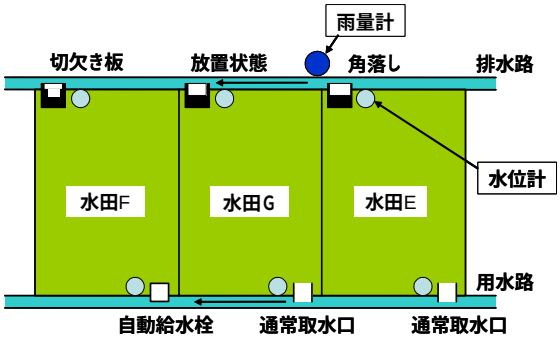


図-3　観測の対象とした水田

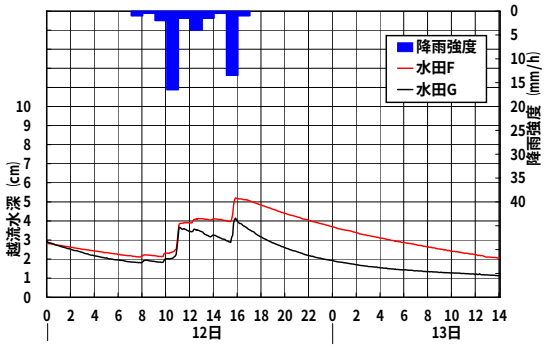


図-4　降雨に対する越流水深の時間変化
（観測日：2007年7月12日～13日）

をもつ水田Eで早いのに対して，切欠き板を備えた水田Fでは緩やかなことが認められる．このように，落水口に切欠き板を挿入することによって，水田における雨水貯留量を増大させることが可能となるものと推察される．

4．流出抑制機能の強化方策のモデルによる評価

図-4,5において示された水田による水位変化の差異が，雨水貯留機能の強化方策によるものであることを実証するために，水理モデルを用いた解析を試みる．水田における雨水の貯留排水現象を表わすモデルは，以下の方程式で構成される．

$$\frac{dS}{dt} = I + rA - fA - Q, \quad S = A(h + h_d) \qquad (1)$$

$$Q = Cbh^{3/2} \qquad (2)$$

ここに，S：水田内の雨水貯留量，I：取水口の流入量，r：降雨強度，f：損失強度，A：水田面積，Q：落水口の流出量，h：落水口の越流水深，h_d：越流堰高，b：落水口の堰幅，t：時間，C：落水口の流量係数であり，藤澤らの研究により$C=1.90$前後と推定されている[1)]．なお，損失強度は$f=0$と設定した．

図-6は，8月30日～9月1日の降雨に対する水田の水位変化を上記のモデルによって計算した結果である．水田EとFで条件の違いは，落水口の形状を想定して開口幅bを変えただけである．この図を図-5と比較すると，細かな不一致は認められるものの，全体としての水位挙動はある程度再現されており，水田EとFの水位変化の違いは落水口の開口幅の違いのみによるものであることが解析からも示された．

5．仮想水田群における流出抑制機能の検証

前節では面積A=3000 m^{2}の水田1面について取り扱ったが，実際の水田群では大区画の水田が少数存在する場合と小区画の水田が多数分布する場合がある．ここでは，水田群全体の面積を3.0×10^5 m^{3}に固定し，個々の水田の面積を変えた場合について解析する．図-7は，水田面積Aを5段階変化させた場合の水田群からの流出量の時間的変化を示したものである．図(a)：角落しの場合を見ると，大区画の水田が少数集合している場合よりも，それぞれの水田が小規模である方がピーク流出量は大きい．しかし，図(b)：落水口に切欠き板を挿入した場合では，ピーク流出量は全体的に低く抑えられているのに加え，ピークになる時刻も遅くなっていることが分かる．

6．おわりに

本研究では，水田の雨水貯留機能を強化する方策を提案し，その効果を現地観測とモデル計算により検討した．その結果，落水口の形状を角落しから切欠き板に改良することによって，水田における雨水貯留機能が高められ，大きな流出抑制効果が得られることが実証された．

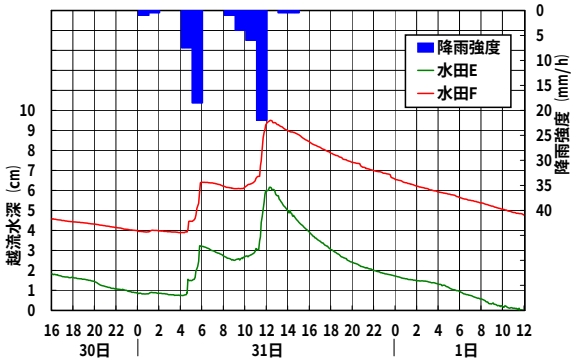


図-5　降雨に対する越流水深の時間変化
（観測日：2007年8月30日～9月1日）

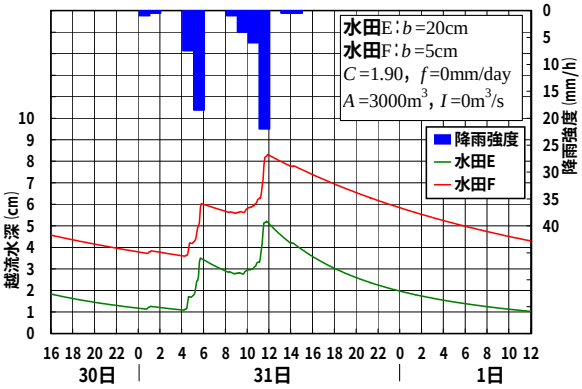
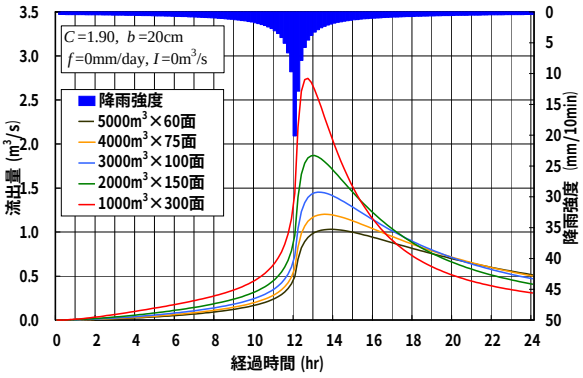
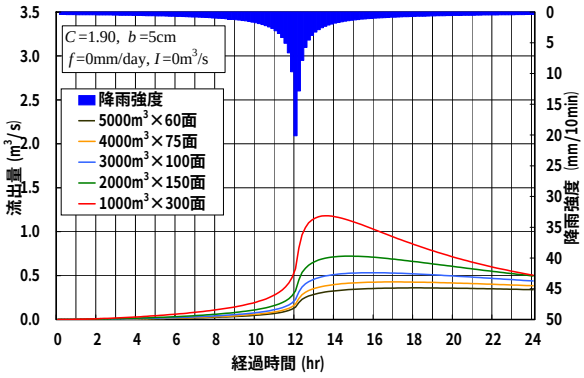


図-6　モデルによる水深変化の再現



(a)　角落しの場合



(b)　切欠き板の場合

図-7　水田群の流出特性

参考文献　1）藤澤 悟・原田守博・長井 渉・吉田 充・森 富雄・大森美喜夫：水田における雨水の貯留排水過程の評価モデルの構築，平成18年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，II-14，p.125-126，2008.