

雨水調整池による面源負荷削減効果に関する基礎的検討

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 ○宮子雄太
 東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 二瓶泰雄
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 上原 浩

1. 序論

流域における宅地開発の進行により、流域の保水・遊水機能低下に伴う治水・利水上の問題に加えて、都市化に伴う面源負荷の増大という環境上の問題が発生している。この治水対策として、雨水流出抑制施設の一つである雨水(防災)調整池の設置が行われている。雨水調整池は宅地開発されたエリアの流末地点に建設され、宅地から直接流出した雨水を一時的に貯留するものである。この調整池内では、水とともに運ばれてきた汚濁物質も一時的に滞留し、その間に懸濁態物質の一部は沈降・堆積する。そのため、雨水調整池は一種の沈砂池として、汚濁負荷削減効果を有するものと期待されるが、そのような観点による研究事例は少ない。本研究では、印旛沼流域における雨水調整池を対象として、雨水調整池による市街地起源の面源負荷削減効果について定量的に検討する。なお、本研究は、印旛沼再生策として千葉県が行う「印旛沼流域水循環健全化緊急行動計画」の「みためし行動」の一部として行われている。

2. 研究方法

(1) 現地観測方法

観測サイトとして、印旛沼流域内に位置する加賀清水調整池、上座新山調整池、中志津調整池という3つの調整池を選定した(図1)。各調整池における諸元を表1に示す。なお、これらの集水域は主として住宅地である。これらの調整池を対象として、堆砂量調査、雨水流入・流出口での土砂・水質負荷量調査、という二種類の調査を行った。

面源負荷の多くが懸濁態物質であることに着目して、この調査では、調整池底面の堆砂量を計測し、調整池における土砂トラップ機能を求める。まず3つの調整池のうち加賀清水調整池のみを対象として、底面全体をカバーする100地点にて土砂を採取し、堆砂量の空間分布を把握し、かつ、総堆砂量を計測するのに必要な地点数を検討する。堆砂量を計測する際には、長方形の木枠(38cm×30cm)を底面に置いて、木枠内の土砂を採取する。そのサンプルより乾燥質量を測定し、それを木枠面積で除すことにより、単位面積当たりの堆砂量やその結果に基づいて総堆砂量を算出する。また、加賀清水調整池での調査結果を参考にして、他の二つの調整池では、合計10地点における土砂採取を行い、総堆砂量を求めている。次に、この調査では、雨水流入・流出口における流量と土砂輸送量等を求めるために、自記式水位計、流速計、濁度計等を設置した。



図1 観測サイト

表1 調査対象となる調整池の諸元

調整池名	設置年度	貯留量 [m ³]	底面積 [m ²]	集水面積 [ha]
加賀清水調整池	H13	4894	1851	2.96
上座新山調整池	H13	4166	1932	2.87
中志津調整池	S54	351	197	1.04

(2) 調整池内における土砂堆積シミュレーション

雨水調整池を一つのボックスと見立てて、調整池の土砂堆積シミュレーションを行った。この計算では、調整池内における水の容積を V 、浮遊土砂濃度を C として、次の水・土砂収支式を用いる。

$$\frac{d(CV)}{dt} = Q_{in} - Q_{out}, \quad \frac{d(CV)}{dt} = (CQ)_{in} - (CQ)_{out} - D_p A \quad (1)$$

ここで Q_{in} 、 Q_{out} は流入・流出量、 C_{in} 、 C_{out} は流入・流出口での土砂濃度、 D_p は土砂沈降フラックス、 A は底面積である。このうち、 Q_{out} はオリフィスでの流量公式より与え、 C_{out} は調整池内の土砂濃度 C と等しいとし、また Q_{in} は適当な降雨条件から

キーワード：面源負荷、雨水調整池、汚濁負荷削減、印旛沼、みためし行動

連絡先：郵便番号 278 8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL: 04 7124 1501 (内線 4072)

設定し、 C_{in} は便宜的に 100mg/l とする．ここでは、1~100 μ m の土砂粒径 d に対応するように沈降速度を変化させ、雨水調整池における土砂トラップ率 (=流出土砂輸送量 / 流入土砂輸送量) を算出する．

3. 結果と考察

(1) 調整池内における堆砂量の平面分布

加賀清水調整池内 100 地点における単位面積当たりの堆砂量の平面分布を 図2 に示す．これより、堆砂量は、流入口や流出口付近において極めて大きいことに加えて、スポット的に堆砂量が多いことが見受けられる．このような非一様な堆砂量分布は調整池内の流動が構造と関連していることが推察され、例えば、流出口付近の堆砂量特性はオリフィス構造と関係しているものと考えられる．また、100 地点のデータから得られた総堆砂量 (=7.7t) とその 100 地点から 10 地点を適当に選んで求められた総堆砂量を比べたところ、誤差が 10%程度であることが確認され、10 地点のサンプル土砂から総堆砂量を求める他の調整池における観測結果が概ね妥当であることが確認された．

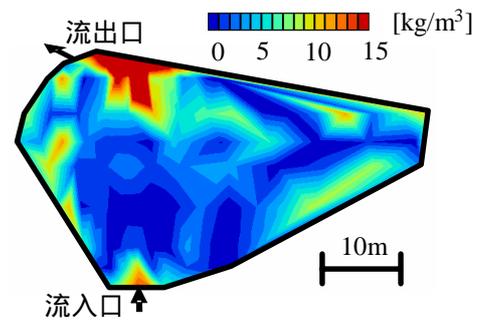


図2 単位面積当たりの堆砂量分布 (加賀清水調整池)

(2) 各調整池における堆砂量の比較

各調整池における総堆砂量 W は、 図3 に示すように、加賀清水、上座新山、中志津調整池においてそれぞれ、7.7t、5.57t、1.08t となった．この総堆砂量を集水面積、完成後からの期間 (年) で除した単位 (集水) 面積・時間あたりの堆砂量 W' も同じ 図3 に示す．これを見ると、加賀清水 > 上座新山 > 中志津の順になっており、底面積が大きい加賀清水・上座新山調整池の方が中志津調整池よりも大きい．この結果と対象流域近傍の住宅地における土砂発生原単位 (=11.5t/km²/year)¹⁾ を比べると、加賀清水、上座新山調整池の W' はそれぞれ原単位の 4.8 倍、3.5 倍となり、両調整池では土砂トラップ機能が高いことが伺える．また、これらの比が 1 を超えているのは、住宅建設前の裸地から発生した土砂が調整池内に流入・堆積したためであると推測される．

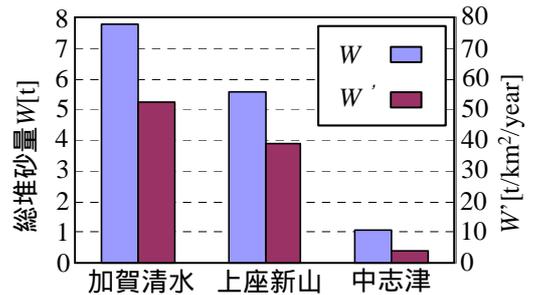


図3 総堆砂量及び単位面積・時間あたりの堆砂量

(3) 調整池における土砂トラップ率

上述した調整池間の土砂トラップ率が異なることを示すために、雨水調整池 (加賀清水、上座新山) と集水域 (屋根) における堆積土砂の粒径分布を 図4 に示す．これより、加賀清水調整池と集水域の粒径分布は類似しているものの、上座新山調整池は両者と比べて微細土砂成分が少ない．両調整池の流域状況は類似していることから、上座新山調整池では微細土砂はトラップされずにそのまま流出した可能性が高く、結果的に、微細土砂も堆積している加賀清水調整池の方が上座新山調整池よりも土砂トラップ率が高いものと考えられる．また、土砂堆積シミュレーション結果により得られた各粒径に対する土砂トラップ率を 図5 に示す．これより、調整池規模が小さい中志津調整池トラップ率はどの粒径においても加賀清水調整池よりも小さい．このように、調整池規模により調整池に流入した懸濁物質の滞留時間が異なり、結果として土砂トラップ効果が異なったものと考えられる．

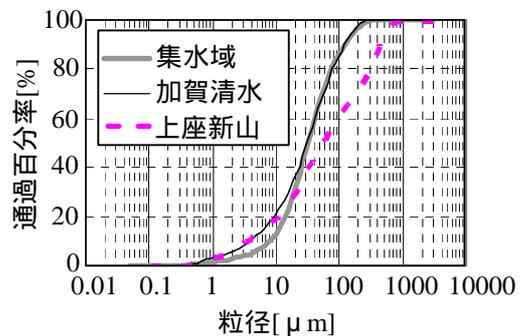


図4 雨水調整池と集水域 (屋根) における堆積土砂の粒径分布曲線

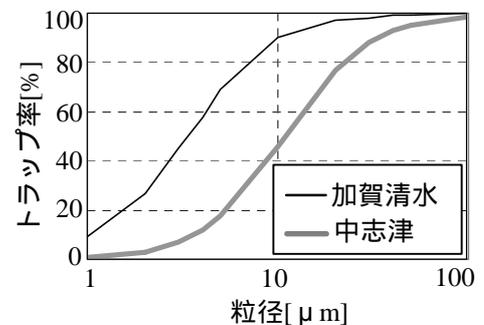


図5 粒径とトラップ率

謝辞：本研究では千葉県県土整備部の方々に、現地観測に際して様々な便宜を図って頂いた．ここに記して深甚なる謝意を表します．

参考文献：1) 吉田ら：土木学会年講第 部門，2007．