

雨水調整池の利活用による市街地起源の面源負荷削減策の提案

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 ○佐藤 和博, 正会員 二瓶 泰雄
 パシフィックコンサルタンツ(株) 非会員 東海林 太郎
 千葉県県土整備部河川環境課 非会員 椿原 保彦
 千葉県環境研究センター 非会員 小倉 久子

1. 序論

内湾や湖沼では富栄養化問題が顕在化し、その対策として下水道整備や工場排水規制等が実施され、生活系・産業系負荷等の点源負荷は着実に削減されつつある。しかしながら、水域環境は必ずしも改善されていないため、残された汚濁負荷である面源負荷を更に削減する必要がある。面源負荷は、市街地や農地、山林等の地表面に広く薄く分布・堆積しているため、点源負荷と異なり効率的に収集するシステムは無く、面源負荷削減の方法論は十分確立されていない。また、都市開発の著しい進展により、都市・市街地起源の面源負荷が顕在化しており、例えば富栄養化湖沼として名高い印旛沼では、市街地起源の面源負荷が全体の負荷に占める割合は、CODで50.4%、T-Nで24.1%、T-Pで23.2%と非常に大きい¹⁾。この現状を打破すべく、著者らは、治水用に用いられる雨水調整池に着目し、現状の調整池が有する面源負荷削減効果を把握するための現地観測を印旛沼流域において行うとともに“調整池内の滞留時間増加のための簡易流路設置”という改良を施すだけで負荷削減効果が大幅に向上することを示した²⁾。ただし、この改良を多くの調整池に適用するには、改良規模が調整池内全体に及ぶためコストがやや高いことが課題として残されていた。本論文では、印旛沼流域全体への展開を念頭に置いて、コスト面を下げつつ負荷削減機能を向上させることが可能な雨水調整池の改良案を提案し、その効果検証のための現地実証実験を行う。

2. 研究方法

(1) **雨水調整池の特徴と観測対象**：印旛沼流域内の調整池の特徴として、①流入・流出口の位置関係が「直線型」と「対角型」、②底面積が「小規模(100m²程度)」と「中規模(1000m²程度)」、「大規模(10000m²程度)」に分けられた。今回は「直線型-小規模」の次郎丸第1調整池(底面積176m²)、「対角型-小規模」の次郎丸第2調整池(底面積76m²)、「対角型-中規模」の城大栗調整池(底面積1233m²)を対象とした。従来案の改良を行った加賀清水調整池(底面積1851m²)は「直線型-中規模」である。

(2) **従来及び新改良案**：二瓶²⁾が示した改良案(従来)は、滞留時間を増加させて懸濁態汚濁物質の沈降促進を目的に、護岸等に用いられるカゴマットを配置して調整池内に簡易な流路を設けた。この加賀清水調整池における実証実験の結果、改良後の土砂・N・P堆積速度は改良前の1.94倍に到達したが、その堆積量の28%は流入口付近に集中した。このため、流入口から離れた位置でのカゴマット設置の効果は流入口付近と比べると低い。そこで、新改良案としては、流入口付近のみを“L”の形(もしくはコの字の形)で囲むようにカゴマットを配置し、簡易流路を形成し流入口から流出口へ直線的な水の移動を阻害して、コストと面源負荷削減効果の両面に配慮した。この改良を、印旛沼流域の佐倉市に位置する次郎丸第1調整池、次郎丸第2調整池、城大栗調整池の3調整池において実施した(図1)。

(3) **観測方法**：上記4つの調整池では、二瓶²⁾と同様に、多地点堆砂量調査を行い、調整池内の堆砂量分布や調整池全体の土砂・N・P堆積速度(=総堆積量/供用年数)を算出している。地点数は、次郎丸第1・第2調整池では49地点、城大栗調整池では100地点、加賀清水調整池では80である。調査日としては、次郎丸第1・第2調整池では改良前(2009/8/14)と後(2010/1/19)、城大栗調整池では改良前(2009/8/21)のみ、加賀清水調整池では改良後1.49年後(2009/11/9)とした。

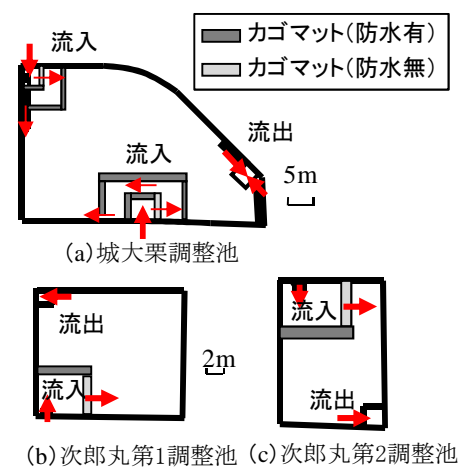


図1 各調整池の改良案

キーワード：面源負荷，雨水調整池，市街地，水質改善

連絡先：佐藤和博 〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 TEL04-7124-1501 (内線4069)

3. 結果と考察

(1) 堆砂速度の空間分布：新改良案による調整池内の堆砂状況を確認するため、「対角型－小規模」の次郎丸第2調整池における改良前後の堆砂速度コンターを図2に示す。改良前では流出口付近に多少の堆砂が見られる程度であるが、改良後では流入口付近のL型内に顕著な堆積が見られ、加賀清水調整池と同様に、流入口付近のカゴマット設置による汚濁物質のトラップ効果が極めて有効であることが分かる。さらに、L型の外側領域においても堆砂速度は改良前よりも増加しており、カゴマット設置による流路変更に伴う滞留時間増加の効果が表れたものと考えられる。次に、同調整池における粒径別の堆砂速度を図3に示す。これより、300μm以外の全ての粒径において、改良後の堆砂速度の方が改良前よりも大きくなっている。改良後では、特に10~50μmの微細土砂の堆積が顕著で、この新改良案により微細土砂の沈降促進効果が高いことが分かる。

(2) 堆砂及びN・P堆積速度の比較：改良前後の堆砂速度及びN・P堆積速度を図4に示す。ここで、城大栗調整池では、改良後の調査を行っていないので、改良前のデータのみを示し、加賀清水調整池では2つの改良後の結果(0.58年後及び1.49年後)を1/10倍して示す。また、改良後の結果では、流入口付近とその他に分けて結果を算出している。これより、新改良案に基づく次郎丸第1, 2調整池では、改良前と比べて、改良後の土砂・N・P堆積速度は大幅に増加していること、改良後の流入口のみ堆積速度が改良前の結果と同程度かやや上回っていることが分かる。定量的には、両調整池における堆積速度の改良後/改良前は、土砂では3.58~4.48倍、Nでは7.20~7.79倍、Pでは7.77~8.83倍となり、調整池全面にカゴマットを敷設した従来改良の加賀清水調整池の1.49年後の値(土砂：1.78倍、N：2.96倍、P：2.10倍)よりも改良効果が大きいことが分かる。さらに特筆すべきこととして、次郎丸第1, 2調整池の改良後の堆積速度は、これらよりも底面積が1オーダー大きい城大栗調整池のケースと同程度になっており、新改良案として示す僅かな改良で極めて大きい面源負荷削減機能の向上が見られた。

(3) 流域展開による面源負荷削減効果：中小規模(底面積5000m²以下)の雨水調整池253カ所に対して新改良案を適用した時の面源負荷削減効果を試算する。元々の調整池のN・P負荷削減量として底面積とN・P堆積速度の相関式から算出する²⁾。改良効果としては、小規模調整池では上述した次郎丸第1・第2調整池の削減効果向上の平均値、中規模調整池では加賀清水調整の流入口部分の削減向上効果を城大栗調整池の流入口付近の改良サイズに換算して算出した。図5は新改良案の流域展開前後の年間土砂、N、P削減量を示しており、それぞれ1.6倍、2.2倍、2.1倍と飛躍的に増加しており、本研究で提案する新改良案を全流域で実施すれば市街地起源の面源負荷を効率よく削減し得ることが示唆された。

参考文献 1)千葉県, 印旛沼流域水循環健全化計画, 2010.
 2)二瓶泰雄, 雨水調整池における市街地面源負荷削減効果, 水循環貯留と浸透, vol.75, pp.11-15, 2010.

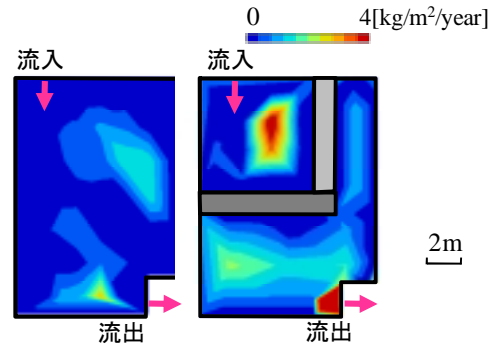


図2 次郎丸第2調整池における改良前(左)と改良後(右)の堆砂速度コンター

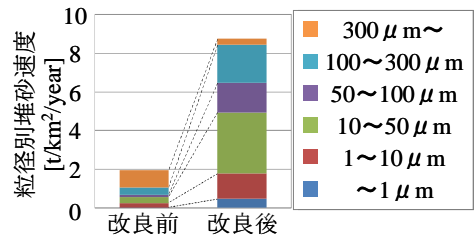


図3 粒径別堆砂速度(次郎丸第2調整池)

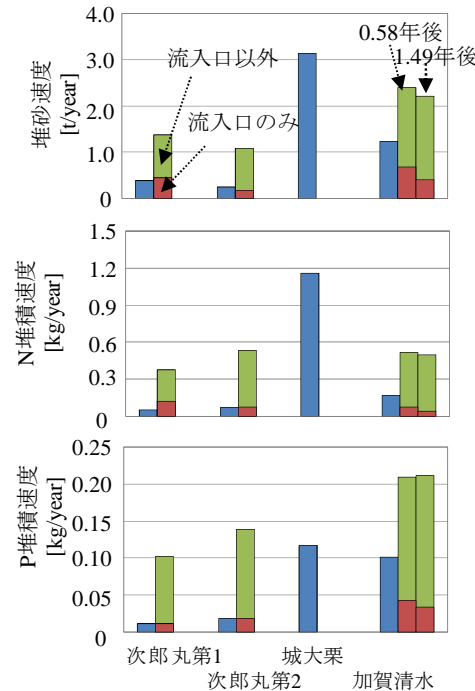


図4 改良前後の堆砂及びN・P堆積速度(加賀清水調整池のみ1/10倍して表示)

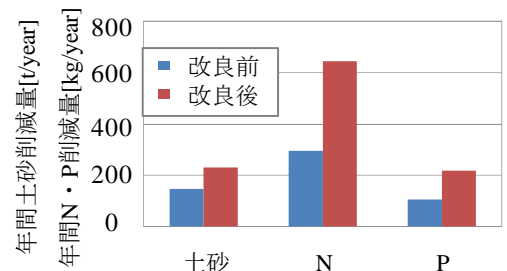


図5 流域展開した場合の負荷削減量