

32. 江戸城外濠における降雨強度と未処理水流入量の関係に関する研究

津島 優樹^{1*}・柿沼 太貴¹・太平 一典²・山田 正²

¹中央大学理工学研究科都市環境学専攻（〒112-8551東京都文京区春日1-13-27）

²中央大学理工学部都市環境学科（〒112-8551東京都文京区春日1-13-27）

* E-mail: tsushima@civil.chuo-u.ac.jp

高度経済成長の時代を経て、都市部における水辺空間は減少してきたなか、江戸城外濠(以下、外濠)は、江戸時代から約400年の歴史を持っており¹⁾、今や都市部における貴重な水辺空間となっている。しかし、外濠には降雨時に合流式下水道から未処理水が流入するため、悪臭やごみの浮遊が発生している。この問題への対策を講じるためには、降雨と未処理水の流入状況の関係を明らかにする必要がある。著者らは濠内への流入状況を明らかにすることを目的とし、水位の連続観測、流入・流出量の計算、水位変化と降雨強度の関係についての考察を行った。

Key Words : Sotobori, rainfall intensity, fluctuation of water level

1. はじめに

東京では、江戸時代に地形を生かした河川や運河が整備されていた。生活用水を確保し、舟運が活発に行われるなど独自の文化を構築し、水の都として繁栄した。しかし、戦後の高度経済成長の中で、交通網や下水道の急速な整備が優先されてきたため、高速道路の建設や、暗渠化により都心部における多くの水辺が失われた。このような社会の変化が生じている中において、江戸城外濠(以下、外濠)は一部埋め立てられてしまった部分はあるものの、いくつかの水面が当時の姿をそのまま残している。

2. 外堀の概要

外濠は市ヶ谷濠、新見附濠、牛込濠(以後それぞれをA濠、B濠、C濠とする)の3つの濠が、図-1に示すように連なっている。各濠の水面の面積および平水時の水深は表-1に示す。C濠からは神田川へ流入しており、水質の悪化を招いている²⁾。3つの濠にはそれぞれ下水吐口があり、図-2に示すように集水域が広がっている。降雨時には合流式下水道よりオーバーフローした未処理水が外濠に流入する。また下水吐口以外にも下水台帳に記載の無い吐口が存在しており、複雑な流入機構を有している。

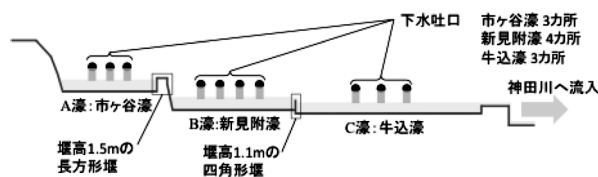


図-1 外濠の概要

表-1 外濠の平水時の水面の面積と水深

	市ヶ谷濠	新見附濠	牛込濠
水面の面積[m ²]	16450	28800	32580
平水時の水深[m]	1.5	1.1	1.0

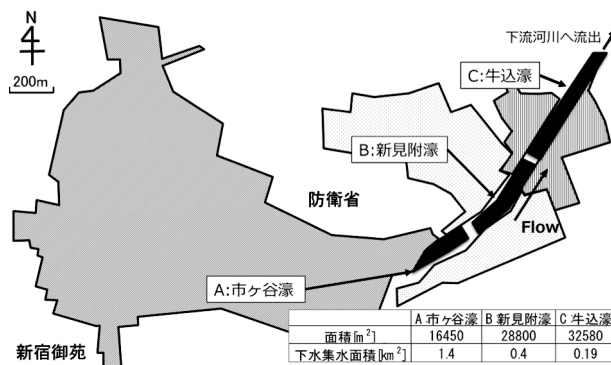


図-2 外濠の下水吐口につながる下水道の集水域図

3. 濠への流出入量計算方法

降雨時の外濠における複雑な水の出入り機構を明らかにするため、A濠、B濠、C濠における水の収支を計算する。それぞれの濠における水の保存関係は(1)、(2)、(3)式で表す。a

$$A_A \frac{dh_A(t)}{dt} = Q_{inA}(h_A(t)) - Q_{out}(h_A(t)) + Q_{rA} \quad (1)$$

$$A_B \frac{dh_B(t)}{dt} = Q_{inB}(h_B(t)) - Q_{outB}(h_B(t)) + Q_{rB}(t) + Q_{outA}(h_A(t)) \quad (2)$$

$$A_C \frac{dh_C(t)}{dt} = Q_{inC}(h_C(t)) - Q_{outC}(h_C(t)) + Q_{rC}(t) + Q_{outB}(h_B(t)) \quad (3)$$

壁面が鉛直であり、降雨時の水位変化による濠の水面の面積変化はないと考える。

A濠の保存式に関しては $Q_{inA}(t)$ をA濠への吐口からの流入量[m³/s]、 $Q_{outA}(t)$ をA濠の堰から越流量[m³/s]、 $Q_{rA}(t)$ をA濠の水面に降る雨による流入量[m³/s]、 $h_A(t)$ をA濠の水深[m]とする。B濠の保存式は $Q_{inB}(t)$ をB濠への吐口からの流入量[m³/s]、 $Q_{outB}(t)$ をB濠での堰の流量[m³/s]、 $Q_{rB}(t)$ をB濠の水面に降る雨による流入量[m³/s]、 $h_B(t)$ をB濠の水深[m]とする。C濠の保存式は $Q_{inC}(t)$ をC濠への吐口からの流入量[m³/s]、 $Q_{outC}(t)$ をC濠での堰の流量[m³/s]、 $Q_{rC}(t)$ をC濠の水面に降る雨による流入量[m³/s]、 $h_C(t)$ をC濠の水深[m]とする。両濠の堰での流出量については堰の越流公式を用いており、越流係数CはA濠、C濠ではGovinda-Raoの式³⁾を用い、B濠では板谷・手島の式³⁾を用いた。

4. 降雨強度と流入量の関係

図-3、図-4にそれぞれ2015年5月12日18:00～13日3:00、6月23日20:00～24日2:40の降雨強度、水位変化、流入量を示す。降雨データはA濠にもっとも近いXバンドMPレーダのデータを用いた。図-3では90 mm/hを越える強度の降雨が発生しており、A濠、B濠、C濠における吐き口からの総流入量はそれぞれ、34419m³、17720 m³、3916 m³であった。水位上昇するまでの時期はA濠、B濠、C濠の順で早い。図-4では最大降雨強度30 mm/h程度の降雨が発生しており、A濠では20分間で10 cm程度水位が上昇している。それに対し、B濠、C濠では6時間で1 cm程の水位上昇が見られた。吐き口からの総流入量、水位上昇するまでの時期の早さの関係から、上流側のA濠から順に吐き口から流入しやすく、下流の濠の水位は、上流側の濠から流入してきた水により上昇していることが考えられる。

5. まとめ

本論文は江戸城外濠における降雨と水位変化と流入量

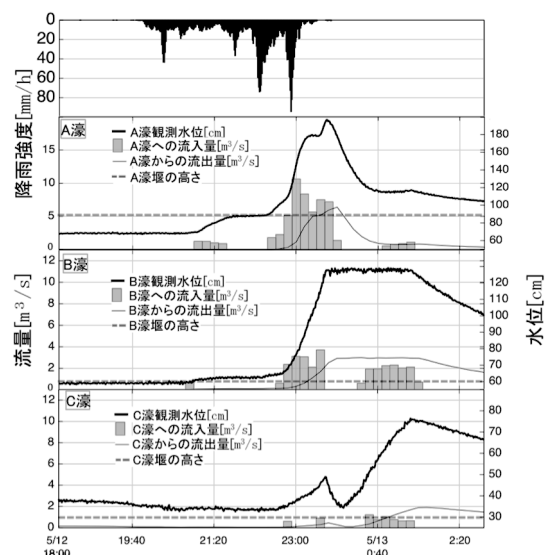


図-3 2015年5月12日18:00～13日3:00 降雨強度と水位変化の関係

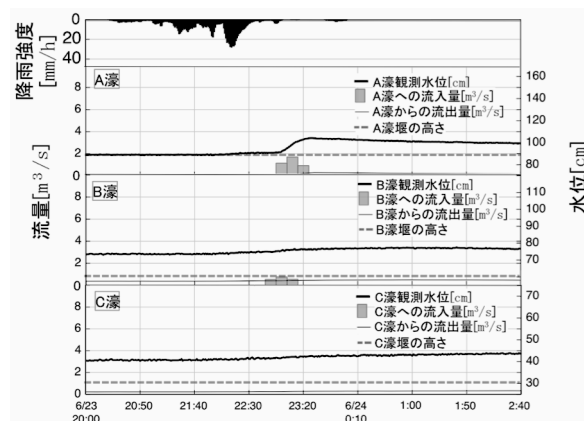


図-4 2015年6月23日20:00～24日2:40 降雨強度と水位変化の関係

の関係を明らかにした。以下に得られた知見を示す。

- 1) 総流入量、水位上昇の時期の早さより、上流側のA濠から順に吐き口から流入しやすく、下流の濠の水位は、上流側の濠から越流してきた水により上昇している。
- 2) 降雨強度に関係なく、上流部に位置するA濠が最も吐き口から水が流入しやすい。

謝辞：本研究は中央大学共同研究プロジェクト「横断的学術連携による水辺再生技術と総合的なランドデザインの融合手法の確立に関する研究～外堀通りを事例として～」(代表者、山田正)の支援を受けて、行われたものである。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 千代田区・新宿区・港区「史跡江戸城外濠跡保存管理書」
- 2) 櫻井一貴：都市河川感潮域における溶存酸素濃度の変動に関する研究～外濠・神田川・日本橋川を例として～，中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻，河川・水文研究室 2013年度修士論文
- 3) 水理公式集 昭和60年度版 pp.283-286.