

GIS を用いた江戸城外濠における下水放流量算定の試み

○ 法政大学 デザイン工学部 学生会員 田中 走
 法政大学大学院 学生会員 土屋 雄大
 法政大学 デザイン工学部 正会員 岡 泰道

1. はじめに

江戸城外濠周辺の下水道は合流式であるため、近年、未処理下水の流入による水質汚濁が深刻化してきた。特に、外濠の一つを成す市ヶ谷濠においては、繁殖したアオコや浮遊する汚物により著しく景観が損なわれている。こうした状況を打破するには合流改善が不可欠で、そのためには水循環システム全体の改善策を講ずる必要がある。本研究ではその第一歩として、市ヶ谷地区の放流下水の実態を把握するための定量化手法について検討し、下水放流量の算定を試みた。

2. 外濠の構成

外濠は市ヶ谷濠・新見附濠・牛込濠からなる。周辺に敷設されている下水道は市ヶ谷幹線に属し、50mm/hr の降雨時に1.2m/s の速度で下水が流下するよう計画されている。また、未処理下水吐口は市ヶ谷濠に3箇所、新見附濠に5箇所、牛込濠に3箇所ある(図1)。



図1 外濠構成と吐口位置

3. 下水放流量の解析手法

下水道の敷設状況を考慮するため下水道台帳情報システムを参照し、GIS上に下水道ネットワークを構築した(図2)。これにより、各マンホールと吐口を関連付ける。本研究では既往の研究[1]を参考に、地表に降った雨がマンホールに流入するものと仮定し、GISを用いることにより各マンホールに流入した雨水がどこから放流されるかの把握を可能にする。

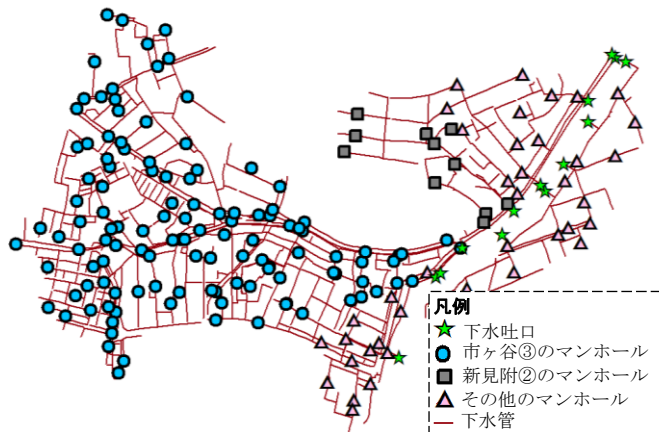


図2 外濠周辺の下水管網

(1) 雨水量の算定手法

それぞれの雨水吐室に集まる雨水量 Q_i (m³/s)は次式で求める。

$$Q_i = \frac{1}{360} \sum_{n=1}^i R_n \cdot A_{i-n+1}$$

ここで、 R : Δt ごとの有効降雨(mm/hr)、 n : 等到達時間域の数、 A : Δt ごとの等到達時間域別の排水面積(ha)である。

a) 各パラメータの推定

有効降雨は、降雨に流出率を乗じて算出する[2]。また、等到達時間は10分間とし、等到達時間域は下水道の計画値から推定する。すなわち、下水が計画値1.2m/sで10分間に流下する距離を基に、雨水吐口から半径720mごとの範囲を等到達時間域とした。ここでは、地表に達した雨水はマンホールから下水管に流入すると仮定しているため、等到達時間域内にあるマンホールの排水域を、等到達時間域別の排水面積と設定した。

b) 等到達時間域別の排水面積の算定

等到達時間域別の排水面積の算定には、まず外濠排水域を道路、屋根、その他に分類し、それぞれグ

表1 土地利用
ごとの流出率

土地利用	流出率
公共用地	0.7
商業用地	0.8
工業用地	0.8
独立住宅	0.7
集合住宅	0.7
公園緑地	0.1
鉄道	0.8
河川	1
空地	0.3
道路	0.9
その他	0.8

キーワード 江戸城外濠, 合流式下水道, 未処理下水, GIS

連絡先: 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町2-33 法政大学 TEL: 080-1194-2010 E-mail: 07n2068@stu.hosei.ac.jp

リッド分けする。道路と屋根に降った雨は最も近傍のマンホールに、その他に降った雨は地表面の勾配に沿って流れ着いたマンホールに流入するものとする。これらをマンホールごとに足し合わせたものを、等到達時間域別の排水面積とした。

(2) 汚水量の算定手法

汚水量の算定に関しては、排出される汚水量が使用される水量と同等であると考え、建物用途ごとの単位延床面積当たりの水需要量[1]から見積もる。また、放流量の算定においてはこの汚水が基底流量として雨水吐室に流れ込むものとしている(表2)。

表2 各雨水吐室に流入する平常時汚水量

利用用途	水需要原単位 L/(日・m ²)	雨水吐室に 対応する吐口	汚水量 m ³ /day
官公庁施設	4.27	市ヶ谷①	7.44
教育文化施設	9.80	市ヶ谷②	11.9
厚生医療施設	13.40	市ヶ谷③	215
供給処理施設	0.00	新見附①	14.6
事務所建築物	4.50	新見附②	19.3
専用商業施設等	11.00	新見附③	1.94
住症併用建物	11.00	新見附④	10.41
宿泊・遊興施設	15.00	新見附⑤	3.51
スポーツ・興行施設	13.10	牛込①	0.609
専用独立住宅	10.90	牛込②	6.42
集合住宅	10.10	牛込③	9.67
その他	0.00		

(3) 放流量の算定

流入する下水量（雨水と汚水）を加えた雨水吐室の総貯留量が、雨水吐室の排水可能量と最大貯留量の和を超えると、外濠に放流されることになる。雨水吐室から放流される下水量の算定式を以下に示す。

$$I_t - O_{\max} = S_t - S_{t-1}$$

$$F_t = S_t - S_{\max}$$

ここに、 I_t : t における雨水吐室に流入する下水量(m³)、 $O_{\max}$: 雨水吐室の排水可能量(m³)、 S_t : t 時における貯留量(m³)、 $S_{\max}$: 最大貯留量(m³)、 F_t : t における外濠への放流量(m³)、である。雨水吐室の排水可能量は、雨水吐室から延びる下水管が、満管で下水を流下させている状態と仮定し、Manning 式より算定した。 S_t の初期値は、各雨水吐室における汚水量とする。

4. 解析結果と考察

解析に用いる降雨データは実際に放流を確認した2010年9月16日の東京気象台の10分間降雨データ

<参考文献>

- [1] 近藤弘章, 花木啓祐, 荒巻俊也, 松尾友矩, 細田昌宏 (2004) : 雨水の貯留・浸透を考慮した都市内雨水管理システムの構築と合流式下水道改善効果の評価, 下水道協会誌, 41 巻, pp.118-127.

- [2] 市川新, チェド・マキシモヴィッチ (1988) : 都市域の雨水流出とその抑制, 鹿島出版会, pp.217-271.

を使用した。この日の総降水量は 98.0mm、最大 10 分間降雨は 6.5mm であった。

放流は市ヶ谷③、新見附②の吐口からのみ発生している (図 3)。これは、市ヶ谷③はその排水域が、外濠での雨水吐室中で最大となるためである。また、その影響で市ヶ谷③に続く新見附②の雨水吐室にも相当の雨水が集まり、放流が発生すると推察される。こうした状況は、実際の外濠の観察においても確認されており、外濠流域における下水道ネットワークによる複雑な下水排水システムがある程度再現できたと判断される。しかし、総放流量、最大放流量ともに観察よりも過大に見積もられている傾向にあると推察され、排水可能量や流出率等には検討の余地が残されている。つまり、排水可能量は Manning 式から算定しているが、実際の現象におけるエネルギー差が考慮されておらず、過少に見積もられていると推定される。また、流出率に関しても、過度に都市化が進んでいる新宿区、千代田区に位置する外濠流域において、既往の研究による標準値をそのまま適用してよいかという点については疑問が残る。

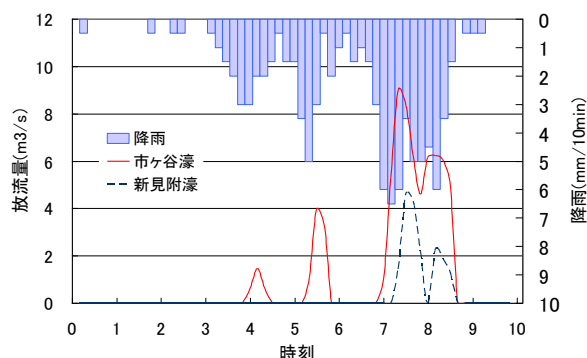


図3 放流量の時間的変化

5. まとめ

本稿では実際の下水管網を考慮した降雨流出モデルの構築を行うことにより放流量の定量化を試み、ある程度合理的な試算結果を得ることができたと考えられる。しかし、現状では放流量の実測値が無いことからモデルの検証が困難な状況にある。今後、各設定値の更なる見直し、ならびに放流量の現地実測なども視野に入れ、モデルの検証を進めるとともに、実用性の向上を目指したいと考えている。