

## 井の頭池の水循環機構の解明に関する一考察

明星大学理工学部建築学科  
東京都土木技術センター技術調査課  
三菱地所藤和コミュニティ

正会員 藤村 和正  
正会員 高崎 忠勝  
非会員 岡田 行由

## 1. はじめに

神田川や石神井川、野川など武蔵野台地上の河川では都市化の進行により平常時流量が減少し、都市の水辺環境が失われてきた。神田川源頭の井の頭池でも、元来、湧水により池の水量が保たれていたが、昭和30年頃から湧水が減少し、今日では深層地下水の補給により池水が維持されている。だが一時的ではあるが、過去20年間に3回ほど大雨後に湧水が復活し、池水の透明度が良くなった<sup>1)</sup>。一方、洪水抑制と湧水保全を目的として武蔵野市、三鷹市では雨水浸透柵を数多く設置している。しかしその効果を把握するまでには至っていない。武蔵野台地上の池や河川の湧水及び平常時流量を増加させることは、都市の失われた水辺環境を復元させるためにも重要である。そのためには現在の水循環機構を明らかにすることが基本となる。以上のことより本研究では井の頭池において1999年4月から2000年3月まで1年間を対象期間とし、安藤・藤村・荒井<sup>2)</sup>が示した1時間単位の水循環モデルを用い解析を行い、その適合性について検討することを目的とする。

## 2. 対象地域

井の頭池が位置する武蔵野台地東部は、関東ローム層が深さ5~10mで分布し、その下に武蔵野礫層が存在する。井の頭池は井の頭恩賜公園内にあり池面積は約4.3haである。地下水涵養域は約8km<sup>2</sup>と推定され、涵養域内に約9,000個の雨水浸透柵が設置されている<sup>3)</sup>。細密数値情報から神田川上流部の土地利用別面積率を読み取ったが、細密数値情報の土地利用区分「住宅地」は不浸透域としての屋根と浸透域としての敷地の区別がなかったため、池周辺の住宅区画を任意に選び交点法により屋根と敷地の面積率を算出し、土地利用別面積率を補正した(表1)。使用した水文資料は、気象庁アメダスの府中と練馬の1時間毎雨量データ、東京都により設置された池周辺6地点(図1)の地下水位計の1時間毎データ、池流末の池水位と堰の越流水深から得られる日流出量及び国立天文台のWebサイトに緯度、経度、高度を入力し得られる井の頭池地点の月毎可照時間である。

## 3. 水循環解析

井の頭池と同様な武蔵野台地の湧泉の研究としては、安藤・高橋・田口<sup>4)</sup>により行われた国分寺万葉園内の湧泉の水循環解

析があり、また、安藤・藤村・荒井<sup>2)</sup>の同流域における1時間単位の水循環解析があり、さらに、藤村・安藤<sup>5)</sup>は降雨強度の変化を考慮して浸透量及び有効降雨を算定するDiskin-Nazimovの雨水浸透モデルを組み込み水循環モデルを改良した。本研究では改良した水循環モデルにより解析を行う。図2にそのフロー図を示す。

水循環モデルの構造はDiskin-Nazimovの雨水浸透モデル、地下水涵養モデル、地下水流出モデルから構成される。まず、Diskin-Nazimovモデルにより1時間雨量から表層浸透能( $f$ )を算定し、そして不飽和帯への浸

表1 神田川上流部の土地利用及び解析定数

土地利用	不浸透域	浸透域		
	道路、建物	運動場	庭	果樹園等
面積率(%)	49.4	1.7	41.5	7.4
		50.6		
終期浸透能 $f_c$ (mm/h)	0.1	3.8	11.3	100.0
最大表層水分保留量 $S_m$ (mm)	1.0	10.0	10.0	50.0

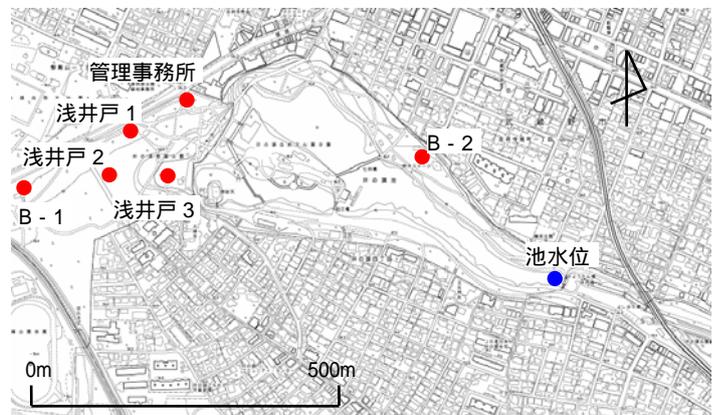


図1 地下水位観測位置

キーワード：武蔵野台地、都市化、井の頭池、湧水、水循環解析

連絡先：〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 明星大学理工学部建築学科 TEL 042-591-5111

透量(g)と直接流出量(D)を算定する。次に、不飽和帯への補給量は浸透量(g)とし、消失量は蒸発散(E)と地下水涵養量(G)を考える。時間蒸発散量は、Hamon 式により計算した日蒸発散量に、多摩ニュータウンの永山試験流域でウーダイユ式自記蒸発計により 24 時間観測された蒸発散量から得た1時間毎の重みをかけて算出した。不飽和帯からの地下水涵養は、不飽和帯の水分保留量(Ms')が最小容水量(Mn)より小さいときは行われず、大きいときにはその超過保留量(Ms' - Mn)に比例定数  $\beta$  を乗じた量とし、超過保留量がある一定値 h を超えたときには地下水涵養能(gg)で涵養される。

4. 解析結果と考察

6地点の地下水位観測値、その平均値及び地下水貯留量の計算値を図3の2段目、3段目に示し、池流出高の実測値と計算値を図3下段に示す。1999年の最大降雨は8月14日の194mmであり、この降雨に対して地下水位は高い応答を示し、どの地点の地下水位も最大となっている。この降雨以降、地下水位は湯水期に向け減少している。解析で得られた地下水貯留量は実測値である地下水位平均値とほぼ同じ挙動をしている。これは地下水貯留量の減水傾向は地下水減水定数によるが、その値が適切であったためと考えられる。本研究では、対象地域の地下水は関東ローム中の不圧地下水であるため分数関数減水式を用い、その定数 Au を同じ関東ロームの地質である乞田川流域で用いた値 0.002 を採用した。地下水貯留量と平均地下水位の相関図を図4に示す。この図における傾き 0.08 は対象地域の有効空隙率 8%と考えられる。通常、土質試験により求めた有効空隙率が解析に用いられるが、本研究では逆に解析により推定した。この値は関東ロームの有効空隙率の一つの指標になると思われる。池流出高については実測値にバラツキが見られ観測精度を向上させなければならないが、計算値は実測値をおおよそ再現している。

5. おわりに

井の頭池の水辺環境保全のためには水循環機構の解明が必須であり、それは武蔵野台地の都市中小河川の平常時流量復元のための基礎的研究になると考えている。今後、水文・水質観測を充実させ、精度の高い水循環解析を行い、本研究を発展させて武蔵野台地の都市河川流域の健全な水循環機構の復元に結び付けたい。本研究を進めるに当たり、地下水位等の水文資料を提供して頂きました東京都西部公園緑地事務所の関係各位、また、本研究の足掛かりを作って頂きました東京都第二建設事務所の国分邦紀氏に、ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 国分邦紀: 大雨により復活した台地の湧水・地下水についての水文学的考察、平成 17 年度東京都土木技術研究所年報、2005.
- 2) 安藤義久・藤村和正・荒井竜司: 武蔵野台地の湧泉の水循環解析と流域管理、水工学論文集第 40 巻、pp.225-230、1996.
- 3) 東京都建設局西部公園緑地事務所・(株)サンコー: 平成 16 年度井の頭恩賜公園池湧水調査報告書、p.30、2004.
- 4) 安藤義久・高橋裕・田口隆男: 台地の小試験流域における地下水流動を含む地下水流出解析、第 28 回水理講演会論文集、pp.515-520、1984.
- 5) 藤村和正・安藤義久: 表層浸透能の変化を考慮した多摩丘陵都市流域における水循環解析、水工学論文集第 46 巻、pp.271-276、2002.

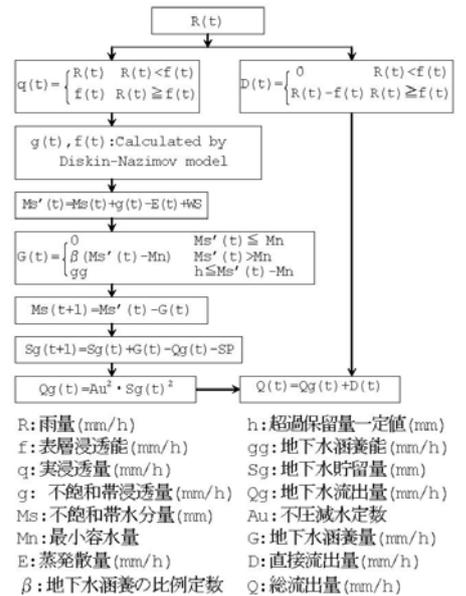


図2 水循環解析のフロー図

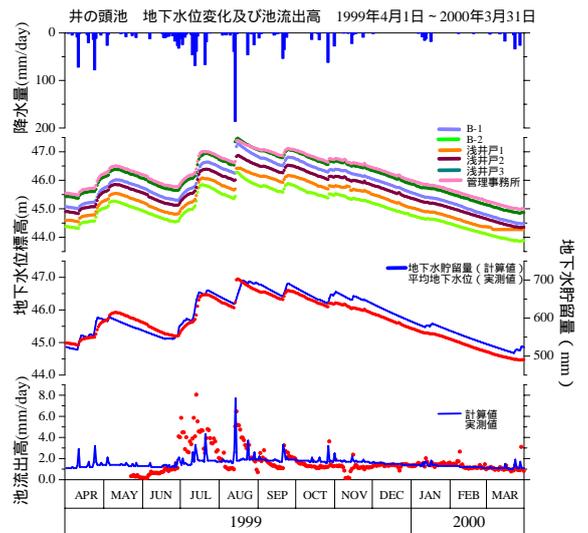


図3 地下水貯留量及び池流出量の解析結果

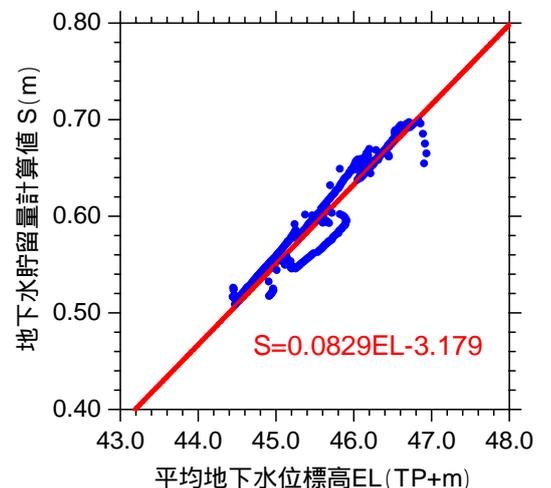


図4 有効空隙率の推定