

井の頭池の大雨時の湧水復活現象の解明に関する一考察

明星大学理工学部土木工学科 学生会員 岡田 行由
 明星大学理工学部建築学科 正会員 藤村 和正

1. はじめに

都市化の進行に伴い武蔵野台地の都市中小河川では平常時流量が減少してきた。神田川源頭部の井の頭池でも昭和 30 年頃から自然湧水が減少し続けてきている。今日では自然湧水はほとんど無く、深層地下水の補給により池の水が維持されている。自然湧水の復活が見られたのは大雨時であり、過去 20 年間で 1991 年、1998 年、2004 年の 3 回である¹⁾。武蔵野市、三鷹市では雨水流出抑制、湧水保全を目的として雨水浸透柵を数多く設置している。しかし、井の頭池の湧水量増加の効果を定量的に把握するまでには至っていない。また、現在、井の頭池では水質悪化が問題となっているが、その原因の一つとして湧水の減少が考えられる。井の頭池の水辺環境を保全するためには、地下水涵養域を含む井の頭池の水循環機構を明らかにすることが重要であり、今後の湧水復元対策の基本になると考えられる。そこで本研究では井の頭池を対象として 1999 年 4 月から 2000 年 3 月までの 1 年間について安藤・藤村・荒井²⁾が示した 1 時間単位の水循環モデルにより解析を行い、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 43,000m²である。井の頭池付近の土地利用については、神田川上流部を対象に GIS を用いて細密数値情報から読み取り、さらに、細密数値情報の土地利用区分「住宅地」は不浸透域の屋根と浸透域の敷地の区別がないため、池周辺の住宅地の屋根、敷地割合を読み取り補正した(表1)。使用する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 箇所(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の日照時間である。

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 $f_c(\text{mm/h})$	0.1	3.8	11.3	100.0
最大表層水分 保留量 $S_m(\text{mm})$	1.0	10.0	10.0	50.0

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当初、安藤・高橋・田口³⁾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²⁾は同流域において1時間単位の水循環解析を行っており、さらに、藤村・安藤⁴⁾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改良している。本研究でも同様の水循環モデルにより解析を行う。図2にその解析フロー図を示す。

水循環モデルの概略を述べると、その構造は 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時間雨量から土地利用別に表層浸透能(f)を算定し、そして不飽和帯への浸透量(g)と直接流出量(D)を算定する。次に、不飽和帯への補給量として浸

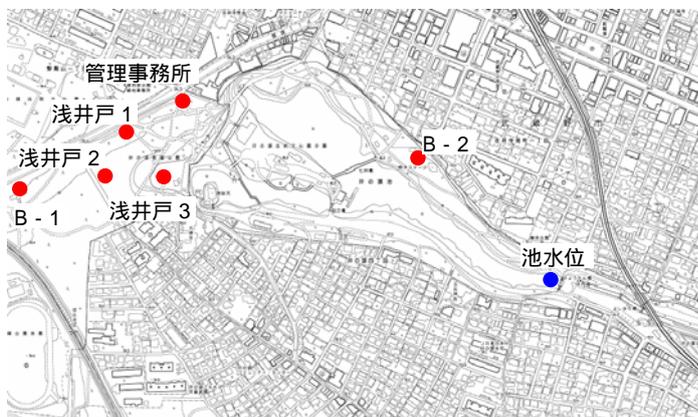


図1 地下水位観測位置

透域の表層からの浸透量(g)と水道漏水(WS)を考え、消失量として蒸発散(E)と地下水涵養量(G)を考える。実際の蒸発散は表層から行われているが、蒸発散と土壌の浸透能との関係は解明されておらず、Diskin-Nazimov モデルに組み込むことは困難なので、従来のモデルの通り不飽和帯の水分量から蒸発散量を差し引く。蒸発散量の算定は、Hamon 式により計算した日蒸発散量に永山試験流域で得られている 24 時間の蒸発散量の割合をかけて1時間当りの蒸発散量とした。不飽和帯からの地下水涵養は、不飽和帯の水分保留量(Ms)が最小含水量(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 β 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。

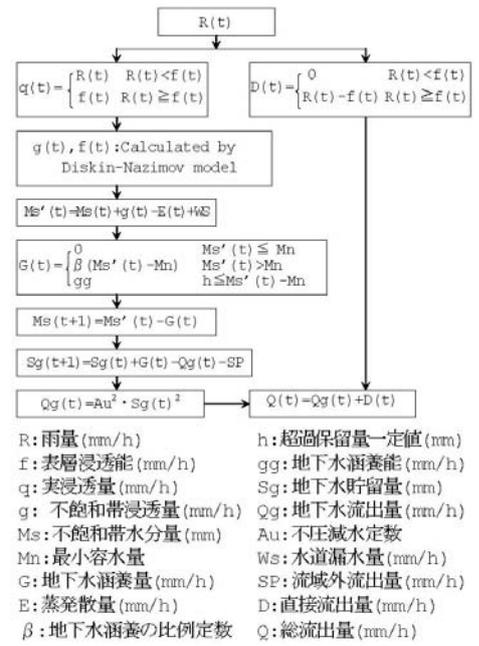


図2 水循環解析のフロー図

4. 解析結果と考察

地点の地下水位観測値を図3中段上に示し、6地点の地下水位平均値及び地下水貯留量の計算値を図3中段下に示し、そして、池流出量の実測値と計算値を流出高として図3下段に示す。対象期間である1999年は8月14日194mmの降雨に向けて地下水位及び地下水貯留量が上昇し、それ以降は湯水期に向けて減少している。計算値である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。これは解析において地下水減水定数を分数関数減水式の定数 Au として 0.002 の値を用いおり、この値が地下水の減水特性を良く表しているものと考えられる。ちなみに Au=0.002 は藤村等⁴⁾の同じ関東ローム地質である乞田川流域で用いた値である。池流出高について計算値は実測値の傾向を表していると言える。本研究では井の頭池を対象とした水循環解析を行い、計算値である地下水貯留量、池流出高は実測値に対して妥当な値であった。

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、井の頭池の水文資料及び調査資料を提供して頂きました東京都西部公園緑地事務所と東京都土木技術センターの関係各位、また、調査研究にご協力を賜り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) 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.
- 4) 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.

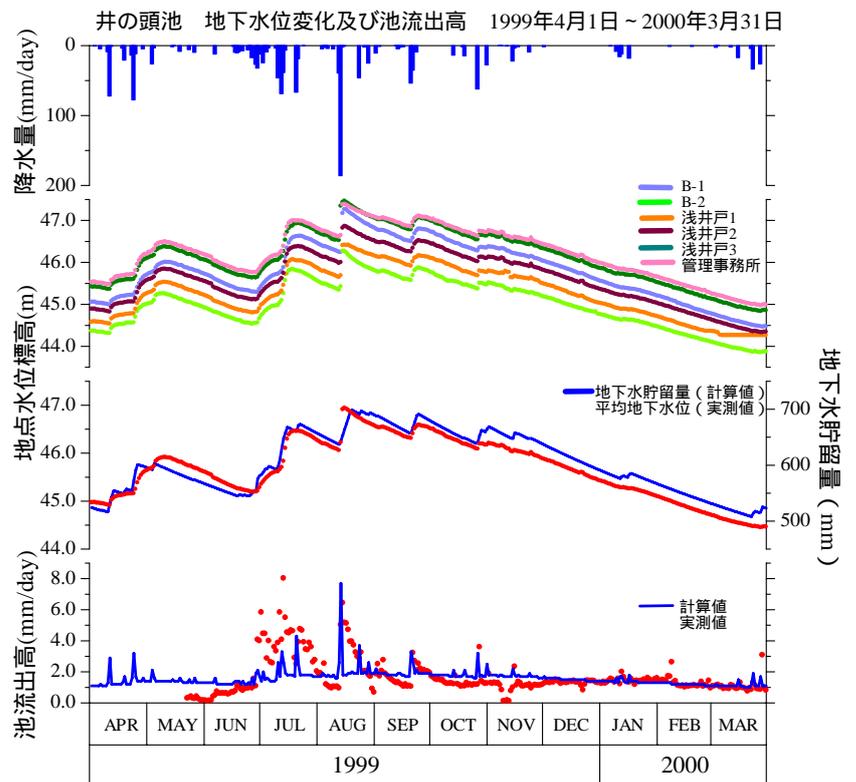


図3 地下水貯留量及び池流出量の解析結果