

石神井公園三宝寺池の池水挙動に関する一考察

明星大学 学生会員 ○荒川 裕己
明星大学 正会員 藤村 和正

1. はじめに

東京西部の武蔵野台地の周縁部には、三宝寺池、井の頭池、善福寺池などの湧水池が点在している。これらは都市の貴重な水辺空間であり、公園池として市民の憩いの場になっている。いずれの池もかつては豊富な自然湧水で満たされていた。しかし、昭和30年代以降の都市化とともに池水は枯渇した。現在、自然湧水は大雨の後に一時的に出現する程度である¹⁾ため、池水の維持は地下水のポンプ揚水に頼っている。自然湧水に比べて人工的な補給量には限界があり、池水の代謝不良によってアオコが発生するなど水質悪化が問題となっている。そこで、東京都は水辺再生を目指し、「かいぼり」を実施するなど水質改善事業に取り組んでいる。水質改善には、地下水の導水量の調整や池流末に設置された堰板の操作など、日常的な池水管理も重要である。これらの水質改善や湧水保全を行うためには、まず、水収支の把握や池水の動態を的確に把握しておくことが必要である^{2),3)}。

そこで本研究では、石神井公園三宝寺池を対象として iRIC3.0、Nays2DFlood を用いて平面2次元流解析を行い、池水の流動状態を表し考察する。

2. 対象地域と利用データ

石神井公園には、三宝寺池、新池、ひょうたん池、石神井池の4つの池がある。本研究で対象とするのは最上流の図1に示す三宝寺池であり、池面積は約25,000m²である。解析には、地形、地下水陽水量、池水深の各データを使用する。地形データには、GISデータベースから基盤地図情報の数値標高モデル (DEM5A、5mメッシュ) と基本項目水崖線を使用する。地下水陽水量は、令和3年の地下水陽水記録より一日平均揚水量を用い、池水深は、平成8年浚渫基礎調査の水深分布図を利用する。

3. シミュレーションの方法

(1) iRIC3.0Nays2DFlood の利用

iRIC は清水および Jon Nelson の提唱により開発さ

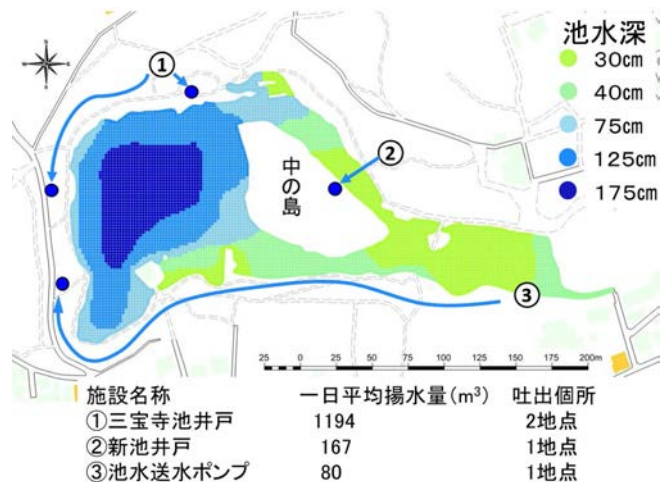


図1 三宝寺池の概要図

れた河川の流れやなど水工学に関する現象をシミュレーションする無償のソフトウェアであり、国内外で利用されている。iRIC3.0 Nays2DFlood は2次元不定流計算を行うソルバーであり、主に河川氾濫流計算に用いられている。本研究ではこれを池沼の流水流動解析として適用する。

(2) 池地形の作成

iRIC を用いて2次元不定流計算を行うためには、池地形を作成する必要がある。そこで、GISを利用して数値標高モデルと基本項目水涯線から池周囲の標高を求めた。そして、池周囲標高から逆距離加重法により2mグリッドで補間して池表面の標高を求めた。一部、狭小な水路部では20cmグリッドで補間した。次に、平成8年浚渫基礎調査により5分類された水深データの代表値 (30cm, 40cm, 75cm, 125cm, 175cm) を池表面標高から差し引き、地底の標高を算出した。地底を反映したGISマップから池貯留量を求めたところ21,791m³であった。公表値の約2万m³と大きな違いはないことから妥当な地底地形を表現できたといえる。

(3) 地下水揚水量と池水循環量

ポンプ揚水井戸は三宝寺池と新池の2か所に設置

されている。令和3年の三宝寺池井戸(図1①地点)の揚水量は $1,194\text{m}^3/\text{day}$ ($0.014\text{m}^3/\text{sec}$)である。この井戸の揚水地下水は分配して池上端2か所に吐出している。また、新池井戸(図1②地点)の揚水量は $167\text{m}^3/\text{day}$ ($0.002\text{m}^3/\text{sec}$)である。池水循環のためのポンプは池尻付近(図1③地点)に設置されており、池上端に送水して池水を循環させている。その量は $80\text{m}^3/\text{day}$ ($0.001\text{m}^3/\text{sec}$)と仮定する。

(4) 計算条件

主な計算条件を表1に示す。計算の格子サイズは 5m メッシュ、計算時間ステップを 0.4 秒として1週間($604,800$ 秒)通して計算し、解析に要した時間は約16分である。電子計算機のCPUスペックはIntel® Core™ i7-2600, 3.40Hz である。

4. 結果と考察

解析結果として、池水の流向状況を図2に示す。池中央の中の島部分で流水は分流し、再び合流して池尻に向かう様子が表現できている。この図から、池上端に導水されたポンプ揚水の地下水は、一部、池上端に向かって流れる様子も伺える。

このシミュレーション結果より流水挙動を把握するため、図2中に示すA、B、Cの3地点を確認箇所として設定し、流速と水深を抽出した。そして、水面幅をそれぞれ 3m 、 5m 、 7m と仮定して日流量を算出した(表2)。その結果、池尻の流量は約 $1,415\text{m}^3/\text{day}$ であり、三宝寺井戸と新池井戸の揚水量の合計値 $1,361\text{m}^3/\text{day}$ と大きな差がないことが示された。また、中の島で二手に分かれたB地点とC地点の合計量は $1,768\text{m}^3/\text{day}$ であり、A地点の日流量とは $353\text{m}^3/\text{day}$ ほど多かった。

次に、池中央の水深の深い箇所での流水の挙動について見ると、流速は極めて小さく $3\text{cm}/\text{min}$ 程度であり、動きがほとんどない状態であった。

5. おわりに

本研究では、iRIC3.0、Nays2DFloodを用いて石神井公園三宝寺池の平面2次元流解析を行い、池水の流動状態を表した。結果として、池に導水される井戸揚水量と池尻の流量はほぼ等しく、シミュレーションの妥当性はある程度示されていると考えられる。しかしながら、現地確認は行っているものの詳細な水面幅や流向流速などの計測は実施していない。今後、池の水理、水文観測を行うなどして、シミュレー

表1 主な計算条件

計算格子サイズ	$5\text{m} \times 5\text{m}$
計算時間ステップ	0.4 秒
初期水面勾配	1/1,000
池底の粗度係数	0.020
初期水面勾配	0.001
解析期間	1 週間 (604,800 秒)
移流項の差分方法	風上差分

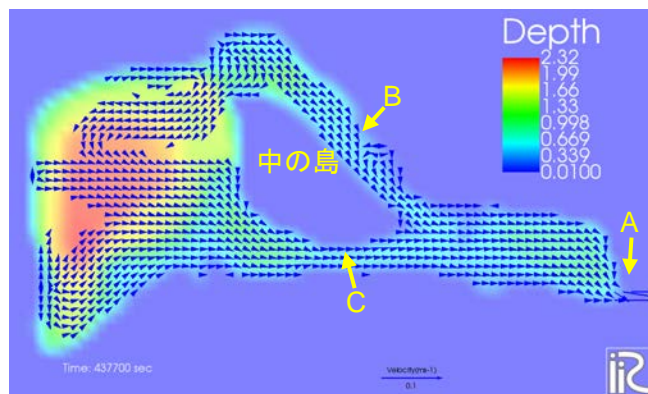


図2 池水流向の解析結果

表2 3地点の流速・水深の抽出と流量算定

	流速	水深	水面幅	流量
地点	(m/s)	(m)	(m)	(m^3/day)
A	0.0569	0.096	3	1,415
B	0.00279	0.413	5	498
C	0.0015	1.40	7	1,270

ションの信頼性を高める必要があると考えている。

本研究を進めるにあたり、資料提供には、東京都東部公園緑地事務所、東京都土木技術支援・人材育成センター、愛植物設計事務所、石神井公園野鳥と自然の会の関係各位にご協力を頂きました。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年東京都土木技術支援・人材育成センター年報、pp.201-206、2005。
- 2) 鴨下泰典・藤村和正・高崎忠勝: 井の頭池における水文観測と地下水位解析、土木学会第63回年次学術講演会、pp.11-12、2008。
- 3) 高崎忠勝・枝澤知樹: 井の頭池から神田川への流出量の把握に向けた検討、令和2年東京都土木技術支援・人材育成センター年報、pp.25-30、2020。