

日本庭園（池部）の水質改善 取り組みについて

大平 育男

関東地方整備局 国営昭和記念公園事務所 工務課 (〒190-8558 東京都立川市緑町3173)

国営昭和記念公園を代表する修景施設である日本庭園は、池を中心に作庭された池泉回遊式庭園である。1997年、日本庭園は循環水質濾過装置を備えて開園したが、経年劣化により濾過装置が水質浄化機能を喪失、池の水質悪化が近年の問題となっていた。

本稿では、水質悪化の原因について概説し、2016年度から2017年度にかけて実施した水質改善の対策、及びその知見に基づく2018年度の水質改善対策について紹介する。

キーワード 水質改善, 維持管理, 利用者満足度, 環境負荷低減

まえがき

国営昭和記念公園の日本庭園は、池を中心に順路や植栽を配置した池泉(ちせん)回遊式庭園で、来園者が一年を通して四季折々の景観を楽しむことができるものである(図-1)。

開園(1997年4月)から20年を経過し、近年、水質濾過装置の経年劣化(濾過機能故障)による池の水質悪化が問題となっていた。

水質改善対策に取り組む中で、公園事業の維持管理費が縮減される状況にあり、対策コストの課題となった。

本稿では、水質改善の取り組みについて、過年度の実

施対策と、それを踏まえた2018年度の対策実施状況について紹介するものである。

1. 水循環システムにおける「日本庭園」

国営昭和記念公園は、水のある風景を作り出すための水景施設として「カナール」、「水鳥の池」、「こもれびの池」、「こもれびの里」、「日本庭園」を設けている。国営昭和記念公園では、環境負荷低減のため、「水鳥の池」を雨水貯留池として、水景施設の水を繰り返し使用する水循環システムを採用・整備している(図-2)。

(1) 日本庭園の循環濾過装置

水循環システムにおいて日本庭園の池は、好気性微生物による生物濾過装置と紫外線灯とフィルター層による光・物理濾過装置の2系統の水質濾過装置を備えていた(図-3)。

生物濾過装置は、循環水に含まれる有機物を微生物の活動によって分解する機能を有しており、光・物理濾過装置は、微生物によって分解することができない細菌類を紫外線灯で滅菌する機能を有していた。

(2) 濾過機能の喪失による水質悪化

水質濾過装置は経年劣化により濾過機能が故障し、近年は池の水質維持が困難な状態であった。

なお、紫外線灯による滅菌装置については、微少な植物プランクトンを除去できないことも判明していた。

循環水には、水景施設への落葉の沈殿や「水鳥の池」

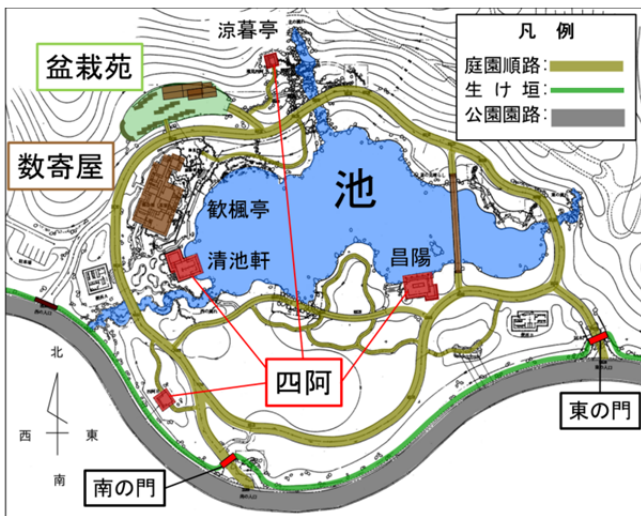


図-1 日本庭園 (平面図)

に生息する動植物の排泄物・死骸を原因とする有機物が含まれている。

日本庭園の池では、気温・水温が上昇し、日照時間が増える5月中旬より、この有機物を原因物質として、浮遊藻類が池の水面に発生しはじめ、7月から8月にかけては水面を覆うほど大量発生するようになった。

浮遊藻類は、冬期になると池の底に沈殿し、有機物となって池の富栄養化を進行させていた。

そのため、日本庭園の池は、年々水質が悪化する悪循環に陥っていた。

これにより池の景観は損なわれ、富栄養化した池の水が放つ悪臭によって、来園者から苦情が寄せられるようになった。

2. 水質改善の取り組み

(1) 2015年度以前の対策(人力回収)

国営昭和記念公園の運営維持管理業務を委託された国営昭和記念公園管理センター（以下、管理センター）では、前述の苦情を受け、浮遊藻類の大量発生時には人力による藻類の回収作業を実施してきた(図-4)。

しかしながらこの対策は、発生した水面上の藻類を除去するのみであり、藻類の発生原因である富栄養化した水質を改善するものではなかった。

そのため、気温が高く日照量も多かった2016年度には、32回の人力回収作業を実施した。

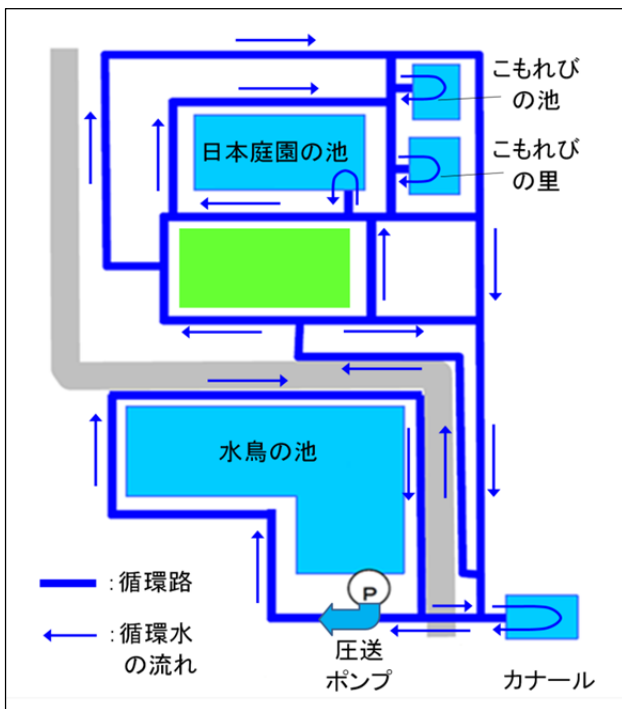


図-2 水循環システムの概要

(2) 木橋架け替え工事ともなう全面清掃(2016年度)

2016年12月、池に架かる木橋の架け替え工事を施工するために池の水抜きを実施した。

これに合わせて、国発注の維持管理工事が高圧噴射洗浄及びブラシ洗浄を実施し、池底部の沈殿物や、景石に付着していた藻類を除去した。

これにより、水質悪化の原因物質を除去することができた。

木橋の架設及び池の清掃完了後の注水に際しては、原因物質の再流入を防ぐため、循環水を用いず、水道水(以下、上水)を用いて満水にした。



図-3 循環濾過装置の概要



図-4 大量発生した藻の回収(2016年8月3日・撮影)

(3) 上水の投入による藻類の発生抑制(2017年度)

池底清掃と上水入れ替えによって、池の水質問題は一時的に解決したが、循環水の水質悪化原因であった水質濾過装置は、交換を必要とする箇所の部品の調達が困難なため、更新できなかつた。

そのため暫定的な水質維持の取り組みとして、上水を投入し、原因物質を希釈して藻類の発生抑制を図った。

a) 水循環経路からの遮断

循環路からの流入弁を閉じ、水循環システムから遮断された独立水系とすることによって、水質悪化の原因となる有機物の混入を防止した。

b) 上水投入による藻類発生抑制

浮遊藻類が発生する5月から9月にかけての温暖な時期に、上水を投入することで、藻類発生の原因となる有機物を希釈し、藻類の発生量抑制を図った(図-5)。

この対策は功を奏し、2015年度に30回、2016年度に32回実施した人力回収作業を、2017年には実施しなかつた。

また、日本庭園の池に関する苦情件数も、2015年度は34件、2016年度は12件を数えたが、2017年度は1件にとどまる一方、水質の改善を評価する意見が11件寄せられた。

(4) 塩素消毒の実施(2017年度・秋季)

前述の対策は2017年3月～8月にかけて実施したが、秋季にも晴天で気温の高い日には浮遊藻類が発生し、好天が続くと浮遊藻類の大量発生が予想された。

そこで、上水の使用量を削減する代替策として、浮遊藻類の発生した箇所に塩素を投与して殺菌消毒する対策を試験的に実施した。

一般に、水道水やプールの殺菌に広く使用されるなど、水の消毒には塩素が有効である。

塩素は強い酸化作用を持ち、水中の藻類・植物プランクトン、またその発生原因となる有機物を分解し、菌類を殺菌する。

また、塩素が水に溶解すると、次亜塩素酸(HOCl)と塩酸(HCl)の平衡混合物となる。

次亜塩素酸は細菌の細胞膜を浸透し、細胞内部のタンパク質を破壊して殺菌する。

塩素消毒は塩素剤の投入のみで実施が可能であり、持続的な効果を持ち、コストに優れた対策であった。

2017年度に実施した塩素投与は継続的なものではなく、気候と発生状況から大量発生が懸念された場合にのみ行ったが、塩素投与により、秋季における藻類の大量発生を抑制することができた。

(5) 各実施対策の課題

2016年度より実施した4つの対策と、根本的な対策である循環水質濾過装置の更新について、今後実施するに当たっての課題を整理した。

a) 水質濾過装置の更新

水循環システム全体の水質浄化機能を改修するには、光・物理濾過装置の見直しと、機器の改修・更新が必要となり、多額のコストを要する。

b) 上水による発生抑制対策

上水の投入により水質を維持することには成功したが、2017年3月の水の入替え以降1年が経過し、池底の玉石には付着性の藻類が発生、また落葉等の堆積物も残留した。

これらの有機物は、翌年の春には水質悪化の原因物質となる。

また継続的な投入のため、対策実施に上水(約15,000 m³)のコストを要した。

c) 塩素消毒による化学的水質浄化

塩素消毒による水質浄化は、低いコストで高い効果が見込めるが、日本庭園の池を生息環境とする様々な生物に影響を与える可能性がある。

日本庭園の池は当初から「観賞用の水景施設」として位置づけられており、水質維持を優先し、生物の生息環境という運用上の拘束を受けない。

しかし、日本庭園の周辺には「トンボの湿地」、「こもれびの丘」等、水生昆虫等の生息環境が点在し、現在では日本庭園の池も、水辺を必要とする生物にとって生息環境の一つとなっている。

池に飛来するトンボ類を観察・撮影するために、日本庭園を訪れる来園者も多く、設計当初と現在の、環境への意識の変化を考慮する必要がある。

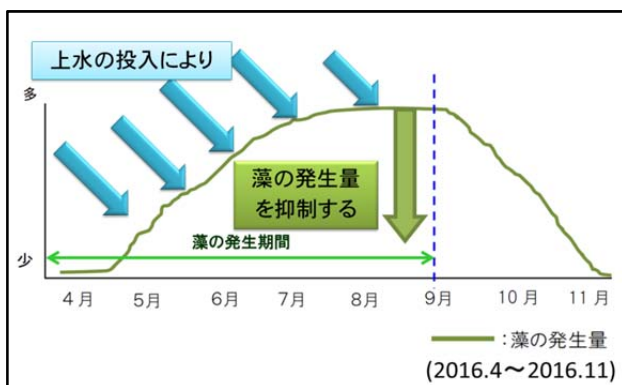


図-5 上水の投入による発生抑制対策

d) 池底清掃による原因物質除去

藻類発生の原因である池底の藻類・沈殿物を除去する対策は、水抜き・清掃・注水の工程を必要とし、作業期間中は庭園としての景観を来園者に提供できない。

水抜きに際しては、池に生息する生物を保護・移動する必要もあり、注水には4,200m³の上水が必要とする。

以上、実施して得られた各対策の効果と経済性を評価するとともに課題を整理した(表-1)。

3. 2018年度の対策検討と実施状況

(1) 4案の比較検討

循環水質濾過装置の更新による対策は、公園事業の維持管理費が縮減される中、多大な費用を要するため、採用できなかった。

上水の投入による藻類の発生抑制対策は、原因物質の残留という課題を残し、上水にコストを要することから、これを採用しなかった。

塩素消毒による化学的水質浄化については、周辺の生物環境への影響が不明のため、これを採用しなかった。

池底清掃による原因物質除去対策については、塩素による水質浄化に次いでコストの面で優れており、水抜き後、上水で満水にしても使用する上水量は2017年度の使用量に比して、約1/3に抑制することができる。

コストを2017年度より抑制し、来園者が満足する景観を提供し、周辺環境への負荷も少ないことから、これを対策として採用した(図-6)。

(2) 対策実施に当たって

管理センターは、公園管理業務仕様書に基づき、水景施設の「カナル」、親水施設の「溪流広場」、「水遊び広場」の3つの水辺施設について、それぞれ年3回の清掃を行っている。

清掃内容は高圧噴射洗浄とブラシ洗浄の併用であり、これは2016年度末に日本庭園の池で実施した内容と同様で、水質悪化の原因物質を除去できる。

表-1 対策方法の評価

対策方法	改善効果	経済性	課題
循環濾過装置の更新	◎	×	装置系統全体の見直しを要する
上水投入	△	△	秋季・冬期に原因物質が残留する
塩素投入	○	◎	周辺環境(生物)への影響が大きい
池底清掃	○	○	作業期間中、来園者に不便をかける

そこで、対策の実施について管理センターと協議した結果、全9回の清掃作業の内、溪流広場の清掃回数を減じ、日本庭園の池にあてることとした。

時期については、浮遊藻類の発生量が増加を始める6月から7月とした。当該時期は日本庭園の繁忙期(5月：アヤメ・スイレン開花、9,10月：紅葉)と重複しないため、来園者への影響も少ない時期である。

この時期に池底の原因物質を除去し、上水に入れ替えることで、以降の夏季・秋季についても、良好な水質を維持しうるものとする。

なお、作業に当たっては庭園内に水抜き清掃実施の看板を作業着手前から設置し、来園者の理解が得られるよう、周知に努めている。

4. 今後の課題

今後の課題として、循環濾過装置の更新については、稼働していない各種既存装置のデッドストック化を防ぎ、水循環システム全体の水質浄化機能を回復するため、検討の継続が必要である。

また、塩素消毒についても、予算規模が縮小される中で有効な対策であるので、今後の水質改善対策においても採用の適否を検討する必要がある。

まとめ

日本庭園の池の水質改善に取り組む中で、現地に足を運ぶたびに、日本庭園が国営昭和記念公園を代表する施設であり、その景観を多くの来園者が楽しみにしていることを実感した。

対策を怠れば来園者の期待に応えることができないが、一方で、対策に要する管理予算は縮減の方向にある。

2018年度の対策検討に際しては、コストを縮減しつつ、周辺環境への影響を最小限に抑えることを念頭に置いた。

今後も、より効果的かつ効率的な対策を模索すると共に、来園者が二度三度、繰り返し訪れたい庭園の景観を提供したい。

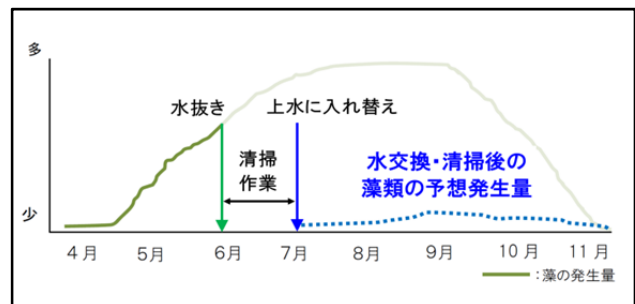


図-6 2018年度の対策効果予測