

# 明石公園における水質改善の 取り組みについて

前田 泰希<sup>1</sup>

<sup>1</sup>兵庫県 但馬県民局 新温泉土木事務所 河川砂防課 (〒669-6701兵庫県美方郡新温泉町芦屋522-4)

明石城跡を中心につくられた都市公園である明石公園は、堀が石垣の外周を囲み、園内には4つの池が存在している。堀や池は、流入水が少なく、水の循環が十分にされていないため、水質低下が見られる。過去には水質を改善するために様々な取組みを行ったが、長期的な水質改善には至らなかった。本論文では、明石公園の堀の水質改善に向けた新たな取組みについて、その手法と効果検証の方針について述べる。

キーワード 水質改善, 環境改善, 明石公園

## 1. はじめに

明石城跡を中心につくられた都市公園である明石公園は、堀が石垣の外周を囲み、園内には4箇所の池が存在している。堀や池は、流入水が少なく、水の循環が十分にされていないため、水質低下が見られる。水の色は青緑色をしており、透視度が低いため、明石公園の水景観に悪影響を及ぼしている。

過去には水質を改善するために、噴水の設置や天然鉱物由来の凝集剤の投与、かいぼり等を実施し、一時的な効果は発現したものの、長期的な水質改善には至っていない現状がある。そこで、今回は新たな取組みとして、生物由来の環境浄化微生物資材とその資材を活性化する仕組みを構築し、水質改善が図られるかを試験する予定である。

本論文では、明石公園の堀の水質改善に向けた新たな取組みについて、その手法と効果検証の方針について述べる。

## 2. 生物由来の環境浄化資材を利用するに至るまで

### (1) 現状の課題

明石公園の水源は、明石川水系の伊川上流から取水し、水路を築いて導水している。戦後、水路は周辺地域の宅地開発によって一部寸断されたものの、現在もわずかではあるが剛ノ池に導水している。明石公園における主な水源は、その水路の流入水、園内に降る雨水となっており、渇水時にのみ井戸からくみ上げた水を利用している。

堀や池の汚濁の原因は、このように流入水が限られ、

水の循環が十分にされていないことだと推測される。また、堀周辺には樹木が生い茂っており、日常的に落ち葉や土砂が流れ込みやすい環境であるため、未分解の有機物が堆積しやすいことも汚濁の一原因だと考えるが、まずは、流入水が限られた中での水質浄化を最優先に取り組むことが重要であると考えている。

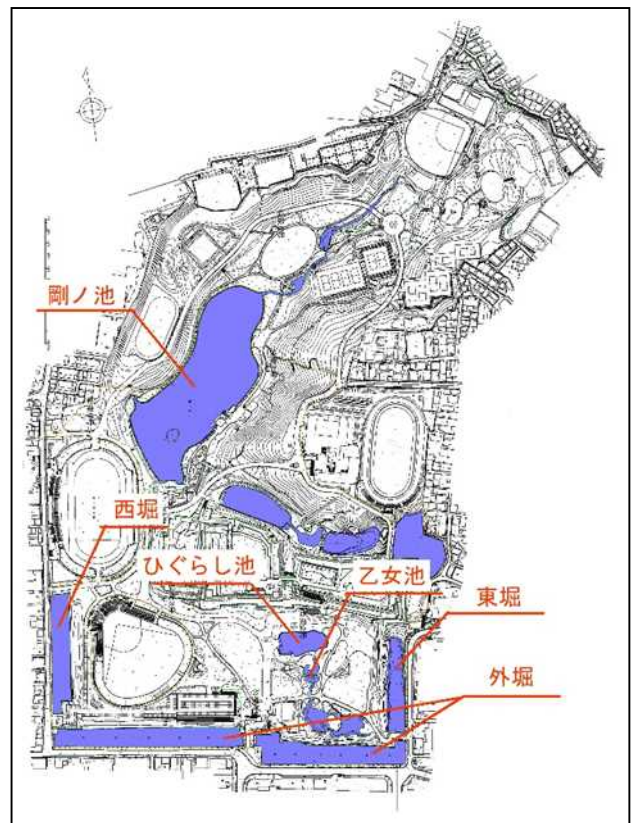


図1 明石公園の概要図

表1 水質浄化に関する過去の経緯

年度	対 策 概 要
1963～1964	乙女池に水を補給するために、深井戸及び揚水ポンプを設置
1972～1973	剛ノ池に水を補給するために、深井戸及び揚水ポンプを設置
1978～1979	外堀に噴水を設置
1983～1984	薬研堀に水を補給するために、深井戸及び揚水ポンプを設置
1985	剛ノ池、西堀、東堀のヘドロをバックホウが届く範囲で除去(494m <sup>3</sup> )
1988	外堀(東)の東端、ひぐらし池、藤見池のヘドロを汚泥給排水車で除去(889m <sup>3</sup> )
1989	外堀(東)の全域のヘドロを汚泥給排水車で除去(2,000m <sup>3</sup> )
1991	外堀(西)の全域のヘドロを汚泥給排水車で除去(2,500m <sup>3</sup> )
2000	外堀(東)及び外堀(西)の北側に浄化装置を設置
2013	西堀のかいぼりを実施
2017	外堀(東)に自然鉱物由来の凝集剤の投与

## (2) 過去に実施した水質浄化対策

これまでも堀や池の水質改善に向けて様々な取り組みがされてきた。

上流からの水源が少なく流入水を補うために、深井戸及び揚水ポンプを設置したが、鉄分が多く、赤褐色の水が出ることから、現在ではほとんど稼働させていない。2000年に設置した浄化装置については一定の効果があったものの、近年の管理費減少により常時稼働出来ず、年に数回発生しているアオコの除去を行うことが必要な状況となっている。2013年に実施した西堀のかいぼり後は、悪臭による苦情は減少しているものの、アオコ発生時は、悪臭が堀付近で確認されている。2017年の凝集剤の投与は、堀の底面が見えるほど水質が改善したが、持続的な改善に至らなかった。



図2 東堀の様子（2019年9月撮影）

## 3. 課題解決に向けた手法

前述のとおり、明石公園の水質を改善するために、噴水の設置やかいぼりの実施、自然鉱物由来の凝集剤の投与を行い、一定の効果は見られたものの、長期的かつ持続的な水質改善には至っていない。そこで、新たな取り組みとして、生物由来の環境浄化微生物資材（えひめA I-1）とその資材を活性化する仕組みを構築し、長期的な水質改善を目指す計画である。えひめA I-1とは、酵母、乳酸菌、納豆菌を培養した微生物資材である。これらの菌はパンやヨーグルト等の食料品に含まれるものであり、安全に使用することが出来る。

当資材を投与することで、それが堀や池に元から生息する微生物（在来微生物）の餌となり、在来微生物の活動が活発になる。その結果、活性化、増殖した微生物間で食物連鎖が促進され、水質が改善される。

### (1) 水質の状況把握

当資材を使用する前に、浄化対象の池が当資材を利用して効果が期待できるかを調査する必要がある。そのため、明石公園内にある堀、池5箇所（剛ノ池、ひぐらし池、乙女池、東堀）において、簡易的な水質調査と臭い等の現況の把握を行った。水質調査は、COD（化学的酸素要求量）、NH<sub>4</sub>（アンモニア性窒素）、NO<sub>3</sub>（硝酸性窒素）、H<sub>2</sub>S（硫化水素）、DO（溶存酸素）及び、pHの6項目で行った。

調査の結果、それぞれの堀・池において、透視度の低

表2 簡易測定の結果（抜粋）

	剛ノ池	ひぐらし池	乙女池	東堀	望ましい値
COD (mg/L)	10	35	20	120	10mg/L程度
NH4 (mg/L)	0.2	N.D.	0.2	0.2	不検出
NO3 (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	少量
H2S (mg/L)	N.D.	0.1	0.1	1	不検出
DO (mg/L)	4.6	9.6	2.3	-0.6	飽和状態
pH	7.03	6.34	3.3	7.87	7.0-8.6

望ましい値とは、公園の池のような閉鎖水域が健康な状態を維持する上で望ましい水質のこと  
N.D.=Not Detected、不検出

下や部分的な悪臭の発生が確認され、特に水質の悪化が顕著なのが東堀であった。CODの望ましい数値が10mg/L程度であり、東堀以外の3カ所の池・堀は10~35mg/Lに対し、東堀では、120mg/Lであった。CODとは、汚濁成分が分解するために、化学的に必要な酸素の量のことである。CODの数値が高いと、水中の酸素が不足して魚にとっては棲むことができなくなる。CODの数値が高かったことに加え、東堀では水深が約90cmに対し、底質汚泥（ヘドロ）の堆積が約60cmあり、臭気が強かった。東堀と連続する西堀と外堀は、東堀ほど悪化はしていないものの、同様の水質だと推測することができるため、簡易水質測定は省略した。

乙女池では、池全体が赤褐色になっている。水質試験の結果から、流入する地下水に起因する鉄細菌の影響だと推測され、今回の当資材による効果は期待できないため、対象外とした。

は、水質の悪化が見られるが、地下水の影響を受けたものであり、抜本的な対策が必要と考えられる。最も水質の状態が悪いのは東堀であり、東堀の浄化が急務である。

今回使用する当資材は、投入だけでは微生物の活性化効果を期待することができないことから、定期的に攪拌を実施するなど、水の滞留をなくす対策を実施することが望ましい。現状、明石公園の外堀には噴水が設置されており、常時表面の水は循環されている。噴水等の既存の設備を活用することができれば、外堀については当資材の投入だけで効果が期待できる。しかし、公園の噴水は、堀上部の上澄みを循環している可能性が高く、噴水と当資材のみで水質の浄化が可能なのか、また、別途攪拌の必要があるかを調べ、事前に効果を検証する必要がある。

外堀に当資材を投入する前に、実験室レベルの簡易的な模擬実験を実施し、最も効果が出る条件で水質浄化に取り組むこととする。効果を検証するために4つのパターンを用意する。



図3 簡易水質測定の結果

1. 模擬噴水により上澄みを循環させる方法  
(既存施設（噴水）の利用を前提とした方法)
2. 水槽底部にエアープンプを設置し、エアを送る方法  
(堀の底部から空気を送るため、酸素の供給が可能となる)
3. 手を加えない方法  
(当資材は本当に攪拌が必要なのか、他条件との比較検証を行う)
4. ヘドロのみ  
(当資材投入後、攪拌をおこない、当資材のヘドロ単体への有効性を検証する)

## (2) 模擬実験の実施

簡易水質測定において、それぞれの池・堀の性質を把握することができた。剛ノ池、ひぐらし池は、望ましい値に達していない項目があり、水質改善が望ましいものの、急ぎ改善をする必要性は低いと考えられる。乙女池

以上、この4つの方法で、効果を検証すべきであると考ええる。いずれのパターンにおいても、当資材の投入を予定している東堀の条件（水温、日照条件、ヘドロの量等）を合わせて実験を行う必要がある。



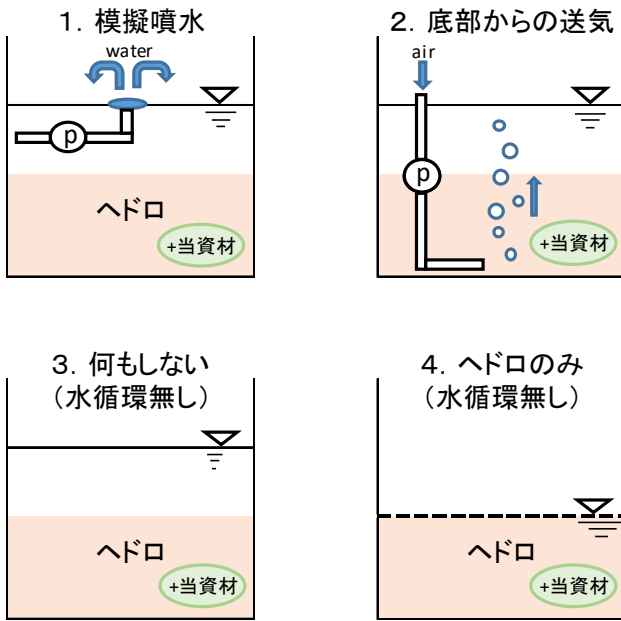


図4 簡易実験の模式図

- 作業手順
- ①対象となる堀の近傍で、4つの水槽を用意し、池の水をヘドロと共に水槽に入れる。
  - ②それぞれ模擬噴水、エアーポンプを設置し、ヘドロが沈降するまで静置する。
  - ③全てのパターンそれぞれに当資材を適量投入、機械を稼働し、経過を観察する。  
※効果の検証は、簡易水質試験及び濁度の変化で比較する。

### (3) 今後の方針

現時点では、この模擬実験は準備中であり、今後、その結果を基に環境資材の使用可否及び本格実施の方法を決定し、東堀をはじめとする外堀の水質浄化に取り組みたいと考える。既存の噴水を利用したものと、ポンプでの送気する方法で、浄化効果に明確な差が出なかった場合、既存施設を利用した方法での取り組みを進めたい。東堀での本格実施で効果が見られた場合、順次公園を囲う水質の近い外堀へと展開したいと考える。

### 4. おわりに

明石公園は、スポーツやイベントなど様々な目的で多くの人を訪れる。公園を囲うように位置する外堀の水景観をさらに改善し、気持ちよく利用者を迎え入れることが重要である。多額の予算を投入できれば、必然と結果がついてくる。しかしながら、限りある予算の中で、最大限の効果を発現するためには、今回のような試行錯誤が必要になる。

今後、模擬実験を行うなかでも出てくるであろう様々な課題に対しても、多様な意見を取り入れて試行錯誤し、長期的かつ永続的に良質の水景観を創出し、公園利用者に快適に利用していただけるように努めたい。

※本論文は、従前の所属（東播磨県民局加古川土木事務所明石まちづくり対策室）における所掌内容である。