

三原市教育委員会御中

株式会社ヒガシトゥエンティワン
株式会社U T K

平成 21 年度史跡三原城跡濠水質浄化・維持業務委託における
水質改善に関する報告書

三原城跡北濠の水質改善を目的に平成 20 年 8 月 29 日に浄化装置「グラナ」を設置させていただきました。20 年度に引き続き、平成 21 年度事業として平成 21 年 4 月 1 日から平成 21 年 9 月 30 日まで北濠の水質改善にかかる業務委託事業を受けこの度終了致しました。

グラナを設置している北濠と設置していない南濠の水質を比較するため、それぞれの水を平成 21 年 6 月 30 日、9 月 30 日に採取して水質分析を行いました。

さらに水質検査に加えて、透明度測定板を用いそれぞれの可視水深を測りました。21 年 3 月 25 日に採取、検査した結果も考慮して下記にその考察をご報告申し上げます。よろしくご査収賜りますようお願い申し上げます。

記

はじめに

本装置は酸素欠乏状態となっている閉鎖水域が、富栄養化することでアオコ・藻などが発生するのを抑制するものです。極めて細かい気泡を連続して水中に噴出させることで溶存酸素量を増やし、濠内に生存する好気性微生物の活動を活性化させて、濠底の污泥や水中の窒素酸化物、リンなどを分解することで、植物プランクトンの発生を抑制するものです。水の透明度はこれらの植物プランクトンの抑制により改善されると考えています。薬剤などを一切使用していませんので即効性はありませんが、時間をかけて水質の改善を図るものです。

1. 検査の概要

- (1) 装置設置水域 三原城跡北濠（水量：約320t・水深：約160cm）
- (2) 比較水域 三原城跡南濠（水量：約210t・水深：約120cm）
- (3) 分析項目 ① PH, COD, 全窒素（T-N）, 全リン（T-P）比較
② 透明度, 外観（色）目視比較検査
- (4) 検証期間 平成20年8月29日（設置日）～平成21年9月30日
までの約1年間。
- (5) 使用機器 UTK式微細気泡対流・攪拌装置「グラナ」KT-II型
付属ブロワ装置KT-BI型各1機（出力0.5kw）
- (6) 検査内容 水質検査は装置稼働7カ月後の平成21年3月25日と水質
が悪化する水温上昇期の6月30日および9月30日の濠の
水を北濠（実験区）南濠（対照区）それぞれで採取し
（株）大阪環境センターで分析を行った結果を元に北濠（実
験区）と南濠（対照区）を比較。
- (7) 調査立会 三原市教育委員会

2. 検査対象水域の環境と水質障害

- (1) 北濠・南濠の水は境界となる歩道下の細い配管でつながっている為、基本的には同一環境、同一水域であり、準閉鎖的水域の形状と考えます。
- (2) 水位は城跡を囲む外濠の水位に連動しているとのことで、外濠の水と地下水で水系が繋がっていると判断されます。従って、流入水は外濠の水及び雨水と考えられます。
- (3) 双方の濠ともに鯉が放流されており、住民が時折餌を与える事があります。
- (4) 例年、気温上昇期にアオコの発生、透明度の低下、臭気の発生などの水質障害が起こる状態です。

上記4点を前提に分析、考察いたします。

3. 考 察

(株)大阪環境センターの検査結果および添付資料【1】【2】の水質等調査結果をご参照ください。

(1) 透明度

装置を稼働させて7カ月が経過した平成21年3月25日に、寺西係長様に立会いをいただき透明度の測定を行いました。グラナを設置している北濠(実験区)は水面より70cm下まで見え、一方、設置していない南濠(対照区)は60cmとその差は10cmでした。この時期はまだ低水温時期にあたるため、それほど大きな差が付かなかったものと思われます。

その後、水温上昇期となる平成21年6月30日に測定した時は北濠(実験区)が65cm、南濠(対照区)が40cmと透明度に25cmの差を確認しました。

平成21年9月30日の最終確認日には北濠(実験区)が70cm、南濠(対照区)は30cmとその差40cmと大きな差異を確認できました。濠横の歩道から単純に濠を覗いて比べてみても、明らかに北濠(実験区)の水の透明度が南濠(対照区)に比べて高いことが判かりました。平成21年9月30日採取したそれぞれの水をペットボトルに入れて外観(色)比較を行いました。(写真「透明度及び外観(色)検査」)をご確認ください。緑色が明確に相違していることが判かります。

この差は植物プランクトンの発生量の差であり、グラナを稼働させている北濠(実験区)の植物プランクトンの量が南濠(対照区)よりはるかに少なくなっていることを意味しています。

すなわち、グラナを稼働させたことで濠内の貧酸素化が改善され、濠内に従来より生息している微生物の働きが活発化し、植物プランクトン発生の原因となる有機栄養源を分解したことが、今回の透明度の差として現れています。濠底有機汚泥の分解も促進していることも伺えます。

文字通り、互いの濠は同一環境、同一対象水であることから改善効果は明らかに装置「グラナ」によると考えます。

(2) PH

平成21年3月25日のPHは北濠（実験区）が7.8、南濠（対照区）が7.9とほぼ同一の数値となっています。

平成21年6月30日には北濠（実験区）は8.1、南濠（対照区）は8.9と南濠の方がよりアルカリ傾向となりました。

平成21年9月30日には北濠（実験区）が7.7、南濠（対照区）は8.5と南濠はアルカリ傾向に改善はなく、北濠（実験区）は中性傾向へと改善していません。

一般的に植物プランクトンが増殖すれば水質はアルカリ傾向値になることが知られており、北濠（実験区）は植物プランクトンを抑制したことで、水質が良好となり中性傾向に改善したと考えます。

(3) COD

平成21年3月25日のCOD値は、北濠（実験区）が10、南濠（対照区）が12と少し北濠（実験区）が良い数値となっています。

平成21年6月30日には北濠（実験区）が9.4、南濠（対照区）が21と変化しており、北濠（実験区）は改善傾向に、南濠（対照区）は大幅な悪化傾向となっています。

平成21年9月30日に於いては、北濠（実験区）が6.2、南濠（対照区）が26となりました。

北濠（実験区）は大幅な改善傾向となり、南濠（対照区）は大幅に悪化傾向を示しています。

COD値は有機的な汚濁や植物プランクトンの増殖で高い値を示します。このことから判断しても、北濠（実験区）は南濠（対照区）と比べて、有機物を分解し、植物プランクトンを抑制することで、水質を極めて良好に改善したと考えます。

(4) 全窒素 (T-N)

平成 21 年 3 月 25 日の全窒素値は、北濠 (実験区) が 1.5 、南濠 (対照区) が 1.1 と若干北濠 (実験区) 高い数値となっています。

平成 21 年 6 月 30 日には北濠 (実験区) が 1.2 、南濠 (対照区) は 1.7 と北濠 (実験区) が幾分改善傾向となりました。

21 年 9 月 30 日には、北濠 (実験区) が 1.0 、南濠 (対照区) が 2.2 となりました。北濠 (実験区) は大きく改善した数値を示しており、一方の南濠 (対照区) はますます悪化傾向となり高い数値となっています。

グラナを設置した北濠 (実験区) は植物プランクトンや透明度阻害の要因となる窒素を分解、解消することで水質を良化させる結果となりました。

(5) 全リン (T-P)

平成 21 年 3 月 25 日の全リン値は、北濠 (実験区) が 0.17 、南濠 (対照区) が 0.17 と同数値となっています。

平成 21 年 6 月 30 日には北濠 (実験区) が 0.68 、南濠 (対照区) が 0.48 と北濠 (実験区) が高い数値となっています。

平成 21 年 9 月 30 日には、北濠 (実験区) 0.14 、南濠 (対照区) が 0.63 と南濠 (対照区) は高数値となり、北濠 (実験区) は大幅に改善した数値となっています。

リンは比重が重い為、汚泥に含まれる場合が多く、汚泥が嫌氣的 (酸欠) になると水中に溶出する特性があります。

従って、北濠 (実験区) の汚泥は好氣的 (酸素溶存) となることで、リンの溶出を防いでいる、若しくは分解解消していると判断されます。

このことから考察しますと、植物プランクトン増殖や透明度阻害の要因となる窒素と同様、リンも北濠 (実験区) では改善し水質を良化させる結果となりました。

4.まとめ

北濠の水質は設置していない南濠と比べて極めて大きな差異がでました。
北濠（実験区）は透明度、PH、COD、全窒素、全リンの全ての項目において水質が改善され、且つその水質を維持している事が確認されました。

特に、平成21年9月30日に検査した北濠（実験区）の水質は良好な農業用水の基準値にほぼ合致していることは特筆すべきと考えます。装置稼働後約1年間で大幅に水質が改善、維持された結果となりました。

さらに、実験期間中悪臭は感じられなかったとお聞きしています。

反面、南濠（対照区）は水質悪化の一途を辿っており、年々汚濁が強まると予想されますので、常態的な悪臭発生の可能性があります。

ところで、この間ずっと発生していなかったアオコが本年9月初旬の1週間だけ北濠（実験区）で発生したとのことですが、このことは、グラナの微細気泡の噴出投入により濠の貧酸素が解消されることで、活動が活発化した好気性微生物が濠底の汚泥（ヘドロ）を軟化させ、北濠の汚泥（ヘドロ）に含まれる窒素酸化物ほかの有機栄養源を分解して水中に溶出させたものと考えます。

その際、浮遊する栄養源を得て、一時的にアオコが発生することがありますのでこの現象が現れたものと考えています。

この現象から鑑みて、汚泥（ヘドロ）内の有機物が分解、解消し底質の改善が図られていると判断されます。

今しばらく時間を要すると思われませんが、グラナを継続的に稼働させることで、確実に濠底の汚泥（ヘドロ）を分解、解消させ、水質の改善が図れることを今回の試用実験で明確に出来たと考えています。

この間のご協力に厚く御礼を申し上げます。ありがとうございました。
今後ともよろしくご指導ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

以上

添付資料

- (1) (株)大阪環境センターの水質検査データ・・・北濠、南濠各3部
- (2) 水質等調査結果のデータ及びグラフ・・・各1部
- (3) 透明度比較写真・・・3部
- (4) 外観目視検査写真・・・2部

計 量 証 明 書

平成 21 年 3 月 31 日

計量証明事業登録大阪府第10013号

株式会社 大阪環境技術センター

茨木市室山 2 丁目 1 3 番 1 号

TEL 072-643-2258

FAX 072-643-2268

環境計量士 中原 忠

株式会社 UTK 殿



平成 21 年 3 月 27 日に御依頼頂きました試料の濃度に係わる計量結果について、下記の通り証明致します。

試料名	三原城 北堀 (3/25)		
計量項目	単位	計量結果	計量方法
pH	pH	7.8 / 19℃	JIS K0102-12.1(1998)
COD (Mn)	mg/l	10	JIS K0102-17(1998)
全窒素	mg/l	1.5	JIS K0102-45.2(1998)
全リン	mg/l	0.17	JIS K0102-46.3.1(1998)
試料採取者 : 持ち込み			
以下余白			

計 量 証 明 書

株式会社 UTK 殿



平成21年 3月31日
 計量証明事業登録大阪府第10013号
 株式会社 大阪環境技術センター
 茨木市室山2丁目13番1号
 TEL 072-643-2258
 FAX 072-643-2268
 環境計量士 中原 忠



平成21年 3月27日に御依頼頂きました試料の濃度に係わる計量結果について、下記の通り証明致します。

試料名	三原城 南堀 (3/25)		
計量項目	単位	計量結果	計量方法
pH	pH	7.9 / 19℃	JIS K0102-12.1(1998)
COD (Mn)	mg/l	12	JIS K0102-17(1998)
全窒素	mg/l	1.1	JIS K0102-45.2(1998)
全リン	mg/l	0.17	JIS K0102-46.3.1(1998)
試料採取者 : 持ち込み			
以下余白			

計 量 証 明 書

株式会社 UTK 殿



平成21年 7月 6日
 計量証明事業登録大阪府第10013号
 株式会社 大阪環境技術センター
 茨木市室山2丁目13番1号
 TEL 072-643-2258
 FAX 072-643-2268
 環境計量士 中原 忠

平成21年 7月 2日に御依頼頂きました試料の濃度に係わる計量結果について、下記の通り証明致します。

試料名	三原城 北堀		
計量項目	単位	計量結果	計量方法
pH	pH	8.1 / 23℃	JIS K0102-12.1(1998)
COD (Mn)	mg/l	9.4	JIS K0102-17(1998)
全窒素	mg/l	1.2	JIS K0102-45.2(1998)
全リン	mg/l	0.68	JIS K0102-46.3.1(1998)
試料採取者 : 持ち込み			
以下余白			

計 量 証 明 書

株式会社 UTK 殿



平成21年 7月 6日
 計量証明事業登録大阪府第10013号
 株式会社 大阪環境技術センター
 茨木市室山2丁目13番1号
 TEL 072-643-2258
 FAX 072-643-2268
 環境計量士 中原 忠

平成21年 7月 2日に御依頼頂きました試料の濃度に係わる計量結果について、下記の通り証明致します。

試料名	三原城 南堀		
計量項目	単位	計量結果	計量方法
pH	pH	8.9 / 24℃	JIS K0102-12.1(1998)
COD(Mn)	mg/l	21	JIS K0102-17(1998)
全窒素	mg/l	1.7	JIS K0102-45.2(1998)
全リン	mg/l	0.48	JIS K0102-46.3.1(1998)
試料採取者 : 持ち込み			
以下余白			

計 量 証 明 書

株式会社 UTK 殿



平成21年10月14日
 計量証明事業登録大阪府第10013号
 株式会社 大阪環境技術センター
 茨木市室山2丁目13番1号
 TEL 072-643-2258
 FAX 072-643-2268
 環境計量士 中原 忠



平成21年10月1日に御依頼頂きました試料の濃度に係わる計量結果について、下記の通り証明致します。

試料名	三原城 北堀		
計量項目	単位	計量結果	計量方法
pH	pH	7.7 / 23℃	JIS K0102-12.1(1998)
COD (Mn)	mg/l	6.2	JIS K0102-17(1998)
全窒素	mg/l	1.0	JIS K0102-45.2(1998)
全リン	mg/l	0.14	JIS K0102-46.3.1(1998)
試料採取者 : 持ち込み			
以下余白			

計 量 証 明 書

株式会社 UTK 殿



平成21年10月14日
 計量証明事業登録大阪府第10013号
 株式会社 大阪環境技術センター
 茨木市室山2丁目13番1号
 TEL 072-643-2258
 FAX 072-643-2268
 環境計量士 中原 忠



平成21年10月 1日に御依頼頂きました試料の濃度に係わる計量結果について、下記の通り証明致します。

試料名	三原城 南堀		
計量項目	単位	計量結果	計量方法
pH	pH	8.5 / 23℃	JIS K0102-12.1(1998)
COD (Mn)	mg/l	26	JIS K0102-17(1998)
全窒素	mg/l	2.2	JIS K0102-45.2(1998)
全リン	mg/l	0.63	JIS K0102-46.3.1(1998)
試料採取者 : 持ち込み			
以下余白			

【表 1】

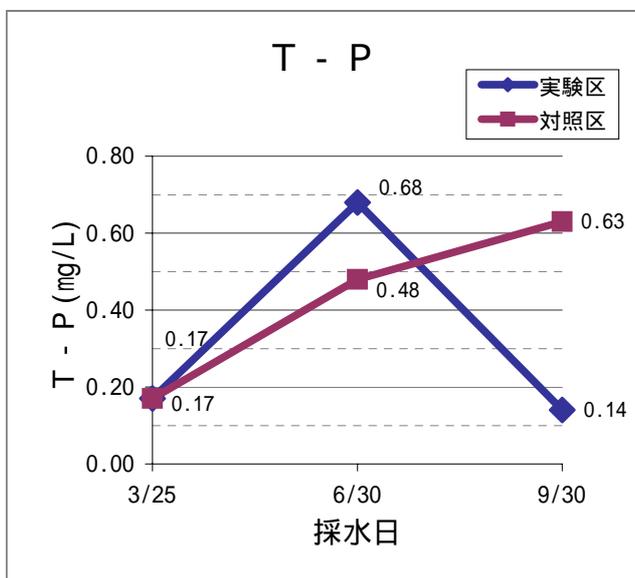
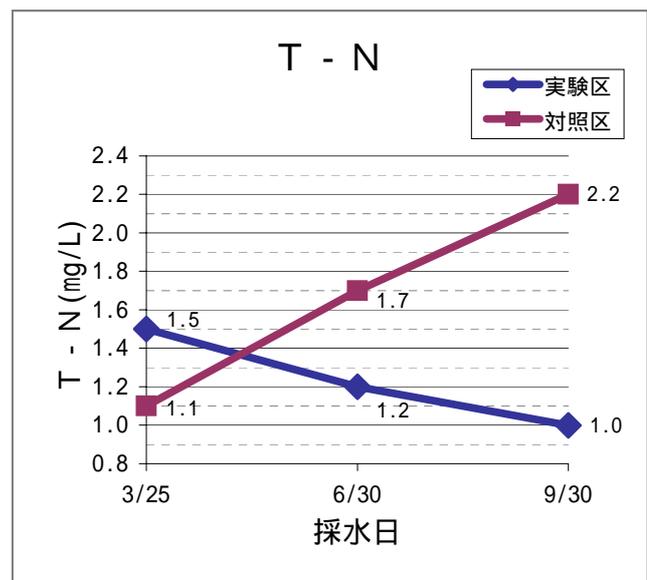
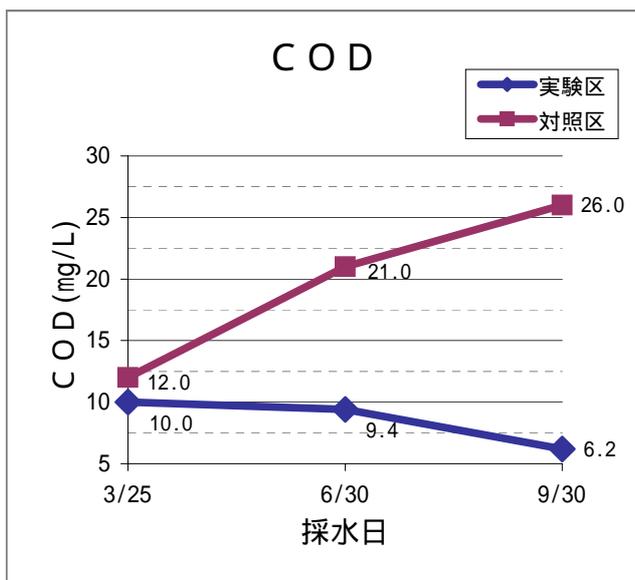
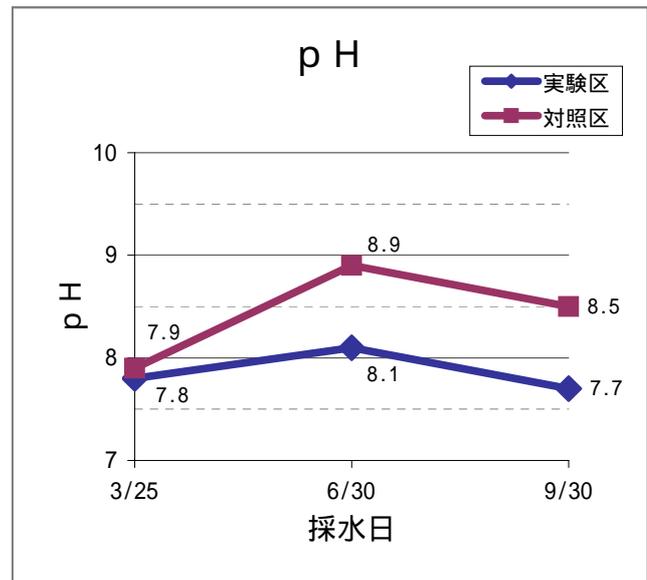
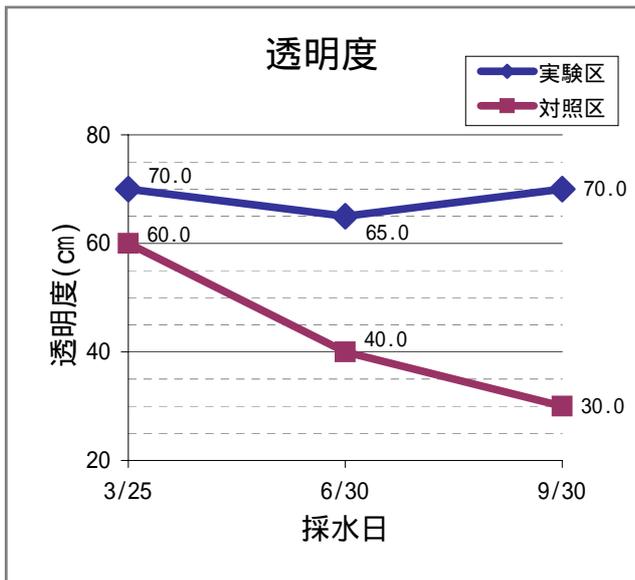
水 質 等 調 査 結 果

項目	透明度 (cm)		pH		COD (mg/L)		T-N (mg/L)		T-P (mg/L)	
	実験区	対照区	実験区	対照区	実験区	対照区	実験区	対照区	実験区	対照区
採水日										
3月25日	70.0	60.0	7.8	7.9	10.0	12.0	1.5	1.1	0.17	0.17
6月30日	65.0	40.0	8.1	8.9	9.4	21.0	1.2	1.7	0.68	0.48
9月30日	70.0	30.0	7.7	8.5	6.2	26.0	1.0	2.2	0.14	0.63

(株) 大阪環境技術センター分析

【表 2】

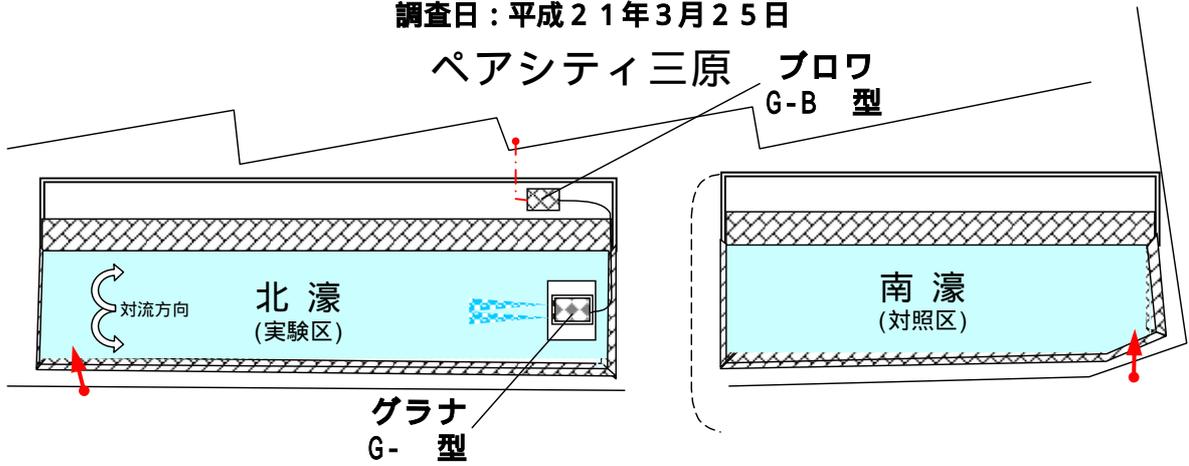
水質等調査結果グラフ (21/3/25・21/6/30・21/9/30)



透明度比較写真

調査日：平成21年3月25日

ペアシティ三原 フロウ
G-B 型



北 濠(実験区)

透明度：70cm



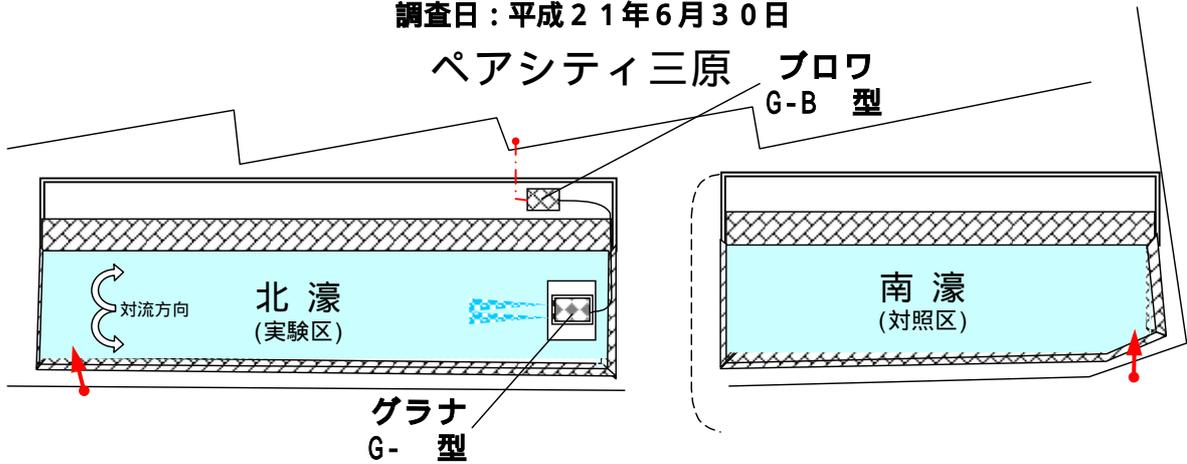
南 濠(対照区)

透明度：60cm

透明度比較写真

調査日：平成21年6月30日

ペアシティ三原 フロウ
G-B 型



北 濠(実験区)

透明度：65 cm

グラナ未設置の南濠(対照区)より
25 cm透明度が高い。



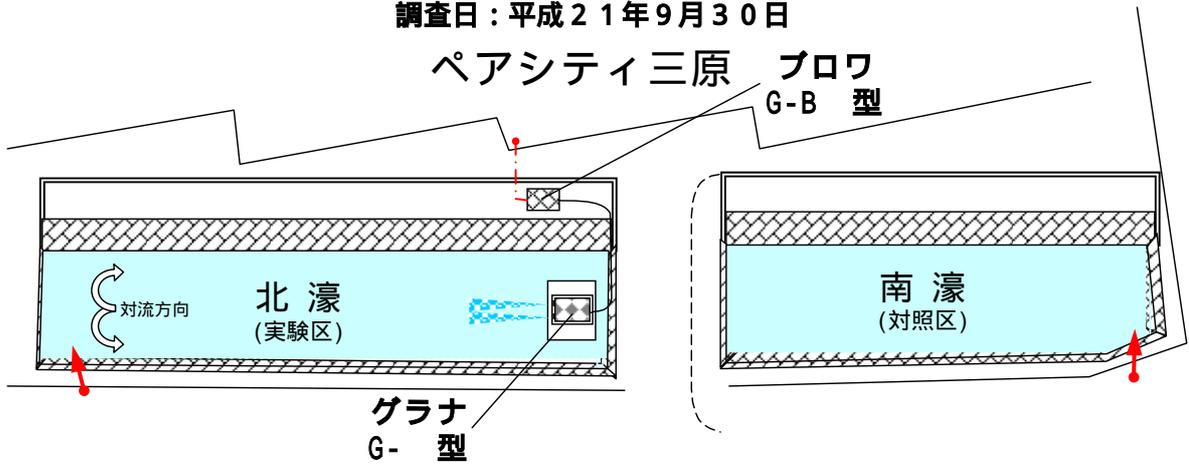
南 濠(対照区)

透明度：40 cm

透明度比較写真

調査日：平成21年9月30日

ペアシティ三原 フロウ
G-B 型



北 濠(実験区)

透明度：70 cm

グラナ未設置の南濠(対照区)より
40 cm透明度が高い。



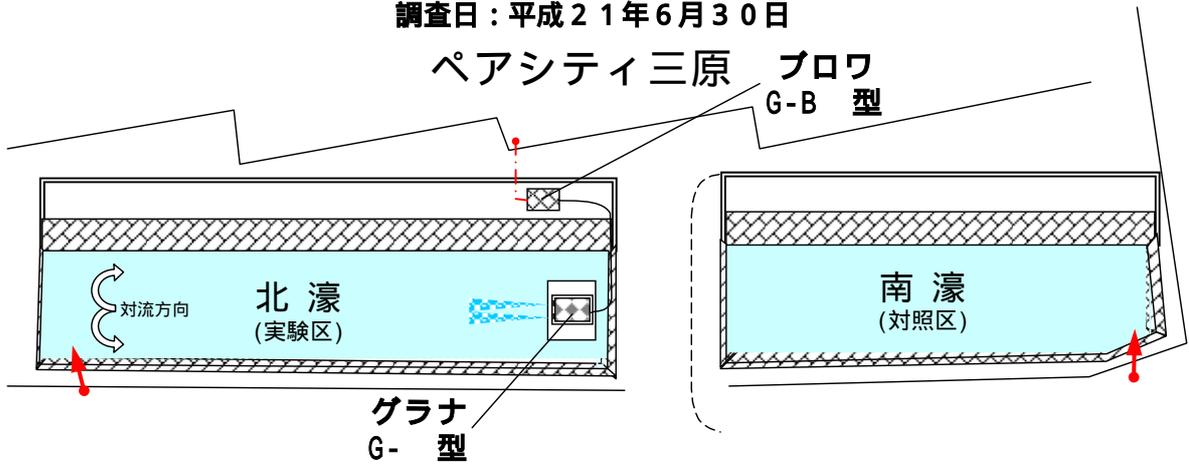
南 濠(対照区)

透明度：30 cm

「外観（色）目視検査写真」

調査日：平成21年6月30日

ペアシティ三原 プロウ
G-B 型



左側 北濠採水（実験区）

右側 南濠採水（対照区）

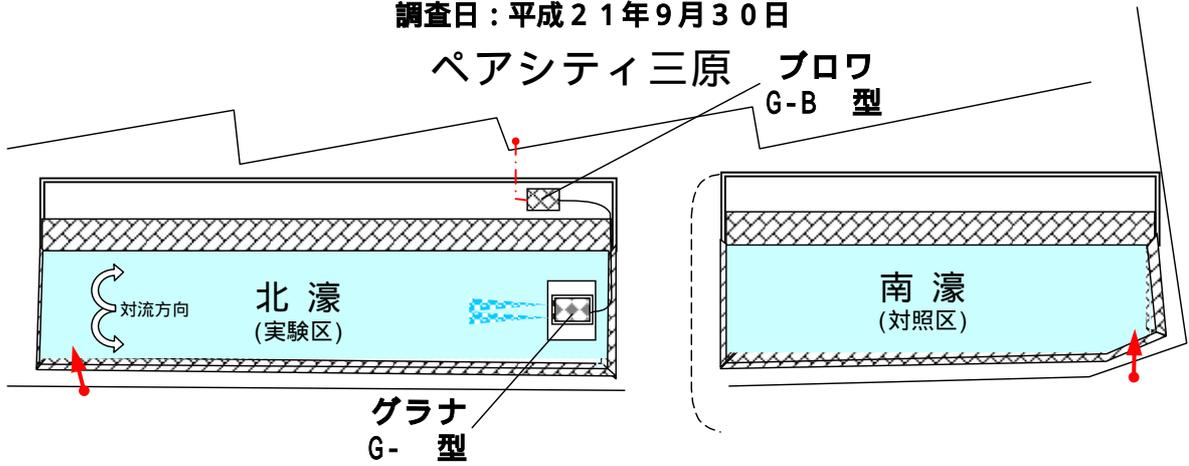
目視にても南濠(対照区)の緑色が濃い水質となっている。

空白

「外観（色）目視検査写真」

調査日：平成21年9月30日

ペアシティ三原 プロウ
G-B 型



左側 北濠採水（実験区）

右側 南濠採水（対照区）

明らかに南濠（対照区）の緑色が濃い
水質となっている。

空白

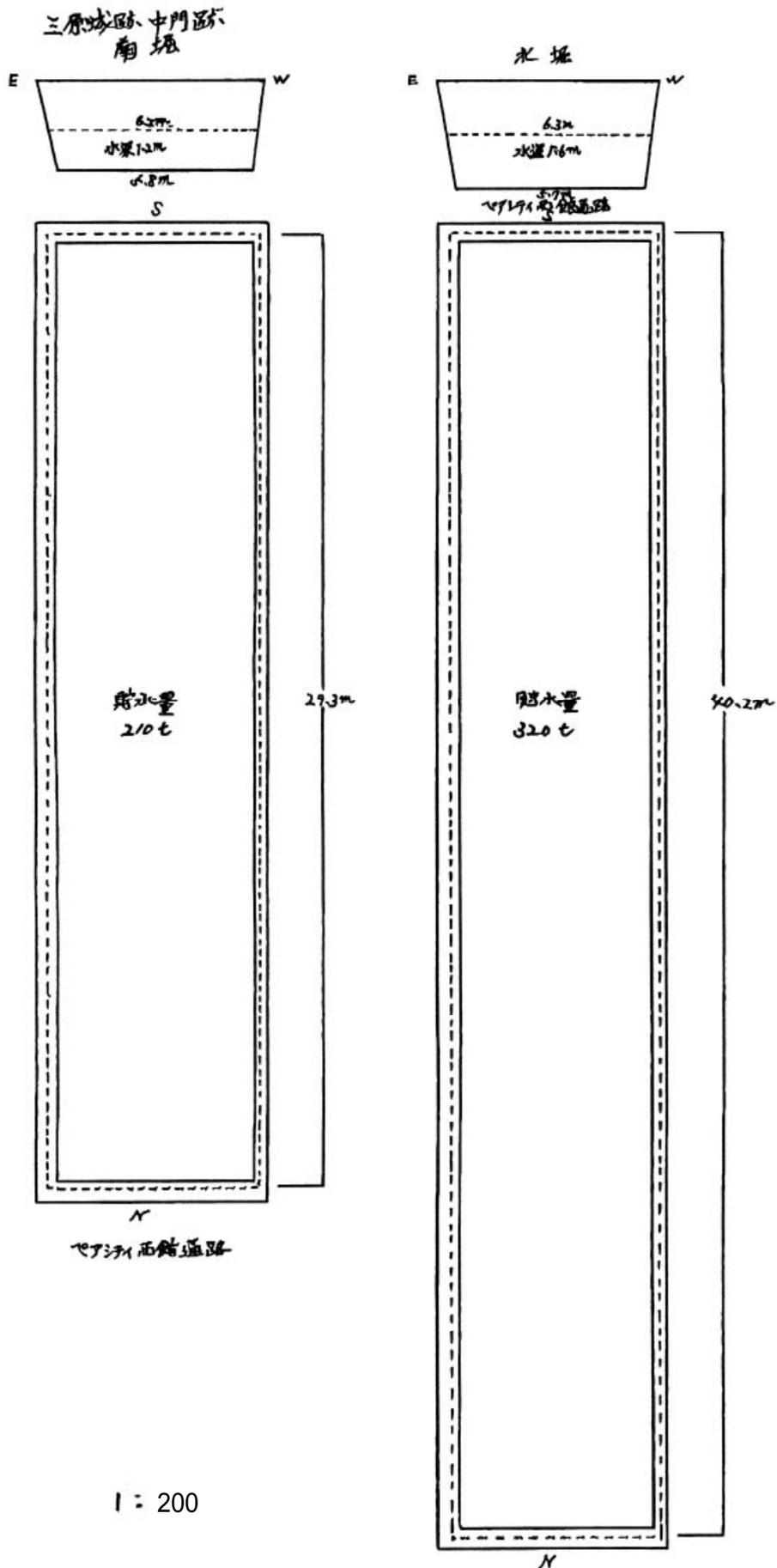
< 付属資料 >

1. 装置設置水域「北濠」・比較対照水域「南濠」実測図

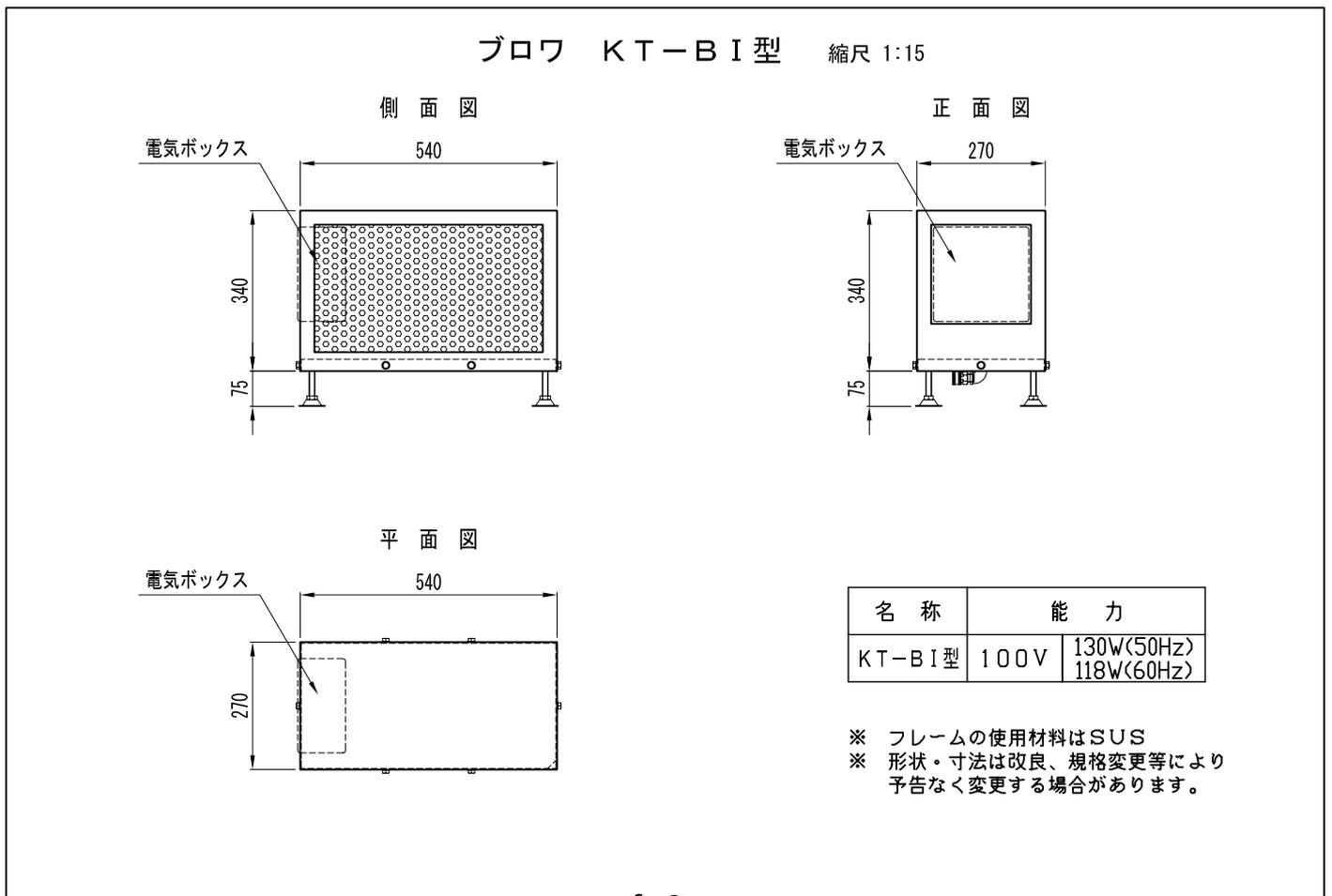
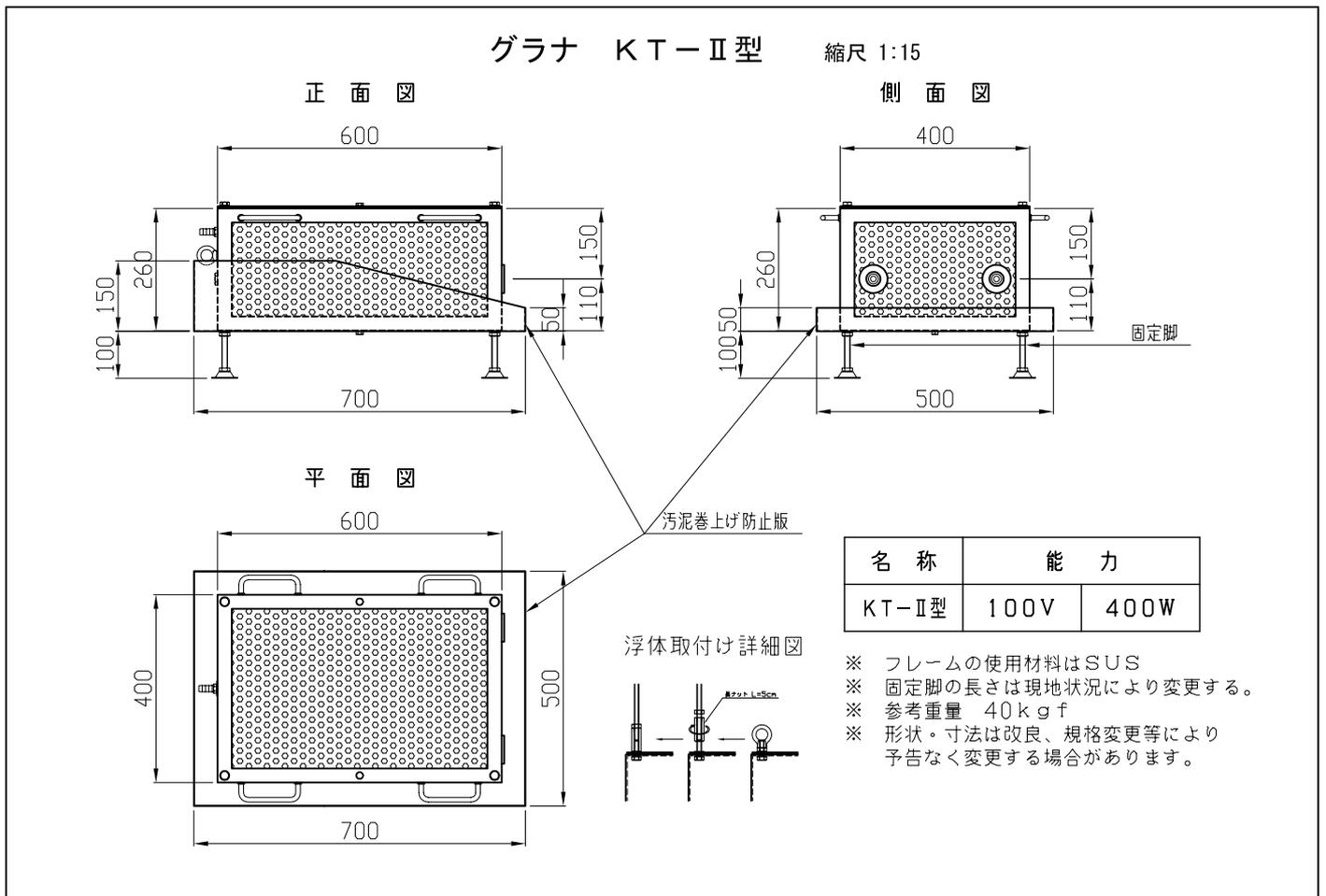
2. 使用機種「グラナ」K T - 型「プロワ装置」K T - B 型外形図面

3. 設置時稼働写真

1. 装置設置水域「北濠」・比較対照水域「南濠」実測図



2. 使用機種「グラナ」KT- 型「ブロワ装置」KT-B 型外形図面



3 . 設置時稼働写真

