

5. 2 自然災害における水質への影響事象について

1. はじめに

当局では自然災害時においても水道事業が停止することのないよう BCP（事業継続計画）を策定するとともに、水質異常が発生した場合を想定して水質異常対応マニュアルを整備する等の危機管理体制を構築している。近年、日本国内において、豪雨・地震・台風などの自然災害に見舞われることが多く、特に地球温暖化の影響による豪雨、台風の大規模化が指摘されている。本市についても6月18日に大阪北部地震、9月4日に台風21号による暴風・高潮によって、浄水処理過程及び市内給水栓水の水質管理に影響を受けたことから、自然災害で影響を受けた事象について以下にまとめる。

2. 大阪北部地震への対応状況

2. 1 災害概要

大阪市危機管理室危機管理課の報告¹⁾によると、大阪北部地震による災害概要は表-1 のとおりである。6月18日の発災直後に大阪市災害対策本部が設置され、6月25日に大阪市災害対策警戒本部へ移行した後、10月17日まで警戒が続いた。

当局としては市内での対応に加え、府内で発生した断水への応急給水対応を実施した²⁾。

2. 2 本市の水質管理に係る影響

2. 2. 1 水質試験所及び分析機器等への被害状況

当該地震による水質試験所柴島本所、庭窪分室及び豊野分室の施設への被害はなく、分析機器の転倒も発生しなかった。また、水質 TM については、築港局、新高局、大道局、中島局、小松局、野里局、及び大道局の7局において、保守警報が発報し、大道局は断水警報も発報状態となり、7時58分から約10分間、計測不可の状態となったもの、8時9分には全局復旧となった。これらの警報は、地震による配水管の水圧変動等によって、水質 TM が異常を検知したものと考えている。なお、通信回線及び電力供給などの外部要因による計測不可はなかった。

2. 2. 2 水道水質への影響

浄水処理過程においては、地震に起因する影響はなく、浄水の水質に異常は確認されなかったものの、市内給水栓末端に設

表-1：災害概要

発生日時	平成30年6月18日 7時58分
震央地名	大阪府北部（北緯34.8 東経135.6）
震源の深さ	13キロメートル
規模	マグニチュード 6.1
震度	震度6弱 大阪市北区 震度5強 都島区、東淀川区、淀川区、旭区 震度5弱 福島区、此花区、生野区、港区、西淀川区
津波	なし

表-2：水質 TM における濁度・色度の最大値・平均値

局名	濁度 (6/17)			濁度 (6/18)			濁度 (6/19)			色度 (6/17)			色度 (6/18)			色度 (6/19)		
	平均値	最高値	時刻	平均値	最高値	時刻	平均値	最高値	時刻	平均値	最高値	時刻	平均値	最高値	時刻	平均値	最高値	時刻
新高	0.03	0.41	11:10	0.08	0.08	10:11	0.12	0.54	10:14	0.18	0.19	10:11						
野里	0.04	0.52	8:19	0.06	0.05	0:17	0.11	0.35	8:28	0.13	0.13	3:23						
中島	0.04	0.63	12:01	0.1	0.10	10:14	0.15	0.81	10:01	0.27	0.24	4:11						
大開	0.04	0.33	8:28	0.06	0.06	0:08	0.14	4.99	8:26	0.26	0.22	0:10						
舞洲	0.04	0.12	22:40	0.05	0.11	0:01	0.22	0.38	22:41	0.23	0.36	4:47						
都島本通	0.03	1.69	8:28	0.05	0.24	9:19	0.15	2.94	8:27	0.22	0.41	9:19						
大宮	0.05	0.52	8:41	0.08	0.06	0:01	0.24	1.11	8:41	0.33	0.44	8:42						
鶴見	0.04	1.59	8:09	0.15	0.09	0:01	0.14	2.00	10:20	0.31	0.84	10:12						
小松	0.05	0.74	8:32	0.09	0.06	0:01	0.18	1.13	8:09	0.3	0.32	6:54						
大手前(配)	0.04	1.70	8:30	0.07	0.05	0:01	0.15	1.43	8:30	0.21	0.25	6:40						
農人橋	0.05	1.02	9:30	0.14	0.28	0:44	0.18	1.14	9:31	0.31	0.31	10:38						
大淀(配)	0.04	0.14	9:45	0.06	0.04	0:01	0.15	0.24	9:56	0.18	0.18	0:20						
九条南	0.05	0.21	8:30	0.08	0.14	1:06	0.17	0.44	8:30	0.24	0.34	1:06						
築港	0.04	0.14	14:37	0.07	0.09	2:01	0.17	0.34	9:27	0.23	0.29	2:01						
南堀江	0.04	1.43	8:12	0.09	0.05	0:01	0.15	1.56	8:12	0.22	0.21	0:01						
梅南	0.04	0.49	8:30	0.07	0.21	1:59	0.14	0.73	13:59	0.2	0.34	2:01						
北加賀屋	0.03	0.17	10:20	0.06	0.09	8:51	0.21	0.53	10:22	0.24	0.28	6:14						
泉尾(配)	0.03	0.12	20:42	0.06	0.11	0:01	0.10	0.21	20:26	0.12	0.18	0:05						
南恩加島	0.03	0.30	11:03	0.05	0.06	6:02	0.18	1.08	10:19	0.31	0.41	10:20						
住吉(配)	0.04	0.11	15:38	0.07	0.09	0:01	0.17	0.28	22:19	0.23	0.27	0:22						
晴明通	0.04	0.09	21:55	0.05	0.09	0:03	0.17	0.34	11:07	0.23	0.31	4:45						
巽(配)	0.04	0.07	15:22	0.05	0.05	0:01	0.13	0.19	8:06	0.15	0.18	3:15						
勝山南	0.04	0.20	9:12	0.05	0.06	8:43	0.18	0.46	9:12	0.21	0.24	0:16						
平野西	0.05	0.08	20:20	0.06	0.06	0:01	0.19	0.33	10:34	0.23	0.28	7:05						
咲洲(配)	0.04	0.06	8:32	0.04	0.05	0:20	0.17	0.22	8:43	0.18	0.21	1:07						
南港中	0.05	0.09	8:10	0.05	0.06	0:01	0.15	0.23	17:33	0.16	0.19	0:41						
住之江(配)	0.04	0.16	8:27	0.05	0.05	0:01	0.15	0.33	8:27	0.17	0.19	3:48						
墨江	0.04	0.06	14:48	0.05	0.06	8:13	0.16	0.36	9:32	0.19	0.22	6:41						
長居(配)	0.04	0.09	14:24	0.04	0.07	7:24	0.18	0.26	4:49	0.2	0.26	6:15						
南田辺	0.03	0.12	10:44	0.04	0.05	4:40	0.16	0.52	10:44	0.18	0.21	8:47						
瓜破東	0.04	0.15	8:13	0.06	0.07	0:02	0.16	0.30	8:14	0.17	0.21	9:22						
城東(配)	0.04	0.98	8:39	0.17	0.10	3:14	0.10	0.14	5:03	0.1	0.13	0:04						
放出西	0.05	1.24	8:19	0.17	0.15	0:01	0.13	0.97	8:19	0.17	0.34	2:30						
大今里西	0.04	0.56	21:53	0.17	0.15	0:01	0.12	0.25	9:01	0.17	0.19	9:12						
大道	0.04	0.47	15:53	0.16	0.41	8:46	0.15	0.58	17:43	0.27	0.36	0:09						
敷津東	0.04	0.48	11:51	0.09	0.35	9:48	0.11	0.99	11:51	0.21	0.32	7:54						

置された水質 TM で濁度上昇が多数認められたことから、浄水場出口以降の配水池、水道管などの地中に埋設された水道施設が地震の揺れによる影響を受けたと考えられた。表-2 に水質 TM における濁度と色度の 1 日最高値とその時刻及び平均値について、地震発生前日の 6 月 17 日～19 日について示し、影響が大きかった代表的な水質 TM の濁度の推移を図-1 に示した。

地震源に近い市域北部は柴島上系の配水エリアであり、柴島浄水場内の配水池から市内に配水されているが、配水場出口における水質異常は確認できなかったことから、配水管の揺れによって、濁質成分が発生したと推察している。一方、城東系の水質 TM も柴島系と同様に地震直後に濁度が上昇しているが、その後は城東配水場出口における濁度変動と同様の挙動を流達時間相当分遅れてみられたことから、城東配水場の配水池内での濁りが水質 TM に影響したと考えている。なお、城東系については、地震発生の翌日以降も、水質基準値を下回る数値の範囲であるが、通常時よりも高い濁度が続いた。

また、図-2 に示すように、水質 TM 鶴見局において地震発生後から色度の上昇と同時に残留塩素が低下する現象が生じ、8 月末頃まで続いた。水質 TM 付近の滞留等を原因と考え、東部水道センターの協力を得て、付近の消火栓において水質調査を行ったが、原因を突き止めることはできなかった。

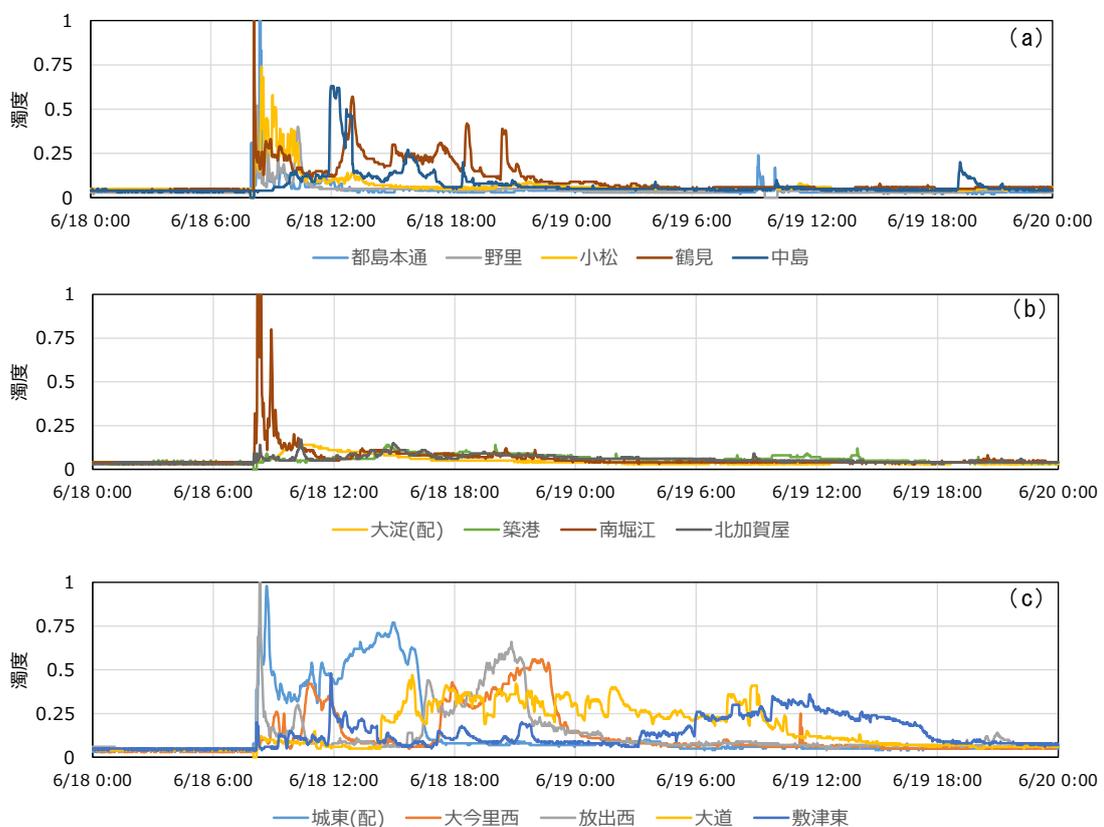


図-1：水質 TM における濁度の推移 (a: 柴島系、b: 庭窪・大淀系、c: 豊野・城東系)

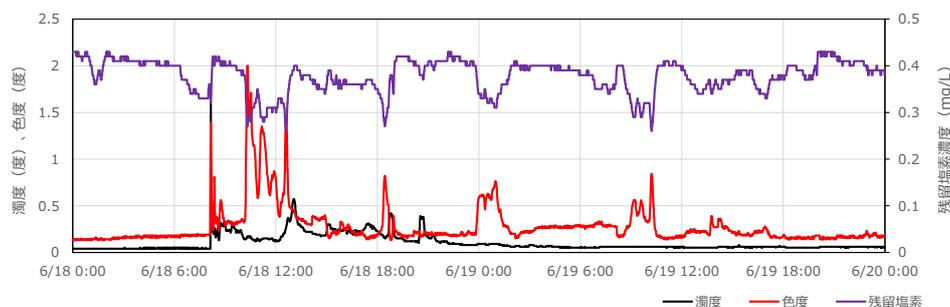


図-2：水質 TM 鶴見局における水質の推移

2. 2. 3 お問い合わせ対応

地震発生後から7月にかけて、地震の影響で発生したと考えられるお客さまからの水質に関する問い合わせを26件受け、表-3にお客さまからの問い合わせの内訳について示した。問い合わせ内容はにごり15件、異物6件、臭気2件、安全性2件、保管方法1件であった。水質試験を実施した案件については、水質異常は認められなかった。また電話対応では災害時に問い合わせを多く受ける水の保管方法や安全性等の案件についての質問を受け、回答した。

2. 2. 4 職員の参集状況

地震発生直後から公共交通機関が見合わせとなり、水質試験所職員のほとんどが徒歩で出勤場所に移動したため、参集に時間を要したものの、浄水場構内における浄水処理過程の水質試験及び水質 TM による給水栓末端の毎日検査を実施し、関係部署との情報共有を行った。なお、13:00 過ぎには大半の職員の参集が完了し、通常業務を行うことができた。

3. 台風 21 号への対応状況

3. 1 災害概要

気象庁の発表³⁾によると、大阪府内における災害概要は表-4のとおりである。また、大阪市では9月4日未明に大阪市災害対策警戒本部が設置され、台風通過後の18:00頃に警戒本部が解除となった⁴⁾。大阪市には14:00頃に最接近し、気象庁の発表³⁾によると14:18に大阪湾で最高潮位329cmを観測した。この記録は1961年の第2室戸台風の最大潮位293cmを超えるものであった。また、阪神水道企業団においては高潮による塩水遡上のため、原水の切り替え、配水量調整を行ったことが報告されている⁵⁾。

3. 2 本市の水質管理に係る被害状況

3. 2. 1 検査設備等への被害

水質試験所本所では、建屋外の天井板の脱落、高圧ガス配管と飛来物及び落下物との接触による配管の変形、細菌試験室の窓ガラスの破損等が発生した。細菌試験室の窓ガラスについては同日夕方に木製パネルにて仮復旧の後、約1カ月で復旧作業を完了した。また、本所及び豊野分室では暴風雨が吹き付けた窓下部から室内への浸水があった。

水質 TM については、市内各所で暴風や停電によって13:50頃から12局について計器保守や回線異常、停電の警報が発生した。発生時刻は大阪府内で最大風速を示した時刻とほぼ同時刻であり、監視不可局は市西部に多く発生した。野里局・南堀江局・南港中局・南恩加島局・大今里西局・大宮局については短期間で監視状態を回復できた。しかし、無停電電源装置(UPS)の整備が未完了であり、NTT専用回線のみでの通信となっている舞洲局と築港局については、それぞれ約25時間と約10時間にわたり監視不可の状態が続いた。警報の種別から通信異常が原因と考えられるが、NTT専用回線のみでの通信の場合、回線異常警報の原因がNTT回線異常と停電によって水質 TM 子局が停止したことによる通信切断のいずれも考えられるため、特定することはできなかった。また、大手前局についてもNTT回線が影響を受けたため約44時間にわたり監視不可となった。一

表-3：お客さまからの問い合わせ内訳

	受付	場所	内容	問い合わせ経由	対応	
1	6/18	浪速区	にごり	CC	電話回答	受水槽
2	6/18	北区	臭気	東部	水質検査	直圧
3	6/19	中央区	にごり	CC	電話回答	
4	6/19	天王寺区	にごり	CC	水質検査	直圧
5	6/19	西淀川区	にごり	北部	水質検査	直圧
6	6/19	中央区	にごり	CC	電話回答	
7	6/19	不明	安全性	水質	電話回答	
8	6/20	都島区	安全性	水質	電話回答	
9	6/20	天王寺区	異物	南部	水質検査	直圧
10	6/20	天王寺区	異物	南部	水質検査	直圧
11	6/20	東淀川区	にごり	北部	水質検査	直圧
12	6/20	鶴見区	にごり	東部	水質検査	直圧
13	6/20	西成区	にごり	西部	水質検査	直圧
14	6/20	中央区	にごり	西部	水質検査	直圧
15	6/20	城東区	異物	CC	水質検査	受水槽
16	6/20	都島区	にごり	東部	水質検査	直圧
17	6/20	淀川区	異物	北部	水質検査	直圧
18	6/21	阿倍野区	にごり	CC	電話回答	
19	6/22	福島区	異物	北部	水質検査	直圧
20	6/25	北区	にごり	CC	電話回答	
21	6/25	此花区	にごり	北部	水質検査	直圧
22	6/26	北区	保管	CC	電話回答	
23	6/26	西成区	臭気	西部	水質検査	直圧
24	6/27	天王寺区	異物	南部	水質検査	直圧
25	6/29	大正区	にごり	西部	水質検査	直圧
26	7/26	此花区	にごり	北部	水質検査	直圧

表-4：災害概要*

項目	場所	状態	時刻
最大風速	大阪府内(関空島)	46.5 m/s(南南西)	13:47
	大阪市内(中央区)	27.3 m/s(南南西)	14:11
最大瞬間風速	大阪府内(関空島)	58.1 m/s(南南西)	13:38
	大阪市内(中央区)	47.4 m/s(南南西)	14:03
最大潮位偏差	大阪	277 cm	14:18
最高潮位	大阪	329 cm	14:18
1時間降水量最大	大阪府内(能勢)	69 mm	14:21

*既報⁴⁾から抜粋して作成

表-5：水質 TM の異常発生時刻と監視不可期間

TM局名	警報内容	発生時刻	発生期間	監視不可期間
野里	停電	13:54	約10分間	約10分間
墨江	回線異常(KOPT,NTT)	13:52	約7時間	約7時間
舞洲	回線異常(NTT)	14:02	約25時間	約25時間
南堀江	計器保守	9:48	約50分間	約50分間
南港中	停電	13:57	約1分間	約10分間
	計器保守	14:00	約10分間	
南恩加島	計器保守	13:57	約10分間	約10分間
築港	回線異常(NTT)	13:58	約10時間	約10時間
大手前	回線異常(NTT)	14:07	約15分間	約44時間
	回線異常(NTT)	14:21	約44時間	
大今里西	停電	14:15	約1分間	なし
	停電	17:09	約2分間	
大宮	回線異常(KOPT,NTT)	13:57	約1~15分間が3回	約15分間
小松	回線異常(KOPT)	14:03	約4時間	なし
清明通	停電	13:50	約98時間	約84時間
	UPSによる間欠運転	13:50	約14時間	

方、晴明通局については停電発生後、速やかに UPS による間欠運転が開始され、通信回線は影響を受けなかったため、翌日早朝まで（発生後 14 時間）監視できたものの、その後バッテリーが尽き、約 84 時間（3 日半）は監視不可の状態となった。

3. 2. 2 水質面での影響

水質 TM については、前述のとおり、12 局で停電、通信異常の影響により、連続監視が一時できなくなったが、給水栓水に水質異常は認められなかった。

一方、図-3 に工業用水道原水の電気伝導率の推移（10 分データ）及び淀川大堰下流の福島観測所における水位（1 時間データ）⁶⁾を示す。15 時頃に淀川大堰上流にある当局工業用水道柴島取水口原水の電気伝導率が高くなったのは、15 時前に淀川大堰下流における福島観測所の水位が上昇していたことから、塩水が淀川大堰を越流したことが原因と考えられた。また、当局の取水停止基準である電気伝導率の値（390 μ S/cm）を超える恐れが生じたことから、工業用水柴島取水口よりも上流の一津屋取水口からの取水に切り替えた。なお、当局の平成 30 年度事例集（内部資料）によると、一津屋取水口での取水時間は約 23 時間、取水量は約 53000 m^3 であった。また、電気伝導率計は共通原水に 1 か所しか設けられていなかったため、共通原水と工業用水道原水を切り替えながらモニタリングを継続したと報告されている。

3. 2. 3 お問い合わせ

水質試験所には台風 21 号によるお客さまからのお問い合わせはなかったが、大規模な停電が発生したため、お客さまセンターをはじめとする局の受付窓口には、出水不良や受水槽の貯水量がなくなったことによる断水に関する問い合わせがあり、応急給水等の対応がとられた水道センターもあった^{7,8)}。

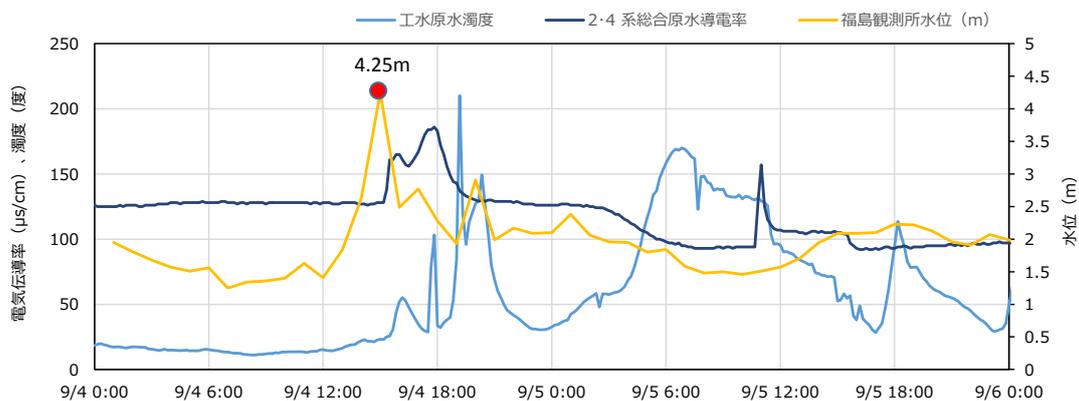


図-3：東淀川工業用水道原水濁度と電気伝導率及び福島観測所水位

3. 今後への教訓（課題）

3. 1 水質 TM における監視体制

大阪北部地震では、水質 TM の故障や計測不可が長期間続くことはなかった。一方、台風 21 号では、水質 TM の故障はなかったものの、暴風によって水質 TM への引き込み電線（滑空電線）等に被害を受けた。また、回線異常については早期に解消されたものの、市域の広範囲で停電が発生したため、復旧まで約 4 日間かかり、長期間監視不可となった水質 TM もあった。このように、水質 TM 本体には影響がなかったとしても、停電による停止や通信回線の断線等によって外部との通信途絶によって監視不可が発生することは課題である。

現在、大阪水道グランドデザインに基づき、災害時でも水質監視ができるように UPS（無停電電源装置）の設置及び回線二重化対策を順次進めており、こういった対策が災害時でも監視体制を維持することに一定の効果があつたことを確認することが出来た。また、現在は水質 TM の更新の際に回線異常になった場合でもデータを水質 TM 本体に保存できるようデータ蓄積機能の追加を順次進めている。

3. 2 濁りへの対応

大阪北部地震において、柴島系では配水管内で発生した濁りについては、比較的短時間で終息する傾向を示したが、城東配水場で発生した配水池内の濁りについては、給水栓末端において、影響が長期間続き、図-1 に示す通り、地震発生 6 時間後に最高値を示していた。もし、濁りの程度が水質基準値に達する場合は、各水道センターによる市内各所でのドレン排水等の必要性が生じること予想されるため、速やかな情報共有が重要である。

3. 3 原水監視への対応

台風 21 号が最接近した際には、淀川最下流で取水している本市柴島浄水場工業用水道及び阪神水道企業団において、塩水遡上の影響を受けた。両者ともに、取水及び導水管において電気伝導率計が設置されていたことから、原水に海水が混入した事実を速やかに把握できたため、取水停止等の措置が講じられ、浄水処理に大きな影響はなかった。しかし、水質管理の観点からは、できる限り取水地点に近い場所での原水水質の把握が求められ、取水口付近での採水が必要となる場合も想定されるが、災害等事象発生時における採水場所の安全確保についても考慮する必要がある。

3. 4 職員の参集

大阪北部地震は、通勤時間帯と重なったことと通信機能がマヒし、職場への連絡ができなかったため、各職員の現状把握が困難であったのは課題である。なお、参集場所については定められた最寄りの事業所へ参集できており、事業継続計画の地震・風水害編に示された動員区分の対応ができていた。

4. 最後に

平成 30 年度は、本市においても水質管理に影響が出る事象に遭遇したものの、監視強化によって対応を行った。しかし、国内においては西日本豪雨などによって甚大な影響が出た事業体もあり、また今後の南海トラフ大地震等、未曾有の危機にさらされることも指摘されている中、今回の事象を教訓とし、対応力強化を検討していかなければならないと考える。

5. 参考文献

- 1) 大阪市 WEB ページ (大阪府北部を震源とする地震による被害及び対応状況) :
<https://www.city.osaka.lg.jp/kikikanrishitsu/page/0000439030.html>
- 2) 宇野陽介、梶山佳晴：水道事業研究、第 160 巻、P1-P17、2018.
- 3) 大阪市 WEB ページ (台風 21 号の被害状況等について) :
<https://www.city.osaka.lg.jp/kikikanrishitsu/page/0000445654.html>
- 4) 気象庁 (台風第 21 号による暴風・高潮等 平成 30 年 (2018 年)9 月 3 日～9 月 5 日 (速報)) :
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180911/20180911.html>
- 5) 小林正継、本荘浩良、中町真美、中安眞司：第 62 回日本水道協会関西地方支部研究発表会概要集、P60-63、2019.
- 6) 国土交通省水門水質データベース (福島観測所) :
<http://www1.river.go.jp/cgi-bin/SiteInfo.exe?ID=306041286606140>
- 7) 水道局 WEB ページ (マンション等にお住まいで断水となっている方へ) :
<https://www.city.osaka.lg.jp/suido/page/0000445949.html>
- 8) 水道局 WEB ページ (台風 21 号の影響に伴う給水拠点設置の終了について) :
<https://www.city.osaka.lg.jp/suido/page/0000446416.html>

(担当：吉村)