

本 編

1 調査の目的と内容

1.1 調査目的

湖沼・河川の流域水質については、平成 16 年度における生活環境項目（BOD 又は COD）の環境基準達成状況は、湖沼で 50.9%にとどまるなど改善が停滞していることから、湖沼水質保全特別措置法の一部を改正し、施策の拡充を図ることとされている。

改正法においては、農地・森林・市街地等の面源（非特定汚染源）から流出する汚濁負荷への対策が必要な地域を指定し、対策のための措置を推進するほか、これまで新增設の工場、事業場のみを対象としていた負荷量規制を既設の工場・事業場に対しても適用することとしている。しかし、非特定汚染源による汚濁負荷については、これまでその影響に関する評価は行われていない。また、新潟県中越地震を契機として、災害等の緊急時に適切な污水处理が行えない場合の水質リスク管理の重要性が指摘されている。このため、改正法の施行により汚濁負荷削減対策が本格的に実施される前に、これらの課題について検討し、対応方針を提示することが必要である。

このような背景のもと、流域水質の保全・改善の推進のために、非特定汚染源による汚濁負荷の影響評価及び削減方策、緊急時における水質リスクの評価及び管理方策について検討するとともに、これらに関する対策を効果的に実施するための関係公共事業の連携方策等について検討することを目的として、国土交通省、農林水産省（林野庁含む）及び厚生労働省の3省が連携する「流域水質の総合的な保全・改善のための連携方策検討調査」が始められた。

厚生労働省では国土交通省と共同で、地震等の緊急時において国民の健康の保全、流域水質汚染の防止・公衆衛生の保全の推進に資することを目的として、有識者による検討委員会（緊急時水循環機能障害リスク検討委員会）を設置し、河川を中心とする流域に発生する水質リスク並びに都市における水に関わるリスクを評価し、それらを回避・低減するための関係機関による連携方策を検討することとなった。

本調査は、厚生労働省の委託を受けて緊急時における水質リスクの評価及び管理方策について検討するとともに、これらに関する対策を効果的に実施するための関係公共事業の連携方策等についてとりまとめを行うものである。

1.2 調査の内容と手順

本調査では、緊急時における水質リスクの評価及び連携方策のとりまとめを行うために以下の検討を行う。また、調査の手順については図 1.1.1 に示す。

(1) 汚染源からの流出水の現状把握・課題等の整理

地震・洪水・水質事故等の緊急時に、下水処理場や工場等から汚水が河川等の公共用水域に流れ込んだ事例や水道施設の機能が停止した事例等を調査し、その際に発生した課題等について整理を行う。

(2) 緊急時に発生する水質汚染の状況等の把握

地震・洪水・水質事故等の緊急時に想定される被災内容、被害レベルから水質に関して想定されるリスクを整理するとともに、モデル地域である淀川流域における取排水系統の状況把握を行う。

(3) 汚濁負荷による水道の供給及び都市生活への影響の検討

汚水が公共用水域に流れ込んだ場合等、水道水源に異常が発生した場合の水道供給に与える影響及び地震等の緊急時に水道施設の機能損傷等による水道の供給停止が都市生活に与える影響について整理を行うとともに、モデル地域である東京での状況について把握する。

(4) リスク対策の検討

緊急時の水質汚染リスク、都市域における水利用に関するリスク等を回避・低減するために効果的な水道事業者における方策及び河川管理者、下水道管理者等の関係者との連携方策について検討を行う。

(5) モデル地域におけるケーススタディ

(1) ~ (4) の検討を踏まえ、モデル地域（淀川流域及び東京）において発生するリスクを評価し、そのリスクに対する連携方策を講じた際の効果について検証を行うとともに、そこで得られた知見をもとに課題の整理を行う。

(6) 緊急時の水質リスクに対応した連携方策（案）のとりまとめ

(1) ~ (5) の検討を踏まえ、緊急時の水質リスクの回避・低減のために実施すべき連携方策（案）についてとりまとめを行う。

調査フロー

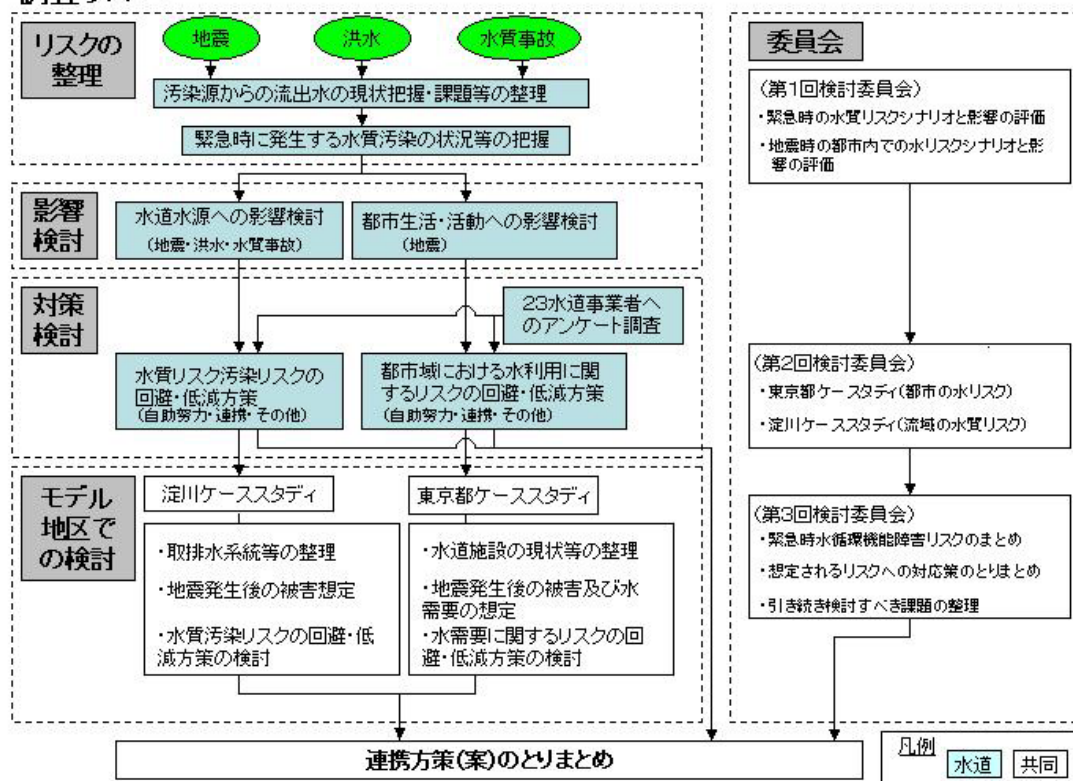


図 1.1.1 調査内容とフロー

1.3 調査体制

本調査の実施にあたって、厚生労働省では国土交通省と共同で地震等の緊急時において国民の健康の保全、流域水質汚染の防止・公衆衛生の保全の推進に資することを目的として、有識者による検討委員会（緊急時水循環機能障害リスク検討委員会）が設置され、河川を中心とする流域に発生する水質リスク並びに都市における水に関わるリスクを評価し、それらを回避・低減するための関係機関による連携方策を検討することとなった。

緊急時水循環機能障害リスク検討委員会

(敬称略)

委員長	大垣 眞一郎	東京大学 教授
委員	青野 文江	市民防災研究所 主任研究員
委員	伊藤 禎彦	京都大学 教授
委員	国包 章一	国立保健医療科学院 水道工学部長
委員	田中 和博	日本大学 教授
委員	田中 宏明	京都大学 教授
委員	千葉 百子	順天堂大学 助教授
委員	中林 一樹	首都大学東京 教授
委員	守田 優	芝浦工業大学 教授
委員	中村 晶晴	東京都総務局総合防災部長
委員	尾崎 勝	東京都水道局参事(企画担当)
委員	中村 益美	東京都下水道局計画調整部長
委員	井上 茂治	京都府土木建築部下水道課長
委員	片山 隆文	大阪府水道部事業管理室副理事兼調整課長
委員	鈴木 秀男	京都市上下水道局下水道部担当部長
委員	大久保 徹	大阪市水道局浄水統括担当部長兼柴島浄水場長
委員	三島 和男	阪神水道企業団建設部長

第 1 章の参考文献

- 1) 環境省：ホームページ (<http://www.env.go.jp/water/suiiki/h16/index.html>)
- 2) 厚生労働省健康局水道課：ホームページ
(<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/topics/suijunkan/index.html>)

2 汚染源からの流出水の現状把握・課題等の整理

この章では、水の安定供給と危機に関する既存の考え方を参考にして、検討の対象とする災害を抽出した。

2.1 検討の対象とする災害の抽出

2.1.1 水の安定供給の概念

水は我々の生活を支える重要な資源であるが、その水を使用するためには河川等の利水に要する水を貯留、供給する水源システムと、この水源システムから取水し、水質等の質変換を行いながら需要者まで水輸送を行う水供給システムが相互に連携して機能する必要がある。これら一連の利水システムに対しては、一般市民、事業所等の水需要者が満足できるように水量、水質、水圧を供給することが求められるが、水源の水量や施設の状況は渇水や地震等の外乱により変動し、常に良好な状況で水供給ができる状況にはない。つまり、渇水等により水源システムからの供給量が減少した場合や、事故等により水供給システムの施設が破損した場合には、需要者への供給水量、供給水質、供給水圧も変動することになる。このことから、この外乱に伴う変動を利水システム内部で吸収することにより、需要者への供給レベルを許容範囲内に抑制することが、安定供給の概念と考えることができる。このとき供給される水の特性である量、質、圧は、例えば上水道の水質については水質基準に適合しているかどうかが問題であり、水圧については蛇口から流出できる程度の水圧があれば良いということになる。したがって、水圧、水質は水量の特性に含め、水量特性のみを安定供給の概念の対象としてさしつかえないと考えられる。このため、水質事故等は水質悪化に伴う取水の停止としてとらえ、水源水量の減少と考える（図 2.1.1）。

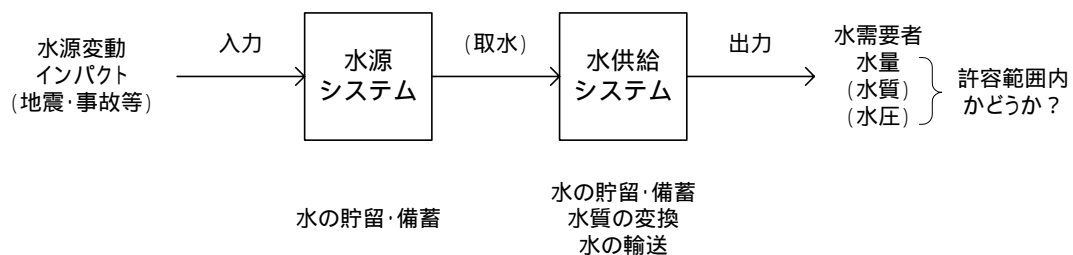


図 2.1.1 水の安定供給の概念

2.1.2 水危機の定義

以上のように利水の安定供給をとらえた時、水危機とは安定供給が阻害された状態であり、需要者への水供給が不満足な状態になる状況として定義できる。これは図 2.1.2 に示す斜線部分の状態であり、その水危機の度合いは次の3つの視点で表せる。

頻度（回数）

規模（大きさ（地域的な広がりを含む））

期間（長さ）

水危機の定義

水危機とは、市民、事業所、工場、農地等の利水者に対する安定的な水供給が阻害された状況であり、これら利水者への水供給が不満足な状態となる原因を「水危機」という。

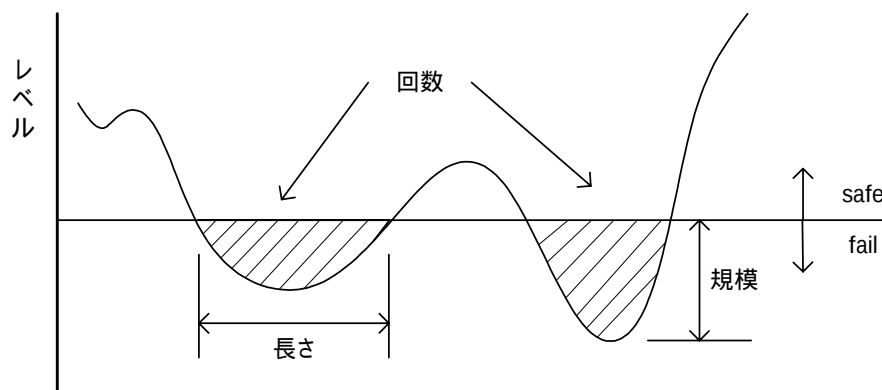


図 2.1.2 水危機の特性

2.1.3 検討の対象とする災害の抽出

こうした水危機が生じる場面は、水源システム、水供給システムの機能が損なわれる状態であり、次のようなものが考えられる。

(1) 水源システム、水供給システムの貯留・備蓄機能の阻害

量的な危機

- ・貯留量の減少 : 渇水、地下水枯渇、堆砂
- ・貯留施設の破損 : 地震、犯罪（テロ）

質的な危機

- ・短期的な水質悪化：水質事故、洪水（濁度上昇）、犯罪（テロ）
- ・長期的な水質悪化：富栄養化、地下水汚染

(2) 水供給システムの輸送機能の阻害

- ・地震（管路、各池の破損）、停電、地滑り、陥没、誤操作

(3) 水供給システムの処理機能の障害

・地震（浄水施設破損） 浸水、停電、誤操作

このように、水危機は水源システム、水供給システムの機能が障害されることにより生じ、その特性は、頻度、規模、期間により表すことができる。この3つの視点より、代表的な水危機についてその特性を示すと表2.1.1のようになる。

これらの水危機のうち、本調査では公共用水域（表流水）の水質リスク及び都市域の水質リスクを念頭に置き、「地震」「洪水」「水質事故」を検討の対象として、想定される被害を整理するとともに、水道事業者が単独あるいは関係各機関との連携によってリスクを回避・低減する方策等について検討した。

表2.1.1 代表的な水危機の分類

水危機の種類			水危機の特性	被害の特性		
				頻度	規模	期間
量的危機	貯留量の減少	渇水	少ない	大きい	長い	
		地下水枯渇	希少	特大	超長期	
		堆砂	多い	小さい	長い	
	貯留施設の破損	地震	希少	特大	長い	
		犯罪（テロ）	希少	特大	長い	
質的危機	短期的な水質悪化	水質事故	少ない	特大	極短期	
		洪水	少ない	小さい	短い	
		犯罪（テロ）	希少	特大	短い	
	長期的な水質悪化	富栄養化	希少	大きい	超長期	
		地下水汚染	希少	大きい	超長期	
輸送機能の危機		地震	希少	特大	長い	
		停電	頻繁	小さい	極短期	
		地滑り	希少	大きい	短い	
		陥没	希少	大きい	短い	
		誤操作	少ない	小さい	極短期	
水処理機能の危機		地震	希少	大きい	長い	
		洪水による浸水	希少	小さい	短い	
		停電	少ない	小さい	極短期	
		誤操作	少ない	小さい	極短期	

以上、「国土庁長官官房水資源部：平成2年度ウォーターセキュリティ調査報告書 水危機管理マニュアル（案）平成3年3月」を参考にした。

2.2 地震による被害状況

過去数十年間に、水道施設に影響を与えた大規模な地震について被害状況を整理した。

最大震度をみると、昭和 59 年 9 月に発生した長野県西部地震の震度 4 を除いて、震度 5 以上となっている。長野県西部地震の場合は、地震による直接的被害は少なかったものの、降り続いていた降雨の影響により地震発生直後に各所で大規模な土砂崩れが発生したため、被害が大きくなったものである。

過去数十年間で最大規模の地震であった阪神・淡路大震災及び新潟県中越地震は最大震度 7 を記録しており、都市部での被害が集中した阪神・淡路大震災は、断水被害が 123 万戸と他の地震被害と比較して 1 桁以上大きな被害となっている。

表 2.2.1 地震による被害状況（1）

年月日	地震名	マグニ チュード	最大 震度	主な被害	水道の被害状況	
					被害地域	断水戸数
S39(1964).6.16	新潟地震	7.5 ± 0.2	6	死者 26人 負傷者 447人 建物全壊 2,134棟 建物半壊 6,293棟 建物全半壊 291棟	・秋田県 1市3町 ・山形県 2市1町 ・新潟県 4市5町5村	新潟市 約55,000戸
S43(1968).5.16	十勝沖地震	7.9	5	死者 52人 負傷者 330人 建物全壊 676棟 建物半壊 約3,004棟	・青森を中心に北海道南部・ 東北地方に被害	
S53(1978).1.14	1978年伊豆大島近 海地震	7	5	死者 25人 負傷者 205人 建物全壊 96棟 建物半壊 約616棟	・伊豆半島	
S53(1978).6.12	宮城県沖地震	7.4	5	死者 16人 負傷者 10,119人 建物全半壊 4,385棟 建物部分壊 86,010棟	・宮城県内	約7,000戸
S58(1983).5.26	日本海中部地震	7.7	5	死者 104人 負傷者 163人 建物全壊 447棟 建物半壊 865棟	・秋田、青森	約40,300戸
S59(1984).9.14	長野県西部地震	6.8	4	死者 29人 負傷者 10人 建物全壊 14棟 建物半壊 73棟	・長野県内	約1,200戸
S62(1987).12.17	千葉県東方沖の地 震	6.7	5	死者 2人 負傷者 138人 建物全壊 10棟 建物一部破損 73棟	・千葉県内	13,657戸
H5(1993).1.15	釧路沖地震	7.8	6	死者 2人 負傷者 967人 建物全壊 14棟 建物半壊 73棟 建物一部破損 565棟	・北海道 22市町村	19,765戸
H5(1993).2.7	能登半島沖の地震	6.6	5	負傷者 20人 建物半壊 2戸	・石川県内	2,329戸
H5(1993).7.12	北海道南西沖地震	7.8	5	死者 202人 行方不明 28人 負傷者 323人 建物全壊 509棟 建物半壊 214棟	・北海道	17,907戸

資料）内閣府防災担当ホームページ、厚生労働省調べ

表 2.2.2 地震による被害状況(2)

年月日	地震名	マグニ チュード	最大 震度	主な被害	水道の被害状況	
					被害地域	断水戸数
H6(1994).10.4	北海道東方沖地震	8.2	6	死者 10人 負傷者 436人 建物全半壊 421棟	・北海道	31,462戸
H6(1994).12.28	三陸はるか沖地震	7.6	6	死者 3人 負傷者 788人 建物全壊 48棟 建物半壊 378棟	・青森県内	
H7(1995).1.17	阪神淡路大震災	7.2	7	死者 6,432人 行方不明 3人 負傷者 43,792人 建物全壊 約10万5,000棟 建物半壊 約14万4,000棟	・兵庫県、大阪府他 9府県68市町村	・兵庫県内 約121万戸 (震災直後) ・大阪府内 約2万戸 (震災直後) 合計 約123万戸
H12(2000).10.6	鳥取県西部地震	7.3	6強	負傷者 182人 住家全壊 435棟 住家半壊 3,101棟 住宅一部破損 14,134棟 非住家公共建物 169棟 非住家その他2,899棟	・鳥取県 2市10町1村 米子市、境港市、岸本町、西伯町、会見町、淀江町、日南町、日野町、江府町、溝口町、東郷町、大野町、日吉津 ・鳥根県 4市10町1村 出雲市、平田市、松江市、安来市、東出雲市、八束町、横田町、西郷町、広瀬町、伯太町、木次町、大社町、揖川町、宍道町、知夫村 ・岡山県 2市2町1村 岡山市、新見市、大佐町、勝山町、八束村 ・広島県 1市1町 福山市、豊松町 ・山口県 2町 平生町、阿東町 ・香川県 1町 大内町	・鳥取県内 5,793戸 ・鳥根県内 1,348戸 ・岡山県内 1,167戸 ・広島県内 断水なし ・山口県内 断水なし ・愛媛県内 30戸 合計 8,338戸
H13(2001).3.24	芸予地震	6.7	6強	死者 2人 負傷者 288人 住家全壊 70棟 住家半壊 774棟 住宅一部破損 49,223棟	・広島県 6市19町 広島市、呉市、三原市、竹原市、因島市、甘日市市、河内町、川尻町、三和町、大崎町、蒲刈町、下蒲刈町、豊町、瀬戸田町、東野町、木江町、本郷町、向島町、大野町、豊浜町、熊野町、江田島 ・山口県 1市1町1村 柳井市、小郡町、むつみ村 ・鳥根県 1市 益田市 ・愛媛県 6町 土井町、丹原町、玉川町、中島町、河内町、波方町	・広島県内 40,269戸 ・山口県内 160戸 ・鳥根県内 130戸 ・愛媛県内 379戸 合計 40,938戸
H15(2003).5.26	宮城県沖を震源とする地震	7.1	6弱	負傷者 174人 住家全壊 2棟 住家半壊 21棟 住宅一部破損 2404棟 浸水家屋 1棟	・岩手県内 ・宮城県内	・岩手県内 2,703戸 ・宮城県内 2,089戸 合計 4,792戸
H15(2003).7.26	宮城県北部を震源とする地震	6.4	6強	負傷者 677人 住家全壊 1,276棟 住家半壊 3,809棟 住宅一部破損 10,976棟	・宮城県内	・13,721戸
H15(2003).9.26	十勝沖地震	8	6弱	行方不明 2名 負傷者 849人 住家全壊 116棟 住家半壊 368棟 住宅一部破損 1,580棟 浸水家屋 9棟	・北海道内 浦河町、池田町、帯広市、浜中町、豊頃町等	・15,956戸
H16(2004).9.5	紀伊半島沖を震源とする地震及び東海沖を震源とする地震	6.9	5弱	負傷者 6人	・奈良県内	・奈良県内 15戸
		7.4	5弱	負傷者 36人 住宅一部破損 4棟	・和歌山県内	・和歌山県内 35戸
H16(2004).10.23	新潟県中越地震	6.8	7	死者 51名 負傷者 4,805人 住家全壊 3,185棟 住家半壊 13,715棟 住宅一部破損 104,560棟 建物火災 9棟	・新潟県 40市町村	・129,750戸
H17(2005).7.23	千葉県北西部を震源とする地震	6.0	5強	負傷者 38人 住宅一部破損 12棟 建物火災 3棟	・千葉県内	・430戸

資料) 内閣府防災担当ホームページ、厚生労働省調べ

2.3 洪水による被害状況

過去数十年間に、水道施設に影響を与えた洪水について被害状況を整理した。

平成 16 年の台風 21 号、23 号を除いて、7 月から 9 月中旬までの間に発生しており、梅雨前線及び台風の影響により洪水が発生している。

平成 16 年は、10 月までに 10 個もの台風が上陸し（例年は平均 2.5 個）、しかも上陸台風の大部分がほぼ同じようなルートで日本列島を縦断し、執拗に大雨と強風を繰り返した年であった。

台風が襲来するたびに数日間雨が連続的に降り続けると、山間部の土壌や木々の含水状態はピークに達し、さらに大雨が降れば河川は急速に増水することとなる。ところが、水道施設管理者のみならず、河川、急傾斜地等の管理者は、こうした短期間に繰り返す大雨を想定していなかった。今後は、単発大雨のみでなく、こうした短期間の連続的な大雨に対しても水道施設に被害が生じないよう、検討及び対策を進める必要がある。

表 2.3.1 洪水による被害状況（1）

年・月・日	災害名	原因	被害の状況	水道の被害状況	
				主な被害地域	施設被害、断水戸数
S22(1947).9.14 ～9.15	カスリーン台風	台風	(関東・東北) 死者・行方不明 1,930人 負傷者 1,547人 全・半壊・流出家屋 9,298戸 浸水家屋 384,743戸	東京都	[施設被害] 浄水場の冠水による機能停止 1件 ポンプ場運転停止 3件 取水所一部破壊 配水管破壊 [断水被害] 東京都 断水人口約58万人
S28(1953).6	西日本水害	梅雨前線による豪雨	(全国) 死者・行方不明 1,013人 全壊・流出家屋 不明	北九州市、久留米市、唐津市、熊本市、熊本県長陽村	
S36(1961).6	伊那台水害	梅雨前線による豪雨	(愛知・岐阜・三重・静岡県) 死者・行方不明 133人 全壊・流出家屋 1,647戸 浸水家屋 58,378戸	飯田市	
S42(1967).7	S42.7月豪雨	熱帯低気圧による前線の活発化	(兵庫県) 死者・行方不明 92人 全壊・流出家屋 363戸 半壊家屋 361戸 浸水家屋 37,580戸	神戸市	[施設被害] 導水、送水、配水管の被害
S47(1972).7	S47.7月豪雨	梅雨前線の活発化	(岡山県) 死者 16人 負傷者 12人 全壊・流出家屋 不明	岡山市、高梁市	
S47(1972).7 S48(1973).	S47.7月豪雨 S48台風第6号	梅雨前線の活発化 台風		下関市、山口市、宇部市 太宰府市、須恵町 安八町	
S51(1976).9	S51台風第17号	台風	(愛知・岐阜・三重・静岡県) 死者・行方不明 9人 全壊・流出家屋 154戸 浸水家屋 75,485戸		
S56(1981).8	S56.8月洪水	寒冷前線	(北海道) 半壊家屋 1戸 浸水家屋 220戸	新十津川町、雨滝町	
S56(1981).8	S56台風第15号	台風	(長野県) 死者 10人 浸水家屋 2,929戸	須坂市	
S57(1982).8	S57台風第10号	台風	(奈良県) 死者11人 負傷者 8人 全壊・流出家屋 12戸 半壊家屋 13戸 浸水家屋 535戸	生駒市	
S57(1982).	S57台風第10号	台風		島羽市、名張市、端野市	
S57(1982).7.23	長崎大水害	梅雨前線による集中豪雨	(長崎県) 死者・行方不明 299人 負傷者 805人 建物全壊 584棟 建物半壊 954棟 建物浸水 37,106棟	長崎市周辺	[施設被害] 貯水池への土石流の流入 浄水場の冠水による送水停止 送、配水管及び給水管の破壊 停電による取水停止 [断水被害] 長崎市 約93,000戸
S58(1983).7	島根県西部豪雨	梅雨前線による集中豪雨	(島根県) 死者 107人 負傷者 159人 全壊・流出家屋 705戸	益田市、浜田市、三隅町	
S58(1983).9	S58台風第10号	台風	(愛知・岐阜・三重・静岡県) 死者・行方不明 9人 全壊・流出家屋 62戸 浸水家屋 4,833戸	長野市、飯田市	[施設被害] 送水管の破壊
S58(1983).	S58.9月豪雨	前線	(北海道) 浸水家屋 168戸	室蘭市、登別市	
H5(1993).7.31 ～8.7	鹿児島豪雨災害	梅雨前線による集中豪雨	(鹿児島県) 死者・行方不明 299人 負傷者 805人 建物全壊 584棟 建物半壊 954棟 浸水家屋 37,106棟	鹿児島県内	

資料）内閣府防災担当ホームページ、厚生労働省調べ

表 2.3.2 洪水による被害状況（２）

年・月・日	災害名	原因	被害の状況	水道の被害状況	
				主な被害地域	施設被害、断水戸数
H15(2004).7.18 ～7.21	7月梅雨前線豪雨	梅雨前線	(福岡県、熊本県) 死者 20人 負傷者 18人 建物全壊 47棟 建物半壊 56棟 浸水家屋 7,115棟	福岡県内、熊本県内	[断水被害] 福岡県内 8,925戸 熊本県内 1,261戸
H15(2004).8.7 ～8.10	H15台風第10号	台風	(北海道、宮城県) 死者 11人 負傷者 6人 建物全壊 19棟 建物半壊 14棟 浸水家屋 583棟	北海道(門別、新冠、日高、平取、穂別) 宮城県内(国富町、椎葉村)	[断水被害] 北海道内 806戸 宮城県内 6,749戸
H15(2004).9.11 ～9.12	H15台風第14号	台風	(沖縄県) 死者 1人 負傷者 97人 建物全壊 18棟 建物半壊 86棟 浸水家屋 18棟	沖縄県内(伊良部町、城部町)	[断水被害] 沖縄県内 4,681戸
H16(2004).7.12 ～7.18	H16年7月新潟・福島豪雨	梅雨前線	(福島県、新潟県) 死者 16人 負傷者 4人 建物全壊 70棟 建物半壊 5,354棟 浸水家屋 8,357棟	福島県内、新潟県内、山形県内	[断水被害] 福島県内 16戸 新潟県内 8,867戸 山形県内 319戸
H16(2004).7.17 ～7.18	H16年7月福井豪雨	梅雨前線	(福井県) 死者・行方不明 5人 負傷者 19人 建物全壊 66棟 建物半壊 135棟 浸水家屋 13,726棟	福井県内	[断水被害] 福井県内 6,793戸
H16(2004).8.30 ～8.31	H16台風第16号	台風	(宮城県) 死者 2人 負傷者 26人 建物全壊 8棟 建物半壊 8棟 浸水家屋 1,006棟	宮城県内	宮城県内 7,524戸
H16(2004).9.29 ～9.30	H16台風第21号	台風	(三重県、愛媛県) 死者・行方不明 23人 負傷者 12人 建物全壊 75棟 建物半壊 254棟 浸水家屋 10,806棟	三重県内、愛媛県内	[断水被害] 三重県内 7,739戸 愛媛県内 2,351戸
H16(2004).10.18 ～10.21	H16台風第23号	台風	(京都府、兵庫県) 死者 41人 負傷者 182人 建物全壊 795棟 建物半壊 7,342棟 浸水家屋 18,049棟	京都府内、兵庫県内	[断水被害] 京都府内 37,703戸 兵庫県内 24,933戸
H17(2005).9.5 ～9.7	H17台風第14号	台風	(宮城県) 死者 13人 負傷者 26人 建物全壊 1,104棟 建物半壊 3,284棟 浸水家屋 4,381棟	宮城県内	[施設被害] 浄水場の冠水による送水停止 送配水管及び給水管の破損 水源地の崩落による断水 高潮水のための取水停止 停電による取水停止 [断水被害] 宮城県内 57,638戸

資料）内閣府防災担当ホームページ、厚生労働省調べ

2.4 水質事故等による被害状況

過去数十年間に起こった水質事故について被害状況を整理した。水質事故等の原因は、水質事故（化学物質、油等、クリプトポリジウム）、水質管理、クロスコネクション、大規模破壊、テロに区分されるが、水質事故によるものが最も多い。

表 2.4.1 に挙げる事例のうち、クロスコネクションの 2 例を除くと、14 事例のうち、断水及び給水停止に至ったものは 7 事例であり、「飲用不適」等の広報を行うなどして給水を実施したものが 4 例、取水停止及び取水制限により給水への影響がなかったものが 2 例、全く実害がなかったものが 1 例であった。

表 2.4.1 水質事故による被害状況

区分		年・月・日	事故名	事故原因	水道の被害状況
水質事故	化学物質	H13(2001).1.31	長野県府営水道・クレゾール混入事故	水道原水に混入、詳細不明	飲用制限(1/31～2/2)
		H14(2002).3.6	滋賀県信楽町水道・フェノール混入事故	化学工場からの漏出	最大3,300戸、10日間の断水
		H14(2002).6.21	兵庫県篠山市・フェノール混入事故	化学工場からの漏出	使用制限、影響戸数9,000戸
	油等	H13(2001).2.13	松塩水道用水供給事故・油流出事故	水道原水に混入、詳細不明	送水の停止、松本市9,700戸、塩尻市4,000戸断水
		H15(2003).10.2	淀川支川黒田川における軽油流出事故	ガソリンスタンドからの流出	7浄水場で取水停止及び取水制限、粉末活性炭の投入
		H16(2004).1.16	栃木県宇都宮市・灯油流出事故	農家が誤って灯油を流出	取水停止及び取水制限。供給水への影響無し
		H16(2004).6.5	山形県南陽市におけるトルエンによる水質事故	油の不法投棄	南陽市水道給水停止(6/5～6/6)
	クリプトスポリジウム	H8(1996).6	埼玉県越生町・大規模汚染	詳細不明	給水停止
		H13(2001).6.15	愛媛県今治市・クリプトスポリジウム断水事故	詳細不明	給水停止(6/15～6/16)
水質管理	H14(2002).12.3	岡山県津山市・残留塩素の基準値低下事故	急激な水道原水水質変化、水質監視の注意不足	送水戸数 17,000戸	
	H15(2003).4.22	長野県飯田市・濁度上昇による給水停止事故	濁度上昇に対する対応の遅れ	給水停止なし、「飲用不適」の広報	
クロスコネクション	H14(2002).8.7	大阪市・工業用水道誤接合事故	設計図書の記載漏れ、残留塩素濃度の未確認	6年間にわたって工業用水が供給	
	H14(2002).11.28	東京都・工業用水道誤接合事故	設計図書の記載漏れ、残留塩素濃度の未確認	17年間にわたって工業用水を供給	
大規模破壊	H13(2001).7.26	京都府営水道・導水管破損事故	詳細不明	宇治市36,000戸、城陽市10,000戸断水	
	H14(2002).11.18	横浜市水道・配水管破損	腐食による管厚の減少等	断水	
テロ	S53(1978).6	千葉県北総浄水場への廃油毒物投入事件	-	実害なし	

資料) 厚生労働省健康局水道課ホームページをもとに一覧表に加工

第2章の参考文献

- 1) 国土庁長官官房水資源部：平成2年度ウォーターセキュリティ調査報告書 水危機管理マニュアル（案） 平成3年3月
- 2) 内閣府防災担当：ホームページ（<http://www.bousai.go.jp>）
- 3) 厚生労働省健康局水道課：ホームページ
（<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/jouhou/accident14.html>）

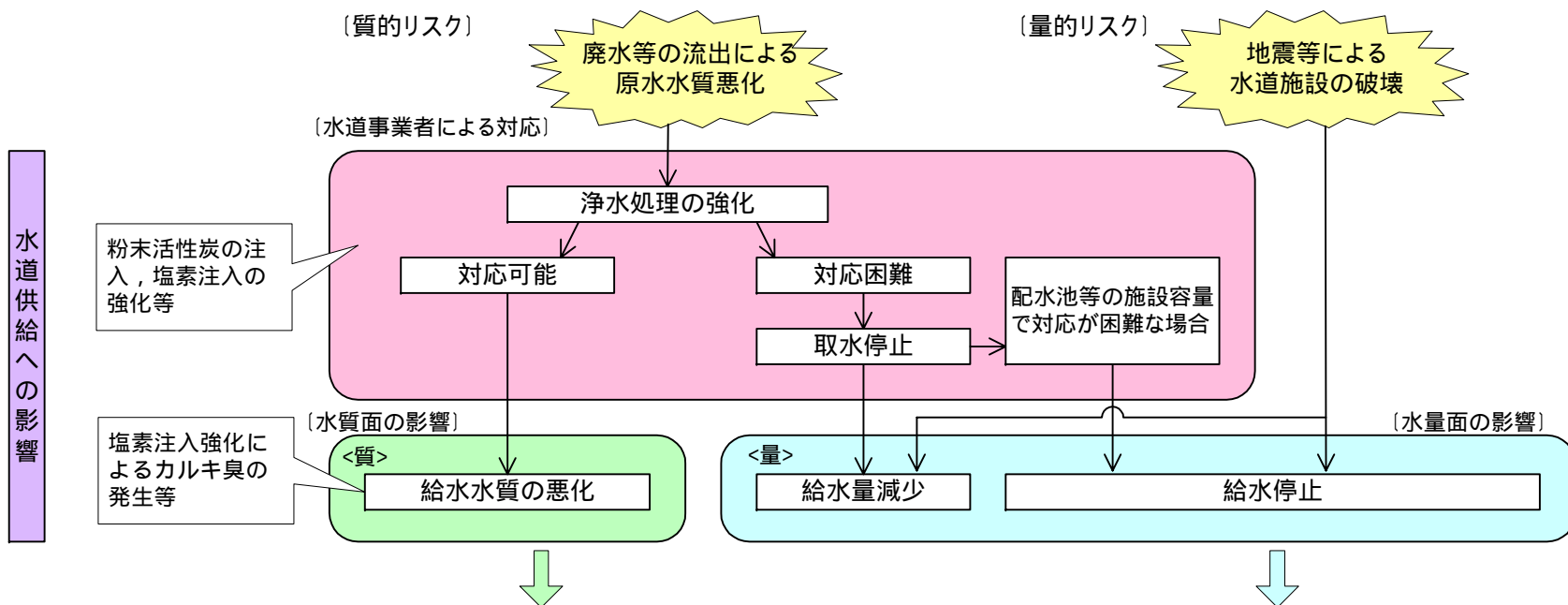
3 汚濁負荷による水道供給及び都市生活への影響

この章では、被災に伴う汚濁物質の河川への流出や地震に伴う水道施設等の破損が、水道供給と都市生活に及ぶ影響について整理し、その一般的な考え方や事例をとりまとめた。

3.1 汚濁負荷による影響の概要

被災に伴って廃水等の汚水が公共用水域に流出した場合、下流の利水者である水道事業者は原水水質の悪化という形で影響を受け、浄水処理の強化という対応を迫られることになる。こうした「質的リスク」は、給水水質の悪化という水質面だけでなく、被害が甚大な場合には、取水停止や給水停止といった水量面の影響も及ぼすことになる。一方、地震等によって浄水施設や管路等の水道施設が破損した場合、水道事業者は非常時の水運用や応急給水といった対応を迫られる。こうした「量的リスク」は、断水や減水といった水量面の影響を及ぼし、質的リスクと同様、都市生活の様々な場面に対して水道サービスの低下をもたらす。また、こうした影響の流れは「水道供給」という供給者の視点、そして「都市生活」という利用者の視点から整理することもできる。

上記の考えを模式的に表したものが図3.1.1であり、以下では、水道供給及び都市生活の観点から、一般的な考え方や事例について述べる。



都市生活への影響	利用者	用途	水質面の影響	水量面の影響
	一般住民	飲料水	健康影響の懸念，水の味の低下，ボトル水の購入等	飲料水の不足，応急給水の手間，ボトル水の購入等
		トイレ用水	-	トイレ用水の不足
		生活用水	-	生活用水の不足
	消防	消防用水	-	消火活動の阻害
	医療・福祉施設	医療・福祉	健康影響の懸念，医療・福祉活動の停滞	医療・福祉活動の縮小，停止等
	工場・事業場	工業用水	設備・機械への影響（供給水質が工業用水より悪化の場合）	操業縮小，操業停止
	オフィスビル等	冷却水	設備・機械への影響（腐食等）	事業活動の縮小，停止

図3.1.1 汚濁負荷による水道供給及び都市生活への影響

3.2 水道供給への影響

3.2.1 水質面の影響

1) 緊急時における質的リスクを引き起こす原因の分類

災害に伴って給水水質が悪化する状態を質的リスクと捉えた場合、地震、洪水、水質事故等の緊急時における質的リスクを引き起こす原因は、主に原水の汚染、浄水施設の汚染、水道水の汚染に分類することができる。それぞれの原因について整理したものが表3.2.1であり、以下では、地震時、洪水時、水質事故時の順に概要を述べる。

質的リスク

災害に伴って給水水質が悪化する状態

表3.2.1 緊急時における質的リスクを引き起こす原因の分類

災害の種類	原因		原水の汚染						浄水施設の汚染	水道水の汚染
			有機汚濁	病原性微生物	臭気物質	重金属化学物質	油	その他		
地震	施設の被災に伴う廃水の流出	下水処理場	○	○	○	○	○			
		工場・事業場	○		○	○	○			
		病院・研究施設等	○	○		○		○ ウイルス等		
	浄水施設の被災に伴う施設の破損									配水池・浄水池・貯水槽の破壊による水道水の汚染
	地震に伴う津波の発生							○ 塩水遡上		
洪水	河川の増水による濁度上昇							○ 高濁水		
	流域の氾濫			○					浄水場内への汚染物質の流入	浄水池・配水池・貯水槽の冠水による水道水の汚染
水質事故	施設の事故に伴う廃水の流出	下水処理場	○	○	○	○	○			
		工場・事業場	○		○	○	○			
		病院・研究施設等	○	○		○		○ ウイルス等		
	車両事故による油等の流出					○	○			

2) 地震時に想定される質的リスクを引き起こす原因

(1) 施設の被災に伴う廃水の流出-----〔原水の汚染〕

地震時においては、下水処理場、工場・事業場、病院・研究施設等の被災によって廃水が河川に流出するおそれがあり、このような河川水を取水した場合、浄水場では、有機汚濁、病原性微生物、臭気物質、重金属・化学物質、油、その他の物質による汚染が懸念される。このようなリスクは「原水の汚染」に位置付けられ、浄水処理による対応可能な範囲を超える場合には水道水の汚染に至る。

(2) 浄水施設の被災に伴う施設の破損-----〔水道水の汚染〕

配水池や浄水池等の浄水施設、あるいは水道利用者が所有・管理する貯水槽は、通常、密閉されており、雨水や地表を流れる水がこれらの施設に混入することは有り得ない。しかしながら、地震によってこれらの施設が破損した場合、水道水が汚染される可能性がある。このようなリスクは「水道水の汚染」に位置付けられ、水道利用者の健康影響等に影響を及ぼすことが懸念される。

(3) 地震に伴う津波の発生-----〔原水の汚染〕

海域を震源地とする地震が発生した場合、津波や高潮に伴う塩水遡上により、河川の下流で取水する浄水場において、塩化物イオンやホウ素など、海域特有の物質が高濃度になるおそれがあるが、これらの水質項目は、通常の浄水処理のみならず、高度浄水処理でも除去できない。このようなリスクは「原水の汚染」に位置付けられ、原水が水道水質基準値を超過する濃度となった場合、取水停止に至る可能性がある。

3) 洪水時に想定される質的リスクを引き起こす原因

(1) 河川の増水による濁度上昇-----〔原水の汚染〕

集中豪雨やダムの緊急放流に伴う河川の増水によって、河床に堆積する底泥が巻き上げられると、河川水の懸濁物質濃度が上昇する。浄水場では高濁度への対応として、凝集剤の注入を強化する等の措置を講じるが、著しい高濁度(例えば1,000度を超えるような場合)になると、凝集剤や凝集補助剤の最大注入率で対応できなくなるおそれがある。このようなリスクは「原水の汚染」に位置付けられ、水道水が水質基準やクリプトスポリジウム暫定対策指針値を超過することが懸念される。

(2) 流域の氾濫 -----〔原水・浄水施設・水道水の汚染〕

洪水に伴う氾濫時には、地域の衛生環境が著しく悪化する。このような状況のもと、浄水場が浸水した場合、浄水場が機能を停止するだけでなく、浄水施設が病原性微生物により汚染され、運転の再開までに長時間の清掃等が必要となる。特に浄水を貯留する浄水池

は、施設の水位高低上、場内で最も低い場所に位置することから、仮に沈澱池やろ過池が浸水を受けなくても、水道水が汚染されるおそれが高いと考えられる。また、水道利用者が所有・管理する貯水槽が浸水した場合も同様である。このようなリスクは「原水の汚染・浄水施設の汚染・水道水の汚染」の全てに該当し、水質汚染の観点で最も影響が大きいと考えられる。

4) 水質事故時に想定される質的リスクを引き起こす原因

(1) 施設の事故に伴う廃水の流出-----〔原水の汚染〕

下水処理場、工場・事業場、病院・研究施設等が何らかの事故に遭遇し、汚水の処理施設や除害施設での処理機能が低下または停止すると、通常よりも高濃度の廃水が河川に流出するおそれがある。このような河川水を取水した場合、浄水場では、有機汚濁、病原性微生物、臭気物質、重金属・化学物質、油、その他の物質による汚染が懸念される。このようなリスクは「原水の汚染」に位置付けられ、浄水処理による対応可能な範囲を超える場合には水道水の汚染に至る。

(2) 車輦事故による油等の流出-----〔原水の汚染〕

油類や化学物質を運搬するタンクローリー等の車輦が事故を起こした場合、これらの物質が河川に流出するおそれがある。こうした事故は比較的頻繁に発生しており、通報を受けた河川管理者や水道事業者は、浄水場内への汚染物質の流入を阻止するため、オイルフェンスやオイルマットの設置等の必要な措置を行うこととなる。このようなリスクは「原水の汚染」に位置付けられ、汚染の発見が遅れた場合、水道水の汚染に至る可能性がある。

3.2.2 水量面の影響

1) 緊急時における量的リスクを引き起こす原因の分類

災害に伴って給水停止、給水量の減少、供給水圧の低下に至る状態を量的リスクと捉えた場合、地震、洪水、水質事故等の緊急時における量的リスクを引き起こす原因は、主に浄水施設機能の低下、水輸送機能の低下、水質悪化に伴う水供給の阻害、他の要因による水供給の制限に分類することができる。それぞれの原因について整理したものが表3.2.2であり、以下では、地震・洪水時、水質事故時の順に概要を述べる。

量的リスク

災害に伴って給水停止、給水量の減少、供給水圧の低下に至る状態

表3.2.2 緊急時における量的リスクを引き起こす原因の分類

災害の種類	原因	浄水施設機能の低下	水輸送機能の低下	水質悪化に伴う水供給の阻害	他の要因による水供給の制限
地震・洪水	被災に伴う浄水施設の破壊	○			
	被災に伴う配水施設の破壊		○		
	被災に伴う管路施設の破壊		○		
	被災に伴うポンプ等の水輸送施設の破壊		○		
	下水処理施設等の破壊による水供給の制限				○
水質事故	浄水処理能力の低下に伴う給水水質の悪化			○	

2) 地震・洪水時に想定される量的リスクを引き起こす原因

(1) 被災に伴う浄水施設の破壊

地震や洪水によって取水、浄水、配水等の各施設が被災した場合、通常よりも浄水施設の機能が低下し、給水量の減少、供給水圧の低下、給水停止等の量的リスクを引き起こすおそれがある。

(2) 被災に伴う配水施設の破壊

地震や洪水によって浄水施設が被災しない場合であっても、配水池が被災した場合には、水輸送機能の低下によって量的リスクを引き起こすおそれがある。

(3) 被災に伴う管路施設の破壊

地震や洪水によって浄水施設が被災しない場合であっても、導・送・配水等の管路が被災した場合には、水輸送機能の低下によって量的リスクを引き起こすおそれがある。

(4) 被災に伴う水輸送施設の破壊

地震や洪水によって浄水施設や管路施設が被災しない場合であっても、導・送・配水等に係るポンプ等が被災した場合には、水輸送機能の低下によって量的リスクを引き起こすおそれがある。

(5) 下水処理施設等の破壊による水供給の制限

浄水施設、管路施設、水輸送施設等の水道施設が被災しない場合であっても、例えば給水区域内の下水処理施設等が被災した場合には、下水処理能力が低下するため、水供給の制限を余儀なくされる場合が考えられる。

3) 水質事故時に想定される量的リスクを引き起こす原因

3.2.1で述べたとおり、流域内の施設の被災によって有害物質等が河川に流出し、浄水処理での対応が困難となる水準にまで原水水質が悪化した場合には、水道水の供給停止に至ることとなる。

3.3 都市生活への影響

3.3.1 一般住民への影響

1) 飲料水への影響

(1) 飲料水、炊事用水の不足

震災等により断水、つまり水量面の影響が生じた場合、一般住民にとって最も影響を受けるのは飲料水である。

「水道の耐震化計画策定指針(案)の解説」では、発災後3日間は飲料水としての3L/人/日の給水目標が示されているが、夏季に停電などが同時に発生した場合、3L/人/日では不足することも考えられる。

また、飲料水に加え、炊事用水の不足も影響が大きい。電気やガスに損傷がなく、通常通り使用できる家庭では、炊事については通常通り行う場合も多いと考えられる。特に、冬に地震が発生した場合、暖かい食事への欲求は高まると考えられ、炊事用水の不足による影響はより大きくなるものと考えられる。

一方、被害が甚大な場合、被災地の自治体（県・各市等）では、被害状況が十分に把握できないまま、被災者数を想定して応急給水活動を行なうことも考えられる。

(2) 健康影響への懸念、水の味の低下

震災等により水源や河川水質に問題が生じても、水道事業者の対応により辛うじて断水を回避できる場合がある。

しかし、化学物質の混入や濁度の上昇等により、飲料水としての水質が確保できず、万が一そのまま飲んだ場合には健康影響が懸念される。

また、塩素注入量の増加により、カルキ臭が発生し、水の味が低下する場合もある。

(3) 応急給水の手間

応急給水が開始されても、ペットボトルや鍋・やかん等の少量容器しかない場合、水を運ぶために何度も往復しなければならない。容器があっても、水の運搬が困難なために、給水車からの給水を十分に持ち帰ることができないケースも多い。特に、エレベーターの止まった中高層マンション居住の高齢者の場合、飲料水、炊事用水の運搬だけでもかなりの重労働であると推測される。

(4) ボトル水の購入等

万が一、電気や上水道の供給が停止された場合、ボトル水の購入や備蓄等が必要となる。

平成17年9月に公表された「首都直下地震への対策をまとめたマスタープラン(大綱)(総理府中央防災会議)」では、国・地方公共団体は「各家庭において最低3日分の食料、飲料水及び生活必需品の備蓄」を促進することとされている。阪神・淡路大震災では、実際に3日間以上応急給水を受けることができなかった地域があったため、ペットボトルやポリ容

器での飲料水の備蓄の重要性が示された。

一方、平常時に供給されている水は低廉かつ安全であるが、緊急時の断水や水質悪化により、ボトル水の購入等を余儀なくされれば、消費者に経済的負担を強いることになる。断水や水質悪化の影響が長期化すれば、それだけ消費者の負担も大きくなる。

2) トイレ用水への影響

上水道管路と同時に、下水道管路に物的被害が生じた場合にも、トイレが利用できなくなる。

阪神・淡路大震災においては、断水及び下水道管の損傷により水洗トイレが利用できなくなったため、避難所などでは施設内のトイレだけでなく、庭、側溝などにも汚物の山ができた。プールの水や河川水を利用するなど工夫したところもあったようであるが、仮設トイレが行き渡るまでには時間がかかる場合が多い。そのため、高齢者や身体障害者などには、ポータブルトイレの提供などの対策を要する場合も考えられる。

3) 生活用水への影響

配水部分に問題がない建物であっても、停電等により中高層階の部屋へは給水できずに断水状態になる場合がある。増圧直結給水方式や受入タンク方式では、自家発電設備が設置されていない限り、停電時にはポンプを動かすことができず、中高層階へは給水できないしくみとなっている。

しかし、東京消防庁、社団法人日本内燃力発電協会に対するヒアリング調査によれば、現在の建築基準法、消防法に基づいて義務づけされている自家発電設備は、法定電力量を確保することに主眼が置かれており、給水のためのポンプの電源まで自家発電設備に入っているマンションは少ないものと考えられる。自家発電設備のメーカーに対するヒアリング調査においても、同様の認識を持っているとの回答を得た。

したがって、中高層階の部屋においては、断水状態になる場合が多いものと推測される。断水が長期化した場合、中高層階居住者の入浴や洗濯等についても対策を要するものと考えられる。

3.3.2 消防活動への影響

地震の強い揺れにより建造物が損傷・崩壊するが、調理や暖房に火を用いている時に建物が崩壊すると火災が発生する。地震時の火災は以下のような特徴を持つ。

- ・ 同時多発的である。
- ・ 崩壊した建物の破片が道路を埋めて通行が困難になる。
- ・ 停電による信号故障により道路の通行が混乱する。
- ・ 水道管が破壊されて消防用水が供給できない。

地震により数多くの配水管・給水管が破損し、漏水が発生すると、配水管の水圧が短時間に低下・消失し、十分活用できない消火栓が多くなる。阪神・淡路大震災時の神戸市内では、地震後僅か20分で水が得られない消火栓もあった。そのため、神戸市水道局は、残った水を水漏れを覚悟で火災の激しい地域に送水すべきか、市民の飲料水として確保すべきか、厳しい選択を迫られたという。

また地震の翌日に、崩壊した無人の家屋から出火することがある。これは住人が電気ヒーターのスイッチを消し忘れたまま避難し、電気が復旧した後、ヒーターが発熱して周辺の可燃物を発火させることが原因であり、通電火災と呼ばれている。これらの火災に対しても消防用水が必要となる。

3.3.3 医療機関・福祉施設等への影響

病院では、常時非常時を問わず、外傷患部の洗浄、透析、レントゲン等の検査、器具の洗浄・滅菌など医療行為に関わる用途はもとより、入浴、洗濯、調理といった患者の入院生活全般に水道が使用されている。

そのため、ひとたび震災により配水管や病院における受入槽・高置水槽などの給水設備が損傷して断水の事態になれば、直ちに救急医療活動に深刻な影響を及ぼす。

また、自力による避難が困難な者が多数生活する老人ホーム、心身障害児施設及び乳児院等についても、断水被害の影響は大きなものであるといえる。

以下、阪神・淡路大震災や新潟県中越地震において、医療・福祉施設に影響があった事例を示す。

1) 医療用水への影響

(1) 人工透析用水

19台の機械で49人の透析患者を抱えていた神戸協同病院では、1日5～6トンの水が透析に使われていた。その他、日常診療には30トンの水が必要であったため、震災当日から20ℓポリ容器を車に積み込み、約7km離れた水源を往復する作業を開始した。震災当日は透析を中止したものの、翌日には濃度調節に苦しみながらも31人に透析を行った。同日午後には、支援物資として入手した500ℓ容器による運搬に切り替え、その後、兵庫県氷上郡市島町、神戸市、自衛隊などから水の供給を受けた。

県全体では、透析施設45カ所のうち21施設が機能不能となり、約三千人の患者に影響が出た。混乱の中、透析が受けられずに亡くなった人はいないと伝えられているが、これは人工透析が必要な患者三千人が医療情報を求め、透析可能な病院を探し当て自ら赴いた結果である。

(2) エックス線撮影装置（自動現像器の洗浄用水）

神戸赤十字病院では、外傷患者診療に不可欠なX線撮影装置が自動現像器の洗浄ができずに使用不能となった。このため、簡易型ポータブルX線撮影装置で代替したとあるが、これにより医療活動が停滞した。

(3) 手術用器材の洗浄水、手洗い用水等の生活用水

病院への供給量が不足すると、手術後の器材の洗浄や消毒もできなくなる。使用後の機材を長期間放置しておくことは不衛生であるため、平常時は洗浄して使用する器具を使い捨てにするか、治療行為を縮小せざるを得なくなる。

また、入院患者の手洗い用水、清掃用水なども不足し、病院内の衛生状態が全般的に悪化する。

2) 設備運転用水への影響

(1) 人工呼吸器の停止

阪神・淡路大震災のときには、神戸市内の病院の貯水槽が故障し、地下水槽から水が汲み上げられた。水はすぐに不足し、水冷式モーターで動く圧縮空気の供給が停止した。当時人工呼吸器は16台動いていたが、その一部を院内にあった圧縮空気源装置内蔵型麻酔器、人工呼吸器に替え、残りは外部から空冷移動型圧縮空気源装置を借用した。空冷移動型呼吸器は段階的に確保され、結果的に一人の犠牲者も出さずに済んだということであるが、その間、現場の医師や看護婦、付添の家族が交替でアンビューバッグを動かし続けていた。

(2) 手術室の空調停止等

神戸市のポートアイランドでは、幹線水道管の破損により、生活用水が不足した。病院では屋上貯水槽の破損に伴い、手術室の空調保温が行えなかったため、外気温と室内温が連動し、震災時気温は氷点下1 から暖かい日中でも5~6 しか上昇せず、手術室内でも全身裸にした患者の体温が奪われた。

このように、空調設備の停止の中でも、手術室の空調停止は特に影響が大きいといえる。

(3) 治療用の照明不足

自家発電装置が作動しても、断水により冷却水が尽きたために再び停電した病院があった。院内はほとんどまっ暗に近かったが、治療室内の最小限の非常灯と備え付けの懐中電灯で照らしながら、傷の手当などがなされた。

(4) 患者の移送難

小千谷市では、エレベーターが使用できず、自力での歩行が困難な患者の安全確保のため移送させる場合でも、限られた医療スタッフの人海戦術によらなければならなかった。

エレベーター故障の直接の原因は、停電のみか断水による設備冷却水の不足によるものであるかは不明であるが、福祉施設の場合にも同様の事態が予測される。

3.3.4 工場・事業場への影響

地震による物的被害ではなく、特に断水被害により、工場の生産調整や飲食店における営業時間の短縮、営業停止などの影響が考えられる。

阪神・淡路大震災の際には、被災地の工場の被災、あるいは物流網の寸断による部品不足などで、広島方面や海外など被災地以外の工場などでも操業停止が生じるなど、影響は広範囲に及んだ。

3.3.5 オフィスビル等への影響

断水被害によるオフィスビル等への影響は、中高層マンションへの影響と同様、停電により中高層階への送水が不可能になることの他に、空調が使えなくなるなどの影響がある。

阪神・淡路大震災及び新潟県中越地震規模の地震では、神戸市内のオフィスビルでも、数日分の貯水設備があったために断水被害の影響は出なかったところもある。しかし、ビル空調の冷却塔の配管が損傷し、空調が使えなくなる等の被害が続出した。

ビルの空調冷却水には、空冷式と水冷式とがあるが、水を冷却塔で冷却し循環使用する循環式が一般的である。

水冷式である場合、水を毎日タンク車で運ぶことになったが、タンク車からの注水口がなく、急遽注水口の設置工事をした例もあった。

空冷式の場合、加湿用の水が不足したため空調が止まることがあった。この場合は、井戸水などの代替水源があれば、これを利用することができた。

第3章の参考文献

- 1) 阪神・淡路大震災 被災・支援水道事業体：阪神・淡路大震災と水道 - 被害状況・総括・復旧工法・水運用など - 、平成9年3月
- 2) 神戸市水道局：阪神・淡路大震災 水道復旧の記録、1996年2月
- 3) 財団法人水道技術研究センター：阪神・淡路大震災と水道、1997年3月
- 4) 財団法人日本消防設備安全センター：震災時のトイレ対策のあり方に関する調査研究委員会『震災時のトイレ対策 - あり方とマニュアル - 』、1997年3月
- 5) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告 ライフライン施設の被害と復旧、社団法人土木学会、1997年9月
- 6) 薬業時報社大阪支局編集部：『災害医療 阪神・淡路大震災の記録—被災地の命はどう守られたか - 』薬業時報社、1995年9月
- 7) 神戸新聞記事：透析患者対応 情報伝達の具体策なく『震災10年 備えは その時どうする 災害医療』、2004年4月18日
- 8) 社団法人土木学会関西支部：大震災に学ぶ - 阪神・淡路大震災調査研究委員会報告書 - （第二巻・第7編）、1998年6月
- 9) 石川稔晃：震災そして病院機能としての手術状況『神戸市立病院紀要 阪神・淡路大震災特別号 - この震災での体験・教訓・今後の対策 - 』神戸市衛生局、1996年1月
- 10) 笠倉新平：災害対策本部としての総括『神戸市立病院紀要 阪神・淡路大震災特別号 - この震災での体験・教訓・今後の対策 - 』、神戸市衛生局、1996年1月
- 11) 松村陽右：倒壊後の入院患者救出・殺到した患者への対応・入院患者の転送、『神戸市立病院紀要 阪神・淡路大震災特別号 - この震災での体験・教訓・今後の対策 - 』、神戸市衛生局、1996年1月
- 12) 鈴木浩平：地震被害の教訓と耐震性評価及び耐震性向上への課題、『第4回 国際企業防災シンポジウム』第4回国際企業防災シンポジウム実行委員会、1998年12月
- 13) I S A C A（情報システムコントロール協会）大阪支部：ホームページ（日本ユニシス関西支社技術部門の協力により、近畿2府4県及び四国4県の顧客を対象として実施された被害調査結果）（<http://www.isaca-osaka.org/sin01130.htm>）

4 リスク回避・低減対策の検討

地震、洪水、水質事故等のリスクに対して、水道事業者はこれまで様々な対策を講じており、こうした努力は引き続き進められるべきものである。本調査では、代表的なリスクとして地震、洪水、水質事故を取り上げ、これらのリスクに対する望ましい対策のあり方について時系列的かつ広域的な視点から検討を行った結果、水道事業者が独自に行う対策だけではなく、下水道、河川、水源、上下水道以外のライフライン管理者、民間事業者等、様々な関係機関が連携して対応を図ることの重要性が明らかとなった。こうした観点から、この章では、地震、洪水、水質事故のそれぞれのリスクに対して、水道事業者、水循環に関わる関係機関、民間事業者が行うべきリスク回避・低減対策の考え方について、既往の事例紹介とともにとりまとめた。

4.1 リスク回避・低減対策の概要

地震、洪水、水質事故へのリスク回避・低減対策は、実施主体に応じて、以下の4つに分類される。

- ・ 水道事業者の自助努力による対応が可能なリスク回避・低減対策
- ・ 水循環に関わる機関が行うリスク回避・低減対策
- ・ 民間事業者等が行うリスク回避・低減対策
- ・ 連携を必要とするリスク回避・低減対策

また、具体的な対策メニューは、その内容に応じて以下の3つの視点から整理することもできる。

- ・ 時間 : 事前、事後
- ・ 適用場面 : 現場（水源・原水、浄水処理、送配水、給水、全体）、事務
- ・ ハード/ソフト : ハード（施設・資材）、ソフト（施設運用、体制）

想定されるリスク回避・低減対策を上記の視点から整理したものが表4.1.1～表4.1.6であり、水道の安定供給に向けて、水道事業者は自助努力によって、あるいは水循環に関わる機関や民間事業者等との連携によって、水源から給水までの水道システム全般にわたり、ハードとソフトの両面から様々な対策を行う必要があることをこの表は示している。また、これらの対策の中には、例えば地震を想定した施設の耐震化など、特定の災害を対象とするものもあれば、バックアップ対策や住民への広報など、複数の災害に共通するものもある。このような観点から、以下ではそれぞれのリスク回避・低減対策について、既往の事例を示しつつ、基本的な考え方を示した。

表4.1.1 水道事業者の自助努力により対応を図るべきリスク回避・低減対策（地震）

リスク対策		時間		適用場面						ハード / ソフト		
大項目	小項目	事前	事後	現場					事務	ハード	ソフト	
				水源・ 原水	浄水 処理	送配水	給水	全体		施設・ 資機材	施設 運用	体制
被害想定・状況把握	水道事業体における被害想定と状況把握	○	○					○	○		○	○
	用途別必要水量の算定	○						○		○		
施設耐震化	水源・浄水施設の耐震化	○		○	○					○		
	管路施設の耐震化	○				○				○		
停電対策	自家発電設備の整備	○						○		○		
	電気系統の二重化	○						○		○		
バックアップ対策	水源の多様化	○	○	○						○	○	
	広域的バックアップシステムの強化	○	○	○		○				○	○	
	ループシステムの採用	○	○			○				○	○	
	系統間連絡管の整備	○	○			○				○	○	
	ブロックシステムの整備	○	○			○				○	○	
	原水調整池の整備・配水池容量の増強	○			○					○		
施設・体制の整備	運搬給水等の整備	○	○				○		○	○	○	○
	資機材の保有	○						○	○	○		○
	施設復旧体制の整備		○					○	○	○		○
	緊急連絡体制の整備	○	○					○	○	○	○	○
	事故対策本部の設置	○						○	○	○	○	○
住民への広報	応急給水・復旧に関する情報	○	○				○		○			○
	水質に関する情報	○	○				○		○			○

表4.1.2 水道事業者の自助努力により対応を図るべきリスク回避・低減対策（洪水）

4-3

リスク対策		時間		適用場面						ハード / ソフト		
大項目	小項目	事前	事後	現場					事務	ハード 施設・ 資機材	ソフト	
				水源・ 原水	浄水 処理	送配水	給水	全体			施設 運用	体制
被害想定・状況把握	水道事業体における被害想定と状況把握	○	○					○	○		○	○
	用途別必要水量の算定	○						○		○		
浸水防止対策	防水壁の設置	○			○					○		
	開口部閉鎖	○	○		○					○	○	
	設備等の保護	○			○					○		
	排水対策	○	○		○					○	○	
停電対策	自家発電設備の整備	○						○		○		
	電気系統の二重化	○						○		○		
	漏電対策	○						○		○		
バックアップ対策	水源の多様化	○	○	○						○	○	
	広域的バックアップシステムの強化	○	○	○		○				○	○	
	ループシステムの採用	○	○			○				○	○	
	系統間連絡管の整備	○	○			○				○	○	
	ブロックシステムの整備	○	○			○				○	○	
	原水調整池の整備・配水池容量の増強	○			○					○		
高濁水対策	仮設取水ポンプ等の応急設備の設置	○			○					○		
	伏流水などの濁水対策	○			○					○		○
施設・体制の整備	運搬給水等の整備	○	○				○		○	○	○	○
	資機材の保有	○						○	○	○		○
	施設復旧体制の整備		○					○	○	○		○
	緊急連絡体制の整備	○	○					○	○	○	○	○
	事故対策本部の設置	○						○	○	○	○	○
住民への広報	応急給水・復旧に関する情報	○	○				○		○			○
	水質に関する情報	○	○				○		○			○

表4.1.3 水道事業者の自助努力により対応を図るべきリスク回避・低減対策（水質事故）

大項目	リスク対策 小項目	時間		適用場面						ハード / ソフト		
		事前	事後	現場					事務	ハード 施設・ 資機材	ソフト 施設 運用 体制	
				水源・ 原水	浄水 処理	送配水	給水	全体				
原水水質の監視	水質計器による原水水質の常時監視	○	○	○						○	○	
	他機関からの情報収集による原水水質把握	○	○	○					○			○
処理による対応	オイルフェンス等の設置	○		○						○		
	浄水処理の強化		○		○						○	
	取水量調整・取水停止		○		○						○	
	高度浄水処理施設の導入	○			○					○		
バックアップ対策	水源の多様化	○	○	○						○	○	
	広域的バックアップシステムの強化	○	○	○		○				○	○	
	ループシステムの採用	○	○			○				○	○	
	系統間連絡管の整備	○	○			○				○	○	
	ブロックシステムの整備	○	○			○				○	○	
	原水調整池の整備・配水池容量の増強	○			○					○		
施設・体制の整備	運搬給水等の整備	○	○				○		○	○	○	○
	資機材の保有	○						○	○	○		○
	施設復旧体制の整備		○					○	○	○		○
	緊急連絡体制の整備	○	○					○	○	○	○	○
	事故対策本部の設置	○						○	○	○	○	○
住民への広報	応急給水・復旧に関する情報	○	○				○		○			○
	水質に関する情報	○	○				○		○			○

表4.1.4 水循環に関わる機関が行うリスク回避・低減対策

リスク対策		時間		適用場面						ハード / ソフト		
大項目	小項目	事前	事後	現場					事務	ハード	ソフト	
				水源・ 原水	浄水 処理	送配水	給水	全体		施設・ 資機材	施設 運用	体制
被害想定・状況把握	各事業体における被害想定と状況把握	○	○					○	○		○	○
	関係機関における用途別必要水量の算定	○						○		○		
施設耐震化	関係機関における施設の耐震化	○						○		○		
停電対策	自家発電設備の整備	○						○		○		
施設・体制の整備	水道以外の水源からの水の確保	○	○				○		○	○	○	○
	資機材の保有	○						○	○	○		○
	緊急連絡体制の整備	○	○					○	○	○	○	○
住民への広報	応急給水・復旧に関する情報	○	○				○		○			○
	水質に関する情報	○	○				○		○			○
原水監視	他機関からの情報収集による原水水質把握	○	○	○					○			○
処理による対応	オイルフェンス等の設置	○		○						○		
他機関による対策	下水道における対策	○		○						○	○	
	河川管理者による対策	○	○	○						○	○	

表4.1.5 主に民間事業者等が行うリスク回避・低減対策

リスク対策		時間		適用場面						ハード / ソフト		
大項目	小項目	事前	事後	現場					事務	ハード	ソフト	
				水源・ 原水	浄水 処理	送配水	給水	全体		施設・ 資機材	施設 運用	体制
被害想定・状況把握	連携して行うべき被害想定と状況把握	○	○					○	○		○	○
施設耐震化	工場・事業場の耐震化	○						○		○		
停電対策	電気事業者による停電リスクの回避・低減	○	○							○		○
	民間事業者による自家発電設備の整備	○								○		
施設・体制の整備	資機材の保有	○						○	○	○		○
	施設復旧体制の整備		○					○	○	○		○
	緊急連絡体制の整備	○	○					○	○	○	○	○
	工場・事業場による 水質情報ネットワークへの参画	○	○	○					○			○
水の確保	水道以外の代替水源の確保	○								○	○	
	自助努力による水の確保	○									○	

表4.1.6 連携を必要とするリスク回避・低減対策

リスク対策		時間		適用場面						ハード / ソフト		
大項目	小項目	事前	事後	現場					事務	ハード	ソフト	
				水源・ 原水	浄水 処理	送配水	給水	全体		施設・ 資機材	施設 運用	体制
被害想定・状況把握	連携して行うべき被害想定と状況把握	○	○					○	○		○	○
	消防用水等の用途別必要水量の算定	○						○		○		
施設・体制の整備	水道以外の水源からの水の確保	○	○				○		○	○	○	○
	資機材の保有	○						○	○	○		○
	緊急連絡体制の整備	○	○					○	○	○	○	○
住民への広報	応急給水・復旧に関する情報	○	○				○		○			○
	水質に関する情報	○	○				○		○			○
原水監視	他機関からの情報収集による原水水質把握	○	○	○					○			○
処理による対応	オイルフェンス等の設置	○		○						○		
他機関による対策	下水道における対策(水道からの依頼)	○		○						○	○	
	河川管理者による対策(水道からの依頼)	○	○	○						○	○	

4.2 水道事業者の自助努力により対応を図るべきリスク回避・低減対策

4.2.1 地震に対するリスク回避・低減対策 ----- 【表 4.1.1】

1) 被害想定・状況把握

(1) 水道事業者における被害想定と状況把握

被害想定と他計画との整合

水道の地震に対するリスク回避・低減対策は、被災時の住民の生命、安全の確保に密接な関係にあり、まちづくり政策や地域の防災対策と整合を図りつつ進めるべきものである。また、水道の地震に対するリスク回避・低減対策を効率的かつ効果的に進めるためには、最終目標に至るまでの段階的な耐震化の目標、選択する耐震化手段を定めて計画的に取り組む必要がある。

これらのことから、水道の地震に対するリスク回避・低減対策を実施するに当たっては、都市計画や地域防災計画などの他の計画との整合を図りつつ、水道事業運営の観点のみならずまちづくりや市民の安全確保などの観点も含めて政策的な方針をたて、それを技術的に実現する目標・計画を策定する必要がある。

被害想定に必要な情報

水道事業者における被害想定に必要な情報は、以下の3つに大別される。

- ・ 水道被害想定の基本となる諸条件
- ・ 水源・浄水施設の被害想定に必要なデータ（耐震性診断に必要なデータ）
- ・ 管路の被害想定に必要なデータ

水道被害想定の基本となる諸条件を表4.2.1に示す。

表4.2.1 水道被害想定の基本となる諸条件(参考)

項目			単位	内容	備考	
前提条件	想定地震	種類	—	想定地震名称等		
		震源		震源の位置	他に、震源の深さ等	
		規模等	マグニチュードまたは震度等	地震のエネルギー量あるいは地震動の大きさ 地震のエネルギー量; マグニチュード 地震動の大きさ; 震度、最大加速度、最大速度等		
	気象条件等	発生日時等	—	想定地震の発生する季節(春夏秋冬)と時刻	他に平日、休日の別	
		天気	—	想定地震の発生する日(時刻)の天気		
		風速	m/s	想定地震の発生する時刻の風速		
水道以外の 想定結果	想定に必要な項目	建物被害	全壊	割合又は棟数	他に一部損壊の割合又は棟数	
			焼失	割合又は棟数		
			半壊	割合又は棟数		
			液状化、ゆれ、急傾斜地崩壊等による全壊(焼失、半壊)する建物の割合又は棟数			
		帰宅困難者数		人数	地域別の帰宅困難者数 帰宅困難者の減少状況に関する想定	他に駅及び地下街における滞留が予想される人数等(うち数)
		避難者数		人数	自宅外避難者数	
		停電被害		停電率及び復旧までの期間	給水区域内の停電率 施設における電力復旧までの期間及び給水区域内の電力復旧までの期間	
	想定との参考となる項目	交通被害	道路	被害箇所数 渋滞区間延長等	橋梁・橋脚の被害規模、道路種類別の被害箇所数 緊急通行車両以外の交通規制が実施される区間等	
			鉄道	橋梁・高架橋被害箇所数	橋梁・高架橋の被害規模、鉄道種類別の被害箇所数	
		災害要援護者		—	災害要援護者に対する考え	
		中高層住宅の被災		—	中高層住宅の被災に対する考え	

また、水源・浄水施設の被害想定は、耐震性診断によって想定することができるが、耐震性診断に必要なデータは、図面等の竣工図書、構造計算書等の設計図書、ボーリングデータ等である。耐震性診断の方法については、水道施設耐震工法指針等による最新の技術的基準等に従う。

水道管路の被害想定に当たっては、管路の諸元、埋設環境、当該地域で予想される地震動等のデータを収集整理する必要がある。特に、軟弱地盤や液状化が予想される地区の管路については、設計時の条件等も想定条件に付加する。

水道システムとしての被害想定

地震に伴う断水の発生は、多くの市民に大きな影響を及ぼす。

水道自体の構造物及び管路の被害予測のほか、関連する他のライフライン施設の被害予測も勘案し、地震発生直後の機能低下の度合い、断水区域及び人口等を想定する必要がある。

発災直後の断水率（断水人口）の予測は、応急給水にあたり、配水池や耐震性貯水槽での確保水量と運搬給水での給水目標水量及び給水車台数、必要人員数を確保するのに必要である。

また、配水管の被害件数予測値及び作業従事者一人当たりの復旧速度をもとに、想定地震に対する復旧期間を見積もることが必要となる。これらをもとに、緊急措置の実施期間中の対応及び復旧工事期間中の対応を検討することとなる。

しかし、時系列的な断水被害想定を行っている事業者は、埼玉県、東京都、静岡市、名古屋市、京都市等とまだ多くはない。いずれの事業体においても、断水被害の最小化を行うための制水弁の閉止を踏まえた被害想定であり、制水弁閉止後の予測を行っている点が重要である。

時系列的な被害想定(断水率算定)を行っている事業体

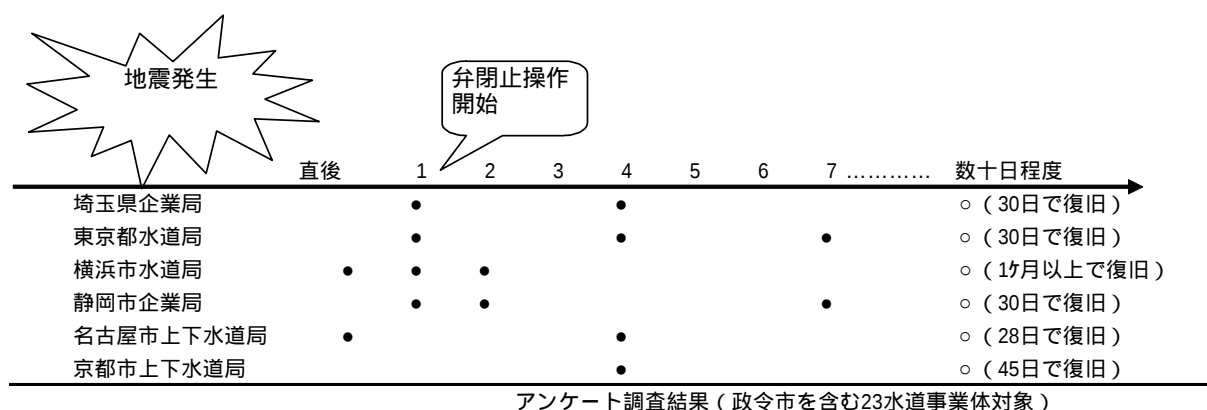


図4.2.1 時系列的な断水率算定

(2) 用途別必要水量の算定

地震等による被害想定の一環として、水道水の不足に対する対策を検討しておくために、用途別必要水量を算定する必要がある。用途別必要水量は、必要生活水量と業務活動水量に分けて算定し、火災被害の想定結果を踏まえて消防用水についても算定しておくことが望ましい。

必要生活水量は、発災後の断水状況を考慮して、必要生活水量原単位に人口を乗じて算定する。必要生活水量原単位については、財団法人水道技術センター「水道の耐震化計画策定指針(案)」を参考に、発災後の住民の生活を考慮して時系列的に設定する必要がある。

人口の設定については、断水状況や自宅外避難人口、帰宅困難者等を考慮して人口を設定する必要がある。

また、必要業務活動水量については、施設における業務の重要度と震災後の活動状況を想定して、必要水量を算定することが重要である。具体的には、役所、放送局、病院、銀行等の重要施設における発災直後の活動状況の他、一般事務所における活動状況を時系列的に想定して、それぞれの業務活動水量原単位を設定する。業務活動水量原単位は、建物種類別に水使用量の実績あるいは文献値を参考に設定する。このとき、建物の空調や自家発電設備に用いる冷却水等の必要水量が把握できる場合は、これらの条件を踏まえ、さらに精緻な算定を行うことが望ましい。

2) 施設耐震化

(1) 水源・浄水施設の耐震化

水道専用ダム、原水調整池等の補強対策

水道専用ダム、原水調整池等については、二次災害防止のため、耐震性診断により構造的な強度を確認するとともに、必要に応じ、堤体や法面の崩落防止、漏水防止、コンクリートの増し打ち等の補強対策を講ずる。

構造物の補強対策

阪神・淡路大震災での浄水施設の被害状況調査から、耐震性の判断基準と対策との関連を表4.2.2に示す。

表4.2.2 耐震性の判断基準と対策との関連

項 目	留 意 点	判断基準項目	対 策
構 造	建設時期	昭和28年以前 最新の設計法と比較	基盤補強 躯体強度の向上（底板、側壁のRC増打 目地の補強
		昭和29～54年かつ、地上式の杭基礎で杭の横抵抗が考慮されていないもの 最新の設計法により杭の水平耐力の確認	基礎の補強 基礎地盤の補強（地盤改良など） 目地の補強
地 盤	液状化	最新の設計法による液状化の判断と躯体の安定	地盤の液状化対策 基盤の補強
	盛土（底板下／底板に接してあるもの）	盛土の安定 盛土の沈下	盛土地盤の補強（地盤改良） 基礎の補強
	断層	構造物の直下または極近傍に断層があるか否 最新の設計法による構造強度の確認	基礎補強 躯体強度増加（底板、側壁のRC打ち）
管と構造物の 取り合い部	盛土、埋立中	盛土の滑り、沈下 埋土の液状化、沈下	管体強度の増加 伸縮可撓管の採用
	架空部	管体の振動	管体強度の増加 伸縮可撓管の採用 管体の支持
	目地	構造の変位、目地の位置	目地の変位に追随可能な構造
水中機械	フロキュレーター	構造の変位、目地の位置	構造物対策
	汚泥掻き機	構造の変位、目地の位置	構造物対策
	傾斜板／傾斜管	固定の有無、状態	躯体への固定
水没機械	機械室	目地、躯体からの漏水	構造物対策
	排泥弁室	目地、躯体からの漏水	構造物対策
	管廊	目地、躯体からの漏水	構造物対策
		浄水渠からの漏水	人孔蓋の固定

資料） 「水道の耐震化計画策定指針（案）の解説（平成9年5月）」財団法人水道技術センター

液状化対策

液状化が予想される場合には、地下水位の低下方策、地盤改良、浮き上がり防止措置等の対策を検討する。

構造物との取り合い部における管路の補強対策

構造物との取り合い部の管路については、管体強度の補強、伸縮可撓管の設置等の検討を行う。

浄水機器の構造物への固定

過去の地震被害では、フロキュレータの軸偏芯、汚泥かき寄せ機のレール損傷、傾斜管（板）の脱落等が生じているため、必要に応じ構造物への固定対策等を検討する。

電気機械類の耐震化及び、O A 機器、薬品棚、各種分析機器の転倒防止策

電線、ケーブル配線は、配電盤の転倒、移動に備え、十分な余長を持たせる。また、自家発電機については、冷却配管を強化するか、冷却不要の原動機を採用する。直流電源装置、交流無停電電源装置の設置なども検討する。

漏水による水没対策

機械室、排泥弁室など、構造物からの漏水が予想され、かつ水没のおそれがある場合には、躯体の漏水防止対策を施すとともに、人孔蓋の固定や排水ポンプの設置など水没対策を行う。具体的には、管理棟上部に設けた水槽を移動する他、破損対策や収納機器類の転倒、ガラスの破損防止対策を講ずる。また、ポンプ設備の水没防止のため、連絡配管や目地構造の補強改善を行う。

(2) 管路施設の耐震化

大規模な地震に際しては、公道下の管路等に一定の被害は避けられないが、被災直後の水の確保、早期復旧、応急給水の充実のため、下記事項に配慮して管種・継手の変更(布設替え等)、ルートの変更、補強対策など最適な手段を選択する。

石綿セメント管、普通・高級鋳鉄管(印ろう継手)、硬質塩化ビニル管(T S 継手)等、耐震性の低い管路は、早期に布設替えを完了することを目標に更新計画を作成する。その際、特に、導・送水管、配水幹線等の重要管路については、耐震性の高い管・継手を採用する。

また、地層が変化する箇所、不等沈下が予想される箇所については、伸縮可撓継手を用いる等の対策を講じる。

管路に付属した属具についても、弁室の補強、躯体への固定化などの必要な対策を講じる。

水管橋、伏せ越し部など、特殊形態管路についても、耐震性診断の結果にもとづいて、必要な補強対策等を講じる。

3) 停電対策

(1) 自家発電設備の整備

震災時等に停電した場合、取・配水施設の運転に必要な電源を確保するため、非常用自家発電設備が必要である。なお、停電が長期化する場合に備えて、自家発電設備の燃料についても備蓄しておくことが望ましい。

(2) 電気系統の二重化

電気設備の耐震化や電気系統の二重化なども安定的な電力確保に有効である。

4) バックアップ対策

バックアップとは、「定常的にシステム内で使用する各機器または機能単位に故障を生じた場合にシステムの運転を続行させるための、あらかじめ準備した補助機能または補助機器」(JIS工業用語大辞典 1982)と定義される。

水道施設についていえば、「水道施設・設備が被害を受けた場合でも、その機能低下を最小限に抑え、又は代替し、若しくは補完するなどにより、断・減水区域を最小限にして給水の継続を図ろうとするもの」となる。

具体的には、施設を例えば2ないし4系統に分割すること(施設の複数化)、分割した施設間をバイパス管で接続すること(バイパス設備)、配水池や原水調整池などの貯留施設を大容量化して上流側施設の機能低下に際しても供給を継続すること(貯留施設の大容量化)、複数の系統管を連絡管で接続すること(複数系統化)などがバックアップ手段として考えられる。

(1) 水源の多様化

緊急時の水質汚染により、主要な取水口から取水できない場合でも、水源が多様化している場合にはリスクの低減が可能である。

水源の多様化には、水源種別の多様化と水源位置の分散とがある。

水源種別の多様化は、水源を表流水（自流）、ダム等、伏流水、浅井戸、深井戸等で複数持つことである。

水源位置の分散は、複数の河川からの取水を可能とする、取水位置を河川の上下流に分散させるなどである。

(2) 広域的バックアップシステムの強化

水道用水供給事業からの受水、事業の統合(広域化)、隣接事業者間の連絡管など、広域的なバックアップを構築することによって、局地的な被害が生じて、施設全体の機能が阻害されることが少なくなり、緊急時における対応能力が強化される。すなわち、基幹施設等が被災した場合でも、広域的な水運用によって供給を継続することや、応急給水用の水の確保、復旧作業に必要な水の確保が可能となる。

政令市を含む23水道事業者に対し、主要浄水場が被災した場合、代替できる浄水場や緊急時に

利用できる水源の確保状況について調査したところ、15の事業体ですでに代替浄水場あるいは水源を確保しており、3事業体においても計画中であった。さらにバックアップシステムの計画内容をみると、ほとんどの事業体が系統間の連絡管整備と隣接水道との連絡管整備のどちらか、あるいは両方を行っていた。

表4.2.3 バックアップ対策の進捗度

事業体名	バックアップ対策区分			
	水源の多重化	系統間の連絡管	隣接水道との連絡管	他水道間のバックアップ
01 札幌市水道局	75%	68%		未着手
02 仙台市水道局	100%	90%		未着手
03 埼玉県企業局	未着手	88%	100%	
04 さいたま市水道局		未着手		
05 千葉県水道局	100%			100%
06 千葉市水道局		67%	未着手	未着手
07 東京都水道局	100%		33%	
08 神奈川県内広域水道企業団	100%	100%		
09 横浜市水道局	100%	75%	100%	
10 川崎市水道局	100%	100%	78%	
11 静岡市企業局	進捗不明	進捗不明		
12 愛知県企業庁		62%		26%
13 名古屋市上下水道局	75%	88%	100%	
14 京都府企業局		50%	100%	
15 京都市上下水道局	100%	50%	100%	100%
16 大阪府営水道	未着手	66%	100%	100%
17 大阪市水道局		78%	86%	
18 阪神水道企業団			100%	
19 神戸市水道局		83%	86%	
20 広島市水道局		86%	100%	100%
21 北九州市水道局	100%	33%	67%	67%
22 福岡市水道局	100%	100%		
23 沖縄県企業局	未着手	40%	未着手	未着手
合 計	15	20	15	10

(3) ループシステムの採用

既設管相互の連絡によって、1箇所の管路が破損しても別ルートからの輸送を可能にするものをループシステムといい、既存の水道事業に比較的導入しやすいバックアップシステムといえる。

八戸市(現在は八戸圏域水道企業団)では、十勝沖地震(1968)の被害と復旧の経験に基づき、ループシステムを採用した。その特徴は、以下のとおりである。

既設配管とは別にループ状の配水幹線を布設する。

耐震性を有する管路を採用する。

既設管路と4箇所で接続し、分岐部には緊急遮断弁を設置している。

ループ管には、数カ所の応急給水拠点を用意し、大規模な被害が発生した場合には、管内の貯留水も応急給水に利用できるようにしている。

大規模な火災が生じた場合には、浄水場から原水を配水できるようにしている。

八戸圏域水道企業団の場合、三陸はるか沖地震でも、ループ管路には被害がなく、早期復旧及び応急給水に効果があった。

このような、大規模なループシステムではなくても、配水幹線のループ化や、小ブロック内での配水管(配水支管)をループ状に構成することは、被害を受けた場合に、そのバックアップや復旧作業用水の確保に効果が期待できる。

(4) 系統間連絡管の整備

関西水道事業研究会による広域連絡管の構想は、複数事業体を対象とした広域的なバックアップシステムである。

神戸市の大容量送水管は、送水管の多系統化であるとともに、その貯留水を応急給水用に活用することも意図したバックアップシステムである。

この大容量送水管は、新たに市街地を通る耐震性の高い送水幹線を整備し、通常時の送水能力を強化するだけでなく、既設送水トンネルが被災した場合や更正工事の際には、代替送水ルートとして活用できるほか、送水停止時には貯留機能を利用して、市街地の防災拠点における応急給水にも対応できるものである。また、配水池や幹線配水管が被災した場合でも、大容量送水管から直接市内配水管網に送水し、復旧期間の短縮ができるものである。

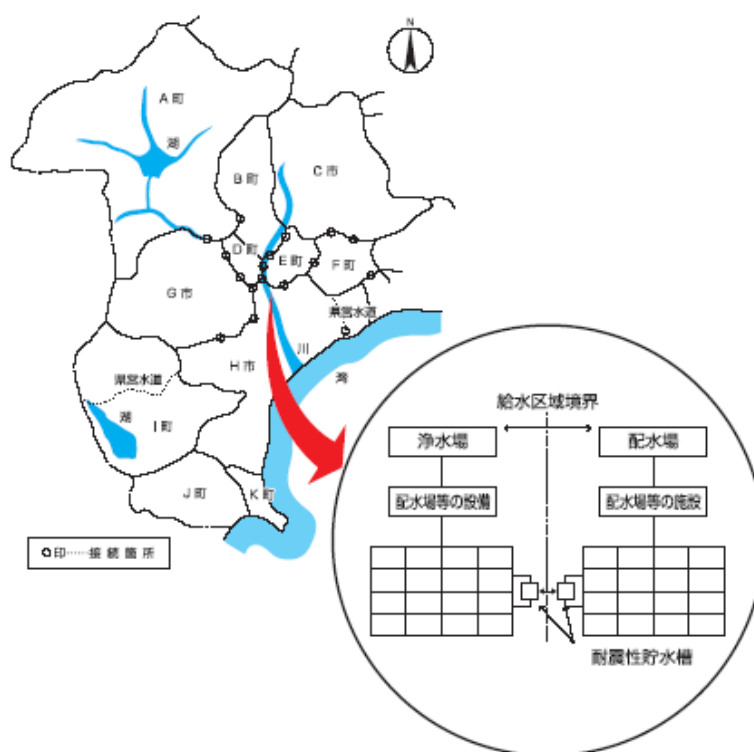


図 4.2.2 緊急連絡管の例

(5) ブロックシステムの整備

配水管網のブロックシステムとは、以下のように、給水区域を分割し、配水管網を組織化することである。

配水区域を、高低差などの特性が類似した区域に分割し、各ブロックで流量計測や水圧測定を可能にする。

配水管路を、幹線、本管、支管のように機能分割する。

隣接ブロック管は、連絡管等で接続する。

配水ブロック化は、ループ化、複数系統化などを含んだ概念であり、配水システムの総合的なバックアップシステムの構築を目指した手法であるといえる。

ブロックシステムの地震対策における効果は次のとおりとなる。

分割されているので、被害状況が把握しやすく、復旧作業が容易である。

隣接ブロックからの連絡管で、バックアップができる。

配水管や給水装置の被害箇所の多いブロックは、流入点の弁を仕切ることによって、配水本管から切り離すことができる。配水本管の機能維持により、復旧作業用水の確保や応急給水拠点の設置を行いやすい。

配水ブロックシステムの導入事例は、水道技術研究センターの技術レポート「配水ブロック計画の実施例」に紹介されている。

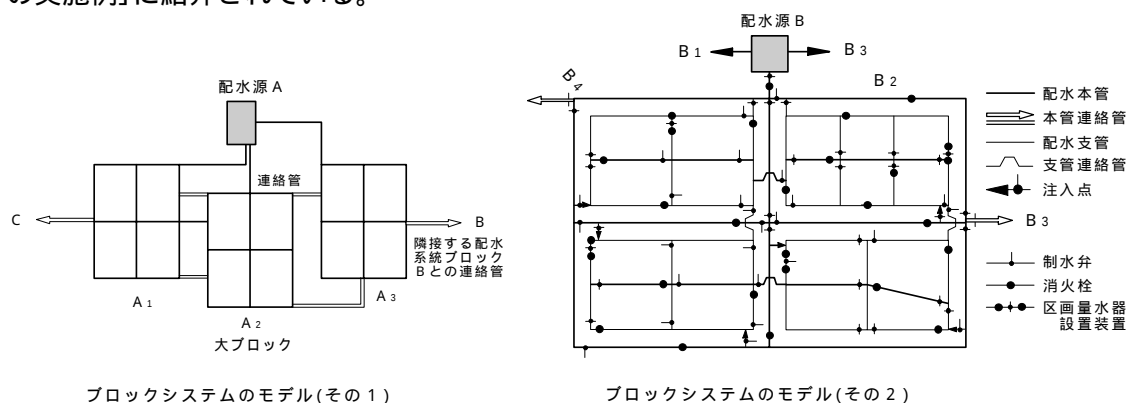


図4.2.3 ブロックシステムのモデル

なお、政令市を含む23水道事業者のうち、配水支管の耐震化率が把握され、断水率が想定されている事業者について、発災直後あるいは1日後の断水率と配水支管の非耐震化率（100-耐震化率（％））の関係は図4.2.4のとおりとなる。配水支管の非耐震化率に比較して断水率が低い、つまり図の右下に位置しているグループは、耐震化の効率が高いグループといえる。想定している震度、事業者の規模（市町村等、県営）等が多少影響していると考えられるが、管路の耐震化に重点をおいて対策を進めている事業者のグループの方が、管路等の施設耐震化と併せてバックアップシステムの構築を進めている事業者のグループよりも同じ非耐震化率に対して断水率が高い、つまり耐震化の効率性が低いということが示唆された。

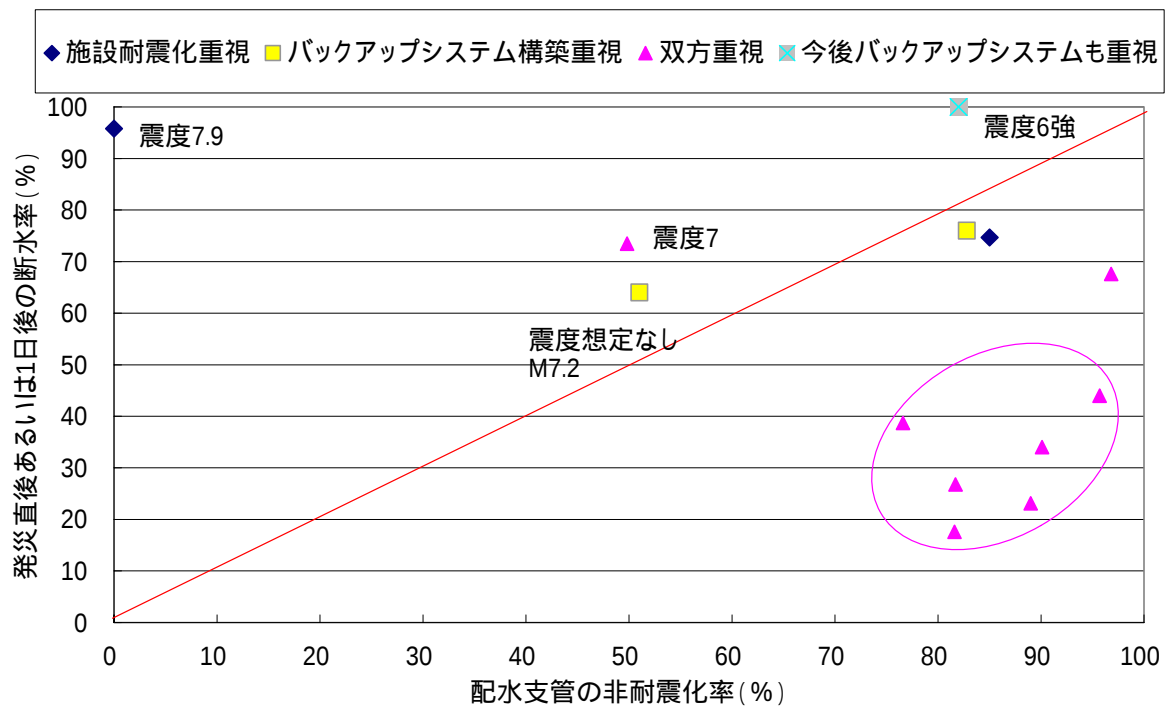
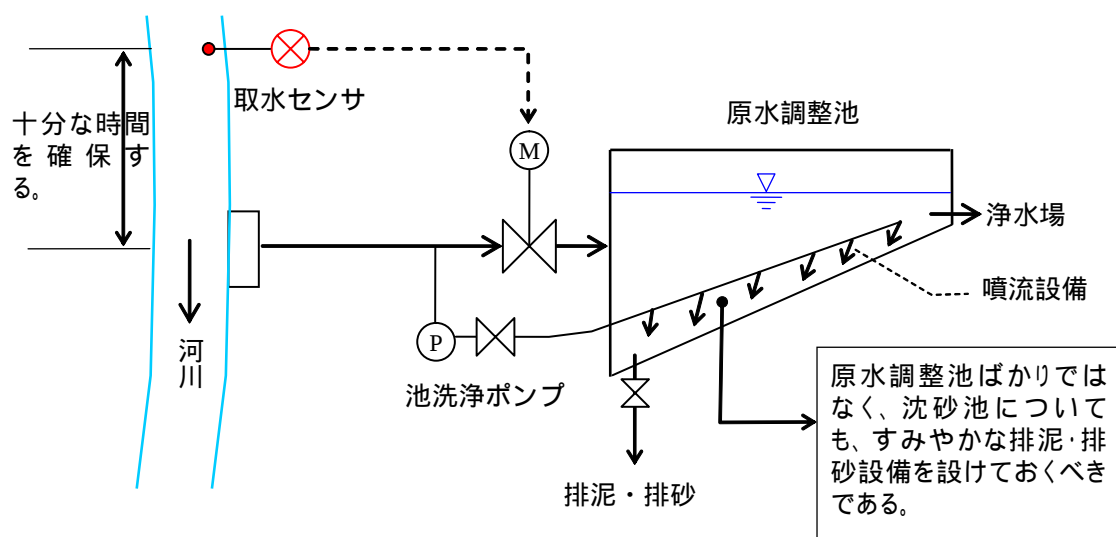


図4.2.4 断水率と耐震化の関係

(6) 原水調整池の整備・配水池容量の増強

原水水質の悪化時に、取水停止等を行っても水供給が継続できるように、原水調整池・配水池容量など、ストックの増強について、以下のような検討を行う必要がある。

- ・取水地点上流の原水水質の監視によって、高濁水に対応した水処理体制を整えたり、あるいは、あるレベルを超えた場合、取水を停止することにより水道施設を守り、かつ水質の安全性確保を可能とする。
- ・しかし、取水停止は水量供給の面では問題を生じる恐れがあるので、これを補うために原水調整池を設置して対応する例がある。
- ・これは、0.5～1.0日程度の容量を持った池状の施設で浄水場の入口部分に設置し、原水水質が良好な水量を確保するものであり、原水水質が悪化し取水を停止した時に対応しようとするものである。
- ・配水池容量の増強によっても、同様の対応は可能となる。



資料) 「水道の耐震化計画策定指針(案)の解説(平成9年5月)」水道技術研究センター

図4.2.5 原水調整池(イメージ)

5) 施設・体制の整備

(1) 運搬給水等の整備

運搬給水

応急給水は、地震後の混乱や、給水作業の効率性を考慮すると、できるだけ拠点給水や仮設配管による給水が望ましいが、地震発生直後の飲料水の確保や、病院等の重要施設や避難所等に対しては、運搬給水も必要となる。

応急給水の目標に基づいて、給水対象、必要水量を定め、配水池の容量増加、予備水源の設置、近隣事業体との連絡管などにより、運搬給水に必要な水の確保を図る。

給水場所は、避難所や病院等の位置、規模等の具体的なデータをもとに、あらかじめ定めておくとともに、給水車等の補給場所、輸送ルートについても定めておく必要がある。また、応急給水の設備は、一般部局の職員、応援者等が行うことを考慮して、操作の容易なものとする。なお、運搬給水のための水は、以下のような方法により確保する。

- ・ 被災を免れた水道施設
- ・ 配水池容量の容量増加及び緊急遮断弁の設置
- ・ 予備水源
- ・ 近隣事業体との連絡管 など

地下水に恵まれている地域では、民間の井戸や消防水利(井戸)の活用も考慮するが、常日頃からの水質検査や、応急給水時の消毒方法について検討しなければならない。

運搬給水の要員には、一般部局の職員や応援事業体の職員も含まれるため、必ずしも水道施設の状況を熟知しているわけではない。また、地震直後には、交通規制等の関係もあり、交通網等が混乱する。

このため、あらかじめ、地区別の断水人口、応急給水の必要量等から、給水車への補給地点、給水場所、そこへ至るルートを定めておく必要がある。例えば、神戸市水道耐震化指針では、市内の主要配水池を運搬給水への補給基地と位置づけ、その受け持ち区域等を定めている。

拠点給水

断水期間が長期化した場合、運搬給水では供給可能な水量に限界があるため、時間の経過とともに、拠点給水による応急給水を考えなければならない。

応急給水の目標を定めて、以下に示す拠点給水の実施方法に反映する。

- ・ 市民の水の運搬距離、給水の頻度を考慮した給水拠点の配置
- ・ 耐震管路の布設に当たっての給水拠点に対するルートの確保
- ・ 避難所、公園等への耐震性貯水槽の設置

なお、給水拠点の整備等については、避難所等の防災上重要な拠点の関係部局との連絡を密にするとともに、学校・公園等における耐震性貯水槽の整備を行う他の部局との連携及び役割分担を図る。

(2) 資機材の保有

迅速な応急給水活動及び応急復旧活動を行なうためには、給水拠点での応急給水資機材の他、応急復旧に必要な器具機材を各営業所などに計画的に配置し、備蓄しておくことも重要である。

また、災害発生時の応援を円滑に行うため、災害発生時の応援協定を締結している各団体同士で、応急対策資機材の保有状況等の情報交換を行うことも有効である。



資料) 横浜市水道局ホームページ

図4.2.6 応急給水資機材(横浜市)

(3) 施設復旧体制の整備

発災後2、3日後までは、被害状況の調査や制水弁の閉止作業が行われ、実質的な応急復旧作業はその後に行われる。東京都の場合、表4.2.4に示すように、重要路線を優先し復旧作業を行い、時系列的に管路復旧目標を定めている。これは、平成12年発表の「東京都水道局震災応急対策計画」における管路復旧目標であるが、あらかじめ想定された被害(平成9年想定)にあわせ、復旧体制を整備し、時系列的に復旧目標を設定することで、復旧活動が円滑に進み、その進捗が把握しやすいようになっている。平成18年の被害想定についても、同様の計画が立てられ、都内全面復旧までの日数が算出されている。

表4.2.4 段階的な管路復旧目標

段階	復旧活動		復旧想定箇所数
発災直後～3日目	重要路線を優先し被害状況を調査 必要に応じた断水、系統変更作業の実施 効率的な復旧に向けた計画の作成	人員、材料等の体制が整い次第、可能な限り復旧作業を行う	63 (2%)
4～10日目	重要路線を優先し復旧作業を実施する。 ・断水、系統変更作業の実施 ・修繕(復旧)作業 ・復旧に伴う通水作業	主に、第一次重要路線の復旧	752 (25%)
11～20日目		主に、第二次重要路線の復旧	1,867 (62%)
21日目～復旧まで		主に、一般路線の復旧	2,993 (100%)

注) 被害想定及び管路復旧想定は、平成9年8月に発表した「東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書」の数値を採用した。

資料) 「東京都水道局震災応急対策計画(平成12年1月改定) 資料2-1」東京都水道局

(4) 緊急連絡体制の整備

地震等の緊急事態が発生した場合、水道事業者としては、連絡表や通報連絡系統図等に基づいて、水道事業者内部のみならず外部へも速やかに被害情報の伝達を行うことが必要である。また、これらの連絡表や通報連絡系統図等は予め作成し、関係部署に備えておくことを基本としている。

(5) 事故対策本部の設置

緊急時の対応にあたる組織体制は、水道事業者の規模によって大きく異なるが、基本的な考えとしては、「4.2.3 水質事故等に対するリスク回避・低減対策」に記載した内容と同様である。

6) 住民への広報

(1) 応急給水・復旧に関する情報

住民へ広報すべき情報は、時系列的に変化する。発災直後から2、3日までは、断水状況や応急給水の実施場所などが被災者に必要とされるが、これらに加えて復旧の見通し、入浴に関する情報などが求められるようになる。

(2) 水質に関する情報

水質に関する情報は、水道事業者側がより積極的に周知に努めるべきものである。具体的には、ポリタンクなどにくみ置きされた水は沸騰させて飲むこと、水道管の破裂箇所からの噴出水や湧き水を飲用に使わないことなど、繰り返し広報することにより、衛生面の事故等を防ぐことができる。

4.2.2 洪水に対するリスク回避・低減対策 -----〔表4.1.2〕

1) 被害想定・状況把握

基本的に「4.2.1 地震に対するリスク回避・低減対策」に記載した内容と同様である。

しかし、洪水被害は、ある程度事前の予知が可能であること、施設の被害は設備の被害が中心であること等が地震被害と異なっている。

表4.2.5に、洪水発生に伴う水害時の水道施設の被害状況を示す。これを参考に、あらかじめ被害を想定し、洪水が発生した際には迅速な状況把握に努める必要がある。

表4.2.5 水道施設の被害被害

災 害 現 象	発 生 被 害
斜面崩壊	斜面付近、特に山間地の水道施設は、土砂崩壊によって露出・破壊されることがあるが、水道施設の流出水による2次災害を引き起こす可能性もある
道路崩壊・陥没	路面を流下する流水によって法面を崩壊し、管路や施設を露出させ沈下または破壊する。さらに道路陥没によって管路を破損することもある。
ダム・放水路の崩落・越流	洪水時の貯水池には、大量の水とともに、流木・塵芥が流入し、越流機能を損ね放流水が流路から溢れて付近の施設を露出・破壊する。
河道・河岸の侵食	取水口や埋設管路（集水埋渠など）を洗掘・露出・破壊・流出させる。被害は上流から中流にかけて多く発生するが、発生しやすい場所は、湾曲凹部、分流・分岐部、頭首工、水位観測所、護岸等の不連続部など、水流の乱れを生じさせる箇所
堤防の決壊	水道施設を露出・破壊・流出させることがある。堤防は河川のみでなく、海岸・運河・湖沼・溜池等に築造されていることに留意する必要がある。
流水抵抗の増加	水管橋、橋梁添架管、取水塔等の被害は、河岸の侵食被害について多く発生する。その被害形態は、流水抵抗の増加により河床の洗掘が加わり、橋台・橋脚の傾斜、倒壊によって管路が破損されるもの、流水・塵芥・流木・礫石等が管路を直撃するものがある。
沢部の侵食・流出	山間部道路では、沢の横断部分は1つの弱点・危険箇所になっている。流路断面が十分でないと、洪水時に流量を流下できず、埋設管路は露出・破壊・流出等の被害を受ける。
道路面流失の侵食・破壊	未舗装の傾斜道路などで路面の流水が激しくなると、縦方向に路面を浸食し、路盤を露出させ、被害が管体に及ぶことがある。流水が激しくなると道路全体を流失させ、管路の流失にいたる。
海水の浸食・破壊	海岸の沿道に布設された管路が高波で洗われ、露出・破壊・流出することがある。
水没	取水場、浄水場、配水場等で、機器・設備や池が水没し、機能喪失や汚染などの被害が発生することがある。
浮上	浮力は、管路に限らず、構造物設計の重要な外力の要素であるが、時々浮上を生じていることがある。

資料）「水道維持管理指針2006年版」日本水道協会より作成

2) 浸水防止対策

浄水場など基幹施設において浸水が想定される場合には、想定される浸水深に基づいて下記事項を検討し、浄水場の機能停止などの事故を予防する。

なお、浸水深は、水防法に基づき市町村が作成したハザードマップによるほか、近傍河川の洪水水位や堤防の高さから設定する。

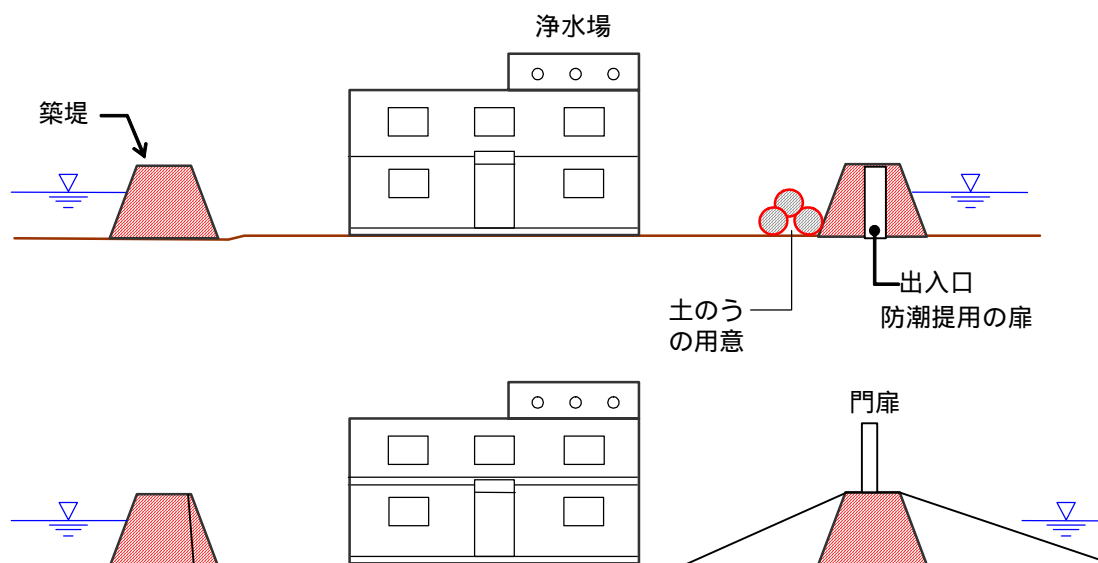
(1) 防水壁の設置

場内への浸水が想定される場合には、大規模な冠水被害を予防するため、防水壁の設置など、敷地内への浸水防止対策を検討する。

例えば場内へ浸水した場合、数10cm程度の浸水でも機器等の水没・故障が発生することがある。このため、場内の整地地盤高を周囲より高くするなど設計時の配慮が重要である。

まず、場内の整地地盤高が河川洪水位よりも低く、場内への浸水が予想される場合には、防水壁などの予防対策を講ずる。

なお、過去の水害被害では、防水壁の下部から浸水したり、貫通する配水管の埋め戻し土を河川水がえぐって浸水した事例があり、防水壁は、外力（水圧）に対して安全な構造であることのほか、ヒーピング、ボイリング現象に対しても安全な構造とする必要がある。



資料) 「水道の耐震化計画策定指針(案)の解説(平成9年5月)」水道技術研究センター

図4.2.7 防水壁(イメージ図)

(2) 開口部閉鎖

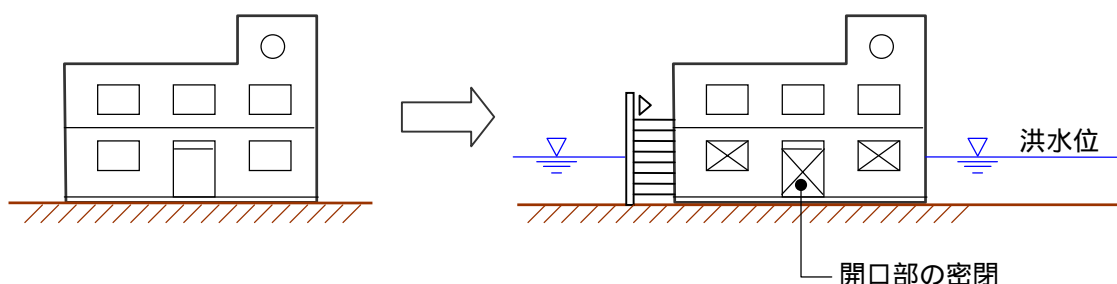
浸水した場合、浄水処理機能への影響を最小化するため、開口部の封鎖など、建物・池内部への浸水防止対策を検討する。

開口部の密閉

建物の開口部（入り口、窓、搬入口など）は、設定した浸水深よりも高い位置とすることが望ましい。

入り口等、やむを得ず設定した浸水深よりも低い位置に開口部がある場合には、防水板、防水扉、土嚢の準備などによって建物内への浸水を防止する。

なお、このような対策を行う場合、閉鎖部の水圧に対する構造的強度に留意する。



資料) 「水道の耐震化計画策定指針(案)の解説(平成9年5月)」水道技術研究センター
図4.2.8 開口部の密閉(イメージ図)

越流管、換気口などの連絡部

過去の水害被害の事例から、池内部が汚水で汚染されると、復旧作業に労力を要し、長期化しやすい。池内部の汚染防止のため、入り口、窓などの開口部のほか、換気口、越流管、下水管など、外部との連絡部分は注意する。

具体的な対策としては、換気口部の立ち上げ、管路へのバルブの設置などがある。

排水溝などについても、同様に逆流が生じない構造とする必要がある。

地下空間への浸水防止

特に、地下構造となっている場合には、地上での水深が浅くても一気に冠水する可能性があること、浸水した際にドアが開かない(水深40cm程度を超えると開閉操作ができない危険性がある)、地上からの浸水で階段が上れないなど、避難行動も困難となり、人命への影響が懸念される。

このため、地下室等を保有する建物は、(1)の浸水対策を優先するとともに、必要に応じて、入り口部を嵩上げ(マウンドアップ)や、地下空間を適当なブロックで仕切るなどにより、浸水被害の防止・軽減を図る。

電気のハンドホールやマンホール蓋や建築物と電線(管)との貫通部の水密性の点検、補修が重要である。また、構造物の地下部分のエキスパンジョイントによる接続部(本管と管廊の接続部など)についても、同様の点検・補修や所要容量の排水ポンプ設置が必要である。

なお、上記のような対策を計画する際には、機器設備等の搬出入ルートの再検討や搬出入のための改造も重要である。

(3) 設備等の保護

設備の移設

設備が冠水すると、短絡等により故障し、全面的な取替えが必要となって、復旧が長期化する場合がある。

このため、重要な設備については、設定した浸水深より高いフロアへの移設を検討する。

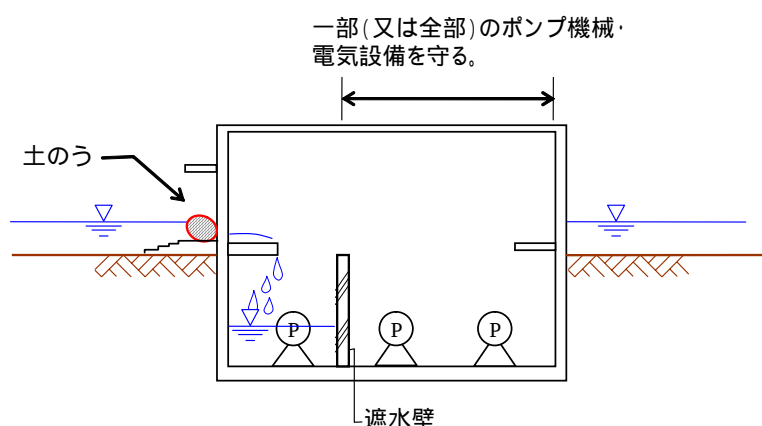
過去の水害被害では、フリーアクセス部の浸水により、中央監視制御設備が機能停止した事例がある。このため、機器だけでなく配線ルートへの保護にも留意する。

設備の改良・防護策

やむを得ず、低い位置に設置する設備については、駆動部の嵩上げや機器部分の防護を検討する。

押し込みポンプ方式のポンプ場では、配管の破損を考慮してポンプとポンプの間に遮水壁を設置した例がある。

鹿児島市河頭浄水場では、取水ポンプの駆動部を浸水深より高い位置に嵩上げしている。また、送水ポンプに水中ポンプを採用していたことから、平成5年の水害被害では送水ポンプ棟に浸水したもののポンプ設備は無被害であった。このため、短期での復旧が可能となっている。



資料) 「水道の耐震化計画策定指針(案)の解説(平成9年5月)」水道技術研究センター

図4.2.9 ポンプ周辺部の遮水壁(イメージ)

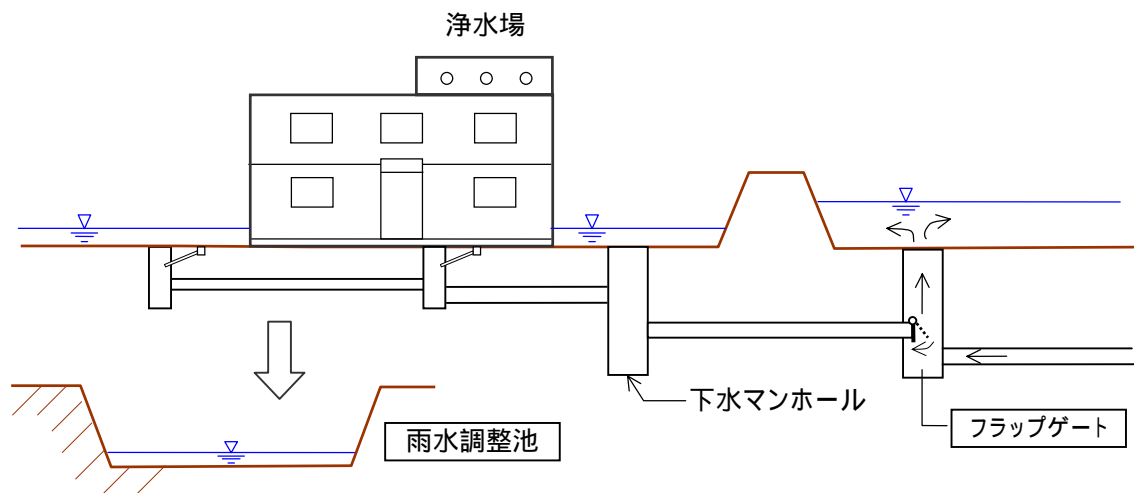
(4) 排水対策

浸水が予想される場合においては、早期復旧のため、速やかな排水対策を検討する。

機器が長期間冠水すると、軽微な補修では対応できなくなり、取替え等に長期間を要する可能性がある。このため、冠水が予想される場合には、雨水調整池や遊水池に排水ポンプを設けるなど速やかな排水対策が重要である。

なお、場内の冠水が予想される場合には、構造物等の浮き上がり対策の必要性も検討する。

また、下水道による排水を行っている場合には、逆止弁を設置するなど、下水道からの逆流にも注意する。



資料) 「水道の耐震化計画策定指針(案)の解説(平成9年5月)」水道技術研究センター

図4.2.10 排水対策(イメージ)

3) 停電対策

水害を受けやすい地域においては、地震対策に準じて、自家発電設備などの停電対策を講ずる。その場合、浸水による機器の故障等がないように、設置場所等に配慮する。また、建物内に浸水が予想される場合には、漏電防止対策を検討する。

(1) 自家発電設備の整備

「4.2.1 地震に対するリスク回避・低減対策」として記載した内容と同様であるが、洪水の場合は、自家発電設備を設定した浸水深以上の高台に設置するなど、水害時において確実に作動するよう配慮する。

(2) 電気系統の二重化

「4.2.1 地震に対するリスク回避・低減対策」に記載した内容と同様である。

(3) 漏電対策

建物内に浸水した場合、水による絶縁の劣化が短絡・漏電の原因となり、遮断機等の作動で停電につながる。また、最悪の場合、漏電火災や感電事故の可能性もある。配線の状況にもよるが、このような停電から主要機能を守るため、コンセント位置の変更や漏電遮断機の設置など漏電対策も検討する。

4) バックアップ対策

基本的には「4.2.1 地震に対するリスク回避・低減対策」に記載した内容と同様である。

水害により被害を受けた場合、池内部や機器の洗浄に大量の浄水を必要とする。浄水場等の機能停止の影響を最小限度とするほか、早期復旧対策として他系統からのバックアップを検討する。

なお、水管橋については、過去の水害で、流木等による破損、橋台部分の洗掘などが発生している。このため、洪水位等に応じて嵩上げや橋台部分の補強を検討する。

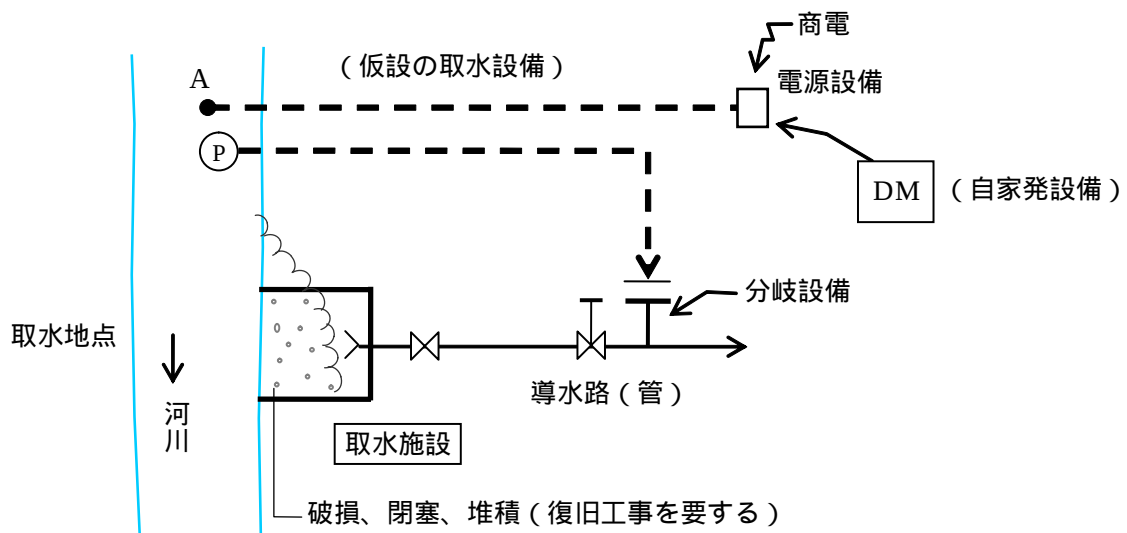
5) 高濁水対策

水害に際しては、土砂を含んだ高濁水が発生し、取水施設の閉塞や浄水障害（にぎり水）が発生することがある。このような取水障害や浄水障害への対策についても予め検討しておく。

(1) 仮設取水ポンプ等の応急設備の設置

濁水等で取水施設などの閉塞が想定される場合には、仮設取水ポンプ等による応急対応を準備する。

河川管理者との協議が必要となり、あくまで暫定的な対応であるが、計画取水量の何分の1かを確保できる（断水を生じない程度の容量の）仮設取水ポンプ・配管設備と電源設備を常備しておくことによって、給水機能を維持することができる。

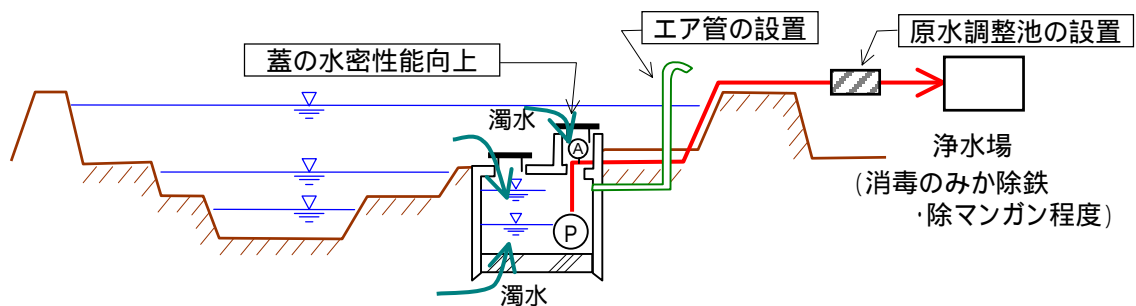


資料) 「水道の耐震化計画策定指針(案)の解説(平成9年5月)」水道技術研究センター

図4.2.11 応急的な取水設備(イメージ)

(2) 伏流水などの濁水対策

河川堤外地に伏流水の取水施設を持つ場合、それらが冠水し、濁水を浄水場に引き込んでしまい、高濁水にみまわれる例がある。このような被害を防止するため、人孔蓋やポンプ搬入蓋は、水密性が高いものを使用して、濁水の流入を防止する。



資料) 「水道の耐震化計画策定指針(案)の解説(平成9年5月)」水道技術研究センター

図4.2.12 伏流水等における濁水対策(イメージ)

6) 施設・体制の整備

「4.2.1 地震に対するリスク回避・低減対策」に記載した内容と同様である。

7) 住民への広報

「4.2.1 地震に対するリスク回避・低減対策」に記載した内容と同様である。

4.2.3 水質事故等に対するリスク回避・低減対策 -----〔表4.1.3〕

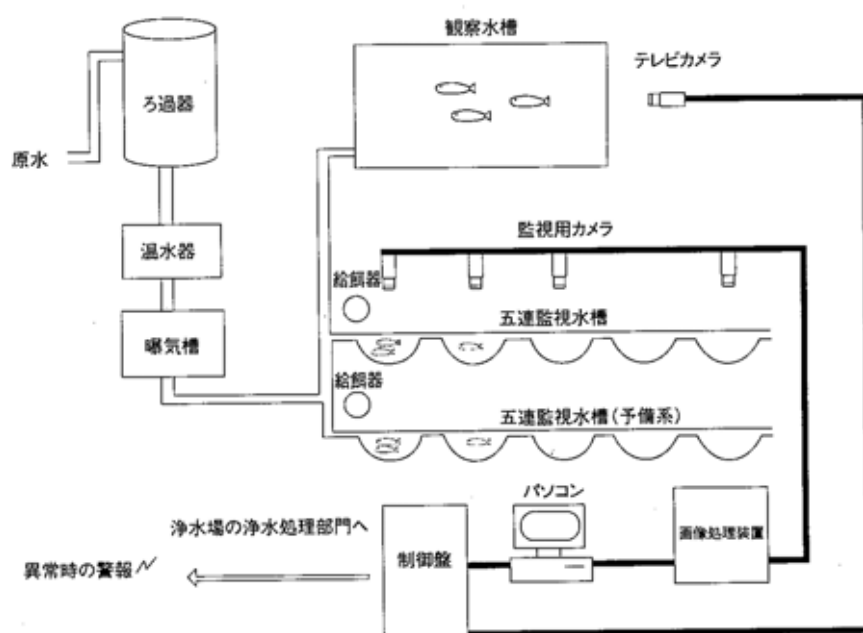
1) 原水水質の監視

(1) 水質計器による原水水質の常時監視

生物学的水質監視装置

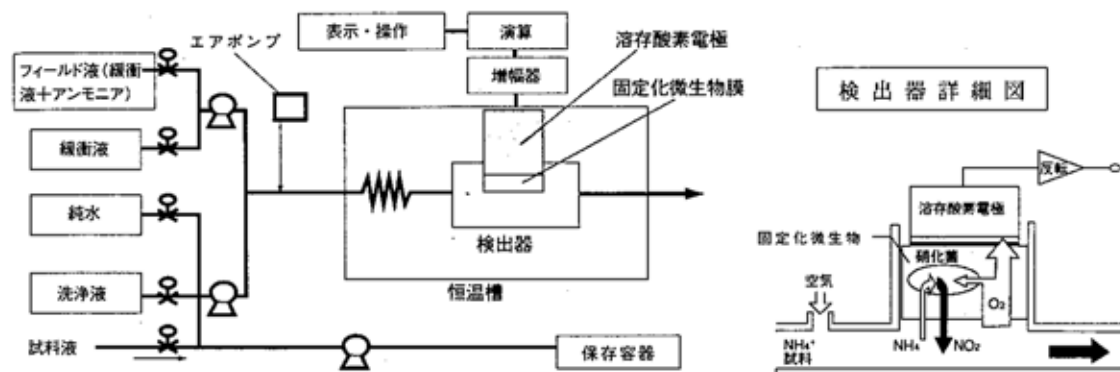
浄水場では、コイ、フナ、ウグイ、タナゴ等の水源域に生息する魚類を水槽で飼育し、目視観察をしながら、魚の遊泳行動に特別な異常が見られないことを以て、水の安全性を確認する一つの目安としている。これは、異常水質や多種多様な急性毒物に対して、魚類が敏感な反応を示すことを利用したものである。魚類の行動を常時観察していれば、水質汚染事故を早急に検知できることから、広く推奨・普及されている。このように、化学物質等の有害性を評価する方法に使用された生物は、脊椎動物、無脊椎動物、藻類、菌類等、多種にわたっており、近年では、細胞や遺伝子が用いられつつある。

監視装置の構成例として、魚類を利用したものを図4.2.13に、硝化細菌による溶存酸素の消費を利用したものを図4.2.14に示す。また、緊急時の判断としては、図4.2.15に示すような魚の忌避・狂奔行動を利用した考えがある。



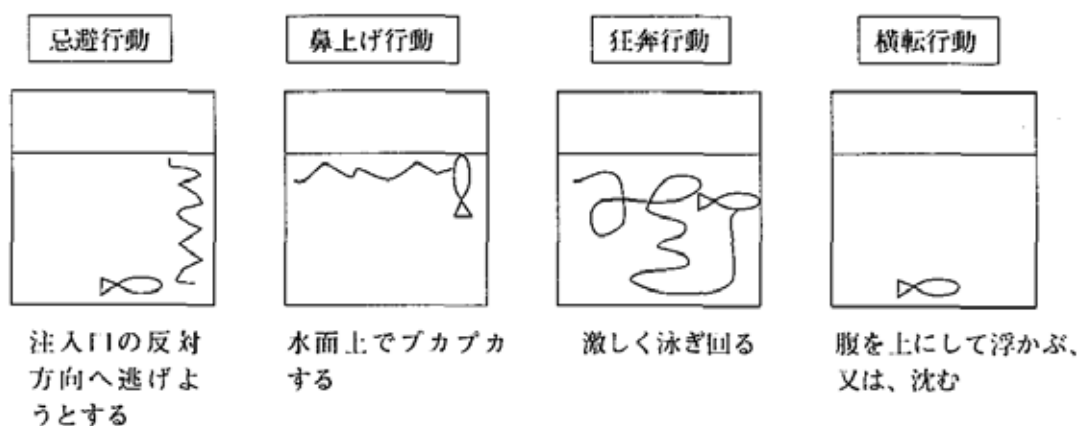
資料）社団法人 日本水道協会：突発水質汚染の監視対策指針（2002）、p.133

図4.2.13 監視装置の構成例（魚類を利用した装置）



資料）社団法人 日本水道協会：突発水質汚染の監視対策指針（2002）、p.145

図4.2.14 監視装置の構成例（硝化細菌を利用した装置）



資料）社団法人 日本水道協会：突発水質汚染の監視対策指針（2002）、p.159

図4.2.15 魚の忌避行動を利用した警報出力の考え方の一例

理化学的水質監視装置

汚染物質の特定と汚染レベルの変化等をリアルタイムで監視し、適切な情報をオンラインで水道関係者が把握するため、原水の水質監視装置は必要不可欠である。理化学的原理を応用した監視装置には様々なものがあり、開発中のものも含めると、水温、pH、濁度、色度、アルカリ度、電気伝導度、塩素要求量、溶存酸素、全有機炭素（TOC）、化学的酸素要求量（COD）、紫外線吸光度、臭気、酸化還元電位、シアン、油膜、油分、シアン化合物、陰イオン界面活性剤、塩化物イオン、臭化物イオン、フッ化物イオン、亜硝酸イオン、硝酸イオン、ナトリウムイオン、アンモニウムイオン、六価クロム、フェノールなど、様々な水質項目を監視する装置が製品化され、全国の浄水場で導入されている。一例として、シアン化合物計と油膜計の概要を表4.2.6に示す。

表4.2.6 理化学的水質監視装置の例（シアン化合物計・油膜計）

対象項目	概要	特徴
シアン化合物計	低濃度の遊離シアンを測定する方法として、イオンクロマト法が採用される。 カラム : イオン排除クロマトグラフィ用分離カラム C V 値 : 5 % 以内 測定範囲 : 0 ~ 0.1mg/L 定量下限 : 0.001mg/L 〔イオンクロマト法〕	- 塩化物イオンの干渉がなく、遊離シアンを感度よく測定できる。 - イオンクロマト法の計器は、相当のメンテナンスを必要とする。
油膜計	油膜計には、測定方式により 2 種類がある。 比誘電法 水面に油膜が有る場合と無い場合とで静電容量が変化することを利用し、その差を検知する方法。 光反射法 水面に可視光線を当てたときの反射光の強さの違いにより、油膜の有無を判定する方法。 〔光反射法〕	- 水面の油膜とセンサ部分が非接触の状態では計測できるため、機器の保守性に優れている。 - 油膜面の状況によっては、測定できない場合がある。

資料) 社団法人 日本水道協会：突発水質汚染の監視対策指針（2002）、p.191、p.192

(2) 他機関からの情報収集による原水水質把握

環境行政が実施する公共用水域の水質測定計画により、公表された環境基準点等の水質データは、水源水質の情報として水道事業者が活用することが可能である。水源水質に関する他機関の水質データとして利用可能なものを列挙すると、次のようになる。

都都市（市は水質汚濁防止法上の政令市）の環境行政部局や国土交通省の公共用水域の監視データ及び国土交通省独自の水質データ

市町村が行う二級河川や準用河川などの水質監視データ

都都市（市は水質汚濁防止法上の政令市）の環境行政部局と国土交通省が監視する環境基準点や一般水質監視点における常時監視データ

大学、研究機関や各種の市民団体が実施する河川などの水質調査データ

2) 処理による対応

(1) オイルフェンス等の設置

水源河川においては、大なり小なりの油流出による突発的な水質汚染事故がある。一旦、浄水場内に油で汚染された原水を取水してしまうと、浄水処理への障害や水道水に油臭をつけるだけでなく、凝集沈澱池やろ過池などの浄水施設が油で汚染され、これを復旧するために施設を洗浄・消毒したり、長期間にわたって浄水処理を停止させたりしなければならなくなることから、河川の取水施設付近にオイルフェンスを常時設置している水道事業者は少なくない。

(2) 浄水処理の強化

水道原水が汚染された場合、浄水場では、粉末活性炭の注入、pH調整、凝集剤・塩素剤などの薬品注入の強化で対応を図っている。

粉末活性炭の注入

吸着能を有する粉末活性炭を着水井、混和池、取水施設などにおいて注入し、凝集沈澱処理までの間に処理工程水と接触させて処理対象物質を吸着除去する処理法である。突発的な原水汚染に対して、あるいは季節的に限られた期間のみ問題となるような有機物や異臭味に対して用いられる。

pH調整

原水のpH値が異常を示す原因としては、例えば降雨や工場等の事業場排水によるもの、不法投棄された物質によるもの、河川工事によるもの、藻類等の光合成作用によるものなどが挙げられる。このような原因に伴って、pH値が通常の水準から大きく外れると、凝集沈澱処理が困難になるおそれがあることから、アルカリ剤や酸などを用いて適正なpH範囲に調整する必要がある。pH値異常の原因が工場排水や汚染物質による場合には、pH値そのもののほか、電気伝導度、アルカリ度、臭気などに異常が認められたり、監視水槽の魚類に異常な症状が現れたりすることが考えられる。また、pH値は水の基本的な性状の一つであり、pH値の異常が手がかりとなって新たな水質汚染事故の発見につながることも考えられる。

薬品注入強化

浄水処理で使用される主な薬品には、凝集剤（硫酸バンド、ポリ塩化アルミニウム）と消毒剤（液化塩素、次亜塩素酸ナトリウム）がある。浄水場では、原水や給水栓水の水質状況を見ながら、適正な薬品処理を行っている。しかし、原水水質に何らかの異常がある場合、これらの浄水用薬品の注入を強化しなければならなくなる。例えば、原水においてマンガンなどの還元性の物質、アンモニア性窒素、有機物などが高濃度になった場合には、塩素注入率を通常よりも高くすることで対応している。また、合成洗剤などの濃度が高くなったり、臭気やフェノール類による汚染が察知された場合には、通常、粉末活性炭処理を行うこととしている。また、このようなときには粉末活性炭の注入に加えて塩素処理や凝集沈澱処理も強化しなければならなくなる。原水水質に応じた適切な薬品注入率の設定に関しては、浄水場の現場職員の長年の経験から蓄積されたノウハウが役にたっている。

(3) 取水量調整・取水停止

粉末活性炭の注入や薬品注入強化を行っても、浄水が水道水質基準を超過するおそれがある場合、取水量を減らすことで浄水場内の滞留時間を通常よりも長く確保し、処理性を向上させる方法がある。

また、原水水質が短時間内において急激に上昇し、その後比較的早く濃度が低下すると想定される場合には、一時的に取水を停止し、高濃度の原水を浄水場内に流入させないという方策がある。通常、原水中に油やシアン等の毒物が認められる場合、取水停止を行うことが多い。

(4) 高度浄水処理施設の導入

わが国の浄水処理方式として一般的な「凝集沈澱＋砂ろ過＋塩素消毒」に加えて、オゾン、粒状活性炭、生物処理等を付加した処理方式は高度浄水処理と呼ばれ、臭気物質、ジェオスミン、トリハロメタン、トリハロメタン前駆物質、色度、アンモニア性窒素、陰イオン界面活性剤、トリクロロエチレン等、様々な物質の処理性向上が期待される処理方式である。平成16年度現在、高度浄水処理施設の導入状況（国庫補助事業分）は表4.2.7～表4.2.10に示すとおりである。

表4.2.7 高度浄水処理の導入状況（活性炭処理）

都道府県	事業主体	施設名	処理量 m ³ /日	工期	事業種別
北海道	江別市	上江別浄水場	36,000	H5～H6	水道事業
	北見市	広郷浄水場	43,500	H7～H9	〃
	小平町	小平浄水場	2,085	H8	〃
宮城県	宮城県	麓山浄水場	88,500	S61～S62	用水供給事業
		中峰浄水場	40,000	S63	水道事業
		南部山浄水場	300,000	H2～H3	用水供給事業
山形県	山形市	見崎浄水場	120,000	H7～H9	水道事業
茨城県	茨城県(鹿行)	鹿島浄水場	33,000	S46～S47	用水供給事業
	茨城県(県西)	新治浄水場	8,000	S61	〃
	潮来町	田の森浄水場	11,300	H1	水道事業
	茨城県(県央)	涸沼川浄水場	12,000	H1～H3	用水供給事業
	関城町	関城浄水場	18,720	H4～H6	水道事業
	茨城県(鹿行)	鰐川浄水所	30,000	H4～H6	用水供給事業
	茨城県(県南)	阿見浄水上	50,400	H5～H6	〃
	金砂郷町	久米浄水場	1,900	H6	水道事業
		大野浄水場	1,100	H7	〃
	潮来町	田の森浄水場	11,300	H8	〃
群馬県	太田市	渡良瀬浄水場	58,100	H1～H2	〃
	群馬県	新田山田水道	42,300	H2～H4	用水供給事業
	桐生市	上菱浄水場	15,300	H5	水道事業
埼玉県	入間市	鍵山浄水場	15,000	H16～H18	〃
千葉県	君津広域水道企業団	十日市場浄水場	36,000	H7～H22	用水供給事業
	銚子市	本城浄水場	30,000	H13～H15	水道事業
	東総広域水道企業団	笹川浄水場	49,400	H16～H17	用水供給事業
神奈川県	横須賀市	有馬浄水場	79,000	H6～H7	水道事業
新潟県	新潟市	信濃川浄水場	80,000	H14～H17	〃
富山県	富山県	子撫川水道管理所	60,000	H10	用水供給事業
石川県	珠洲市	若山浄水場	5,000	H5	水道事業
山梨県	峡東地区水道企業団	杣口浄水場	20,000	H11～H12	用水供給事業
愛知県	愛知県	上野浄水場	182,300	H12～H16	〃
三重県	上野市	守田浄水場	7,257	H15	水道事業
京都府	網野町	小浜浄水場	5,115	S50	〃
広島県	広島県	宮原浄水場	28,000	S56～S58	用水供給事業
		瀬野川浄水場	212,500	S53～S55	〃
		坊土浄水場	61,000	S63	〃
山口県	山口小郡地域広域水道企業団	朝田浄水場	31,350	H5～H6	〃
福岡県	福岡地区水道企業団	牛頸浄水場	240,800	H11	〃
	潁田市	潁田浄水場	3,400	H2	水道事業
	北九州市	穴生浄水場	145,000	H3	〃
	宗像地区水道企業団	多礼浄水場	31,800	H7	用水供給事業
	福岡県南広域水道企業団	荒木浄水場	98,700	H8～H9	〃
	田川地区水道企業団	大内田浄水場	25,700	H10～H11	〃
佐賀県	佐賀東郡水道企業団	北茂安浄水場	87,000	S58～S59	水道事業
大分県	狭間町	宮田浄水場	9,072	S63～H1	〃

資料) 水道産業新聞社「2005年版水道年鑑」

表4.2.8 高度浄水処理の導入状況（オゾン処理＋活性炭処理）

都道府県	事業主体	施設名	処理量 m ³ /日	工期	事業種別
福島県	郡山市	荒井浄水場	42,000	H5～H14	水道事業
茨城県	茨城県(県南)	利根川浄水場	100,000	H9～H12	用水供給事業
	茨城県(鹿行)	鹿島浄水場	48,000	H4～H14	"
千葉県	君津広域水道企業団	十日市場浄水場	21,505	H7～H14	"
	市原市	新井浄水場	10,000	H13～H14	水道事業
東京都	東京都	金町浄水場	520,000	H4～H7	"
		朝霞浄水場	850,000	H12～H15	"
		三園浄水場	300,000	H15～H18	"
長野県	岡谷市	東堀浄水場	3,130	H9	"
京都府	京都府	宇治浄水場	96,000	H2～H8	用水供給事業
大阪府	守口市	守口浄水場	62,380	H4～H9	水道事業
	大阪市	柴島浄水場	1,180,000	H4～H11	"
		庭窪浄水場	800,000	H4～H10	"
		豊野浄水場	450,000	H5～H11	"
	枚方市	中宮浄水場	127,400	H5～H10	"
	大阪府	村野浄水場	1,797,000	H5～H10	用水供給事業
	吹田市	泉浄水場	49,500	H6～H8	水道事業
兵庫県	阪神水道企業団	猪名川浄水場	916,900	H3～H12	用水供給事業
		新尼崎浄水場	186,500	H9～H12	"
	尼崎市	神崎浄水場	84,650	H7～H10	水道事業
	明石市	明石川浄水場	30,000	H10～H13	"
	伊丹市	千僧浄水場	93,000	H13～H16	"
和歌山県	高野町	高野山浄水場	3,700	H3	"
香川県	飯山町	楠見池浄水場	2,250	H2	"
	国分寺町	第2浄水場	6,050	H16～H7	"
		第1浄水場	2,800	H9	"
福岡県	福岡市	多々良浄水場	22,000	H13～H16	水道事業
	福岡地区水道企業団	多々良浄水場	39,000	H13～H16	用水供給事業
鹿児島県	西之表市	阿曾浄水場	5,500	H10～H11	"

資料) 水道産業新聞社「2005年版水道年鑑」

表4.2.9 高度浄水処理の導入状況（生物処理）

都道府県	事業主体	施設名	処理量 m ³ /日	工期	事業種別
千葉県	千葉県	福増浄水場	95,000	H11～H13	水道事業
滋賀県	大津市	柳が崎浄水場	60,000	H7～H9	"
奈良県	奈良県	桜井浄水場	138,240	H16～H19	用水供給事業
福岡県	志免町	桜丘、土生山浄水場	18,100	H10	水道事業
	北九州市	穴生浄水場	171,000	H12～H15	"
	飯塚市	新鯉田浄水場	23,000	H13～H15	"
	庄内町	新鯉田浄水場	2,000	H13～H15	"
	潁田町	新鯉田浄水場	1,000	H13～H15	"

資料) 水道産業新聞社「2005年版水道年鑑」

表4.2.10 高度浄水処理の導入状況（生物処理＋オゾン処理＋活性炭処理）

都道府県	事業主体	施設名	処理量 m ³ /日	工期	事業種別
福島県	須賀川市	西川浄水場	14,400	H14～H15	水道事業
千葉県	千葉県	福増浄水場	90,000	H11～H13	〃
		(仮称)江戸川浄水場	69,000	H15～H18	〃
東京都	東京都	三郷浄水場	550,000	H6～H10	〃
大阪府	寝屋川市	香里浄水場	13,800	H3～H11	〃
	大阪府	三島浄水場(万博公園)	330,000	H5～H10	用水供給事業
		庭窪浄水場	203,000	H6～H17	〃
福岡県	飯塚市	鯉田浄水場	13,900	H13～H15	水道事業
沖縄県	沖縄県	北谷浄水場	180,300	S63～H6	用水供給事業

資料) 水道産業新聞社「2005年版水道年鑑」

表4.2.11 高度浄水処理の導入状況（生物処理＋活性炭処理）

都道府県	事業主体	施設名	処理量 m ³ /日	工期	事業種別
福島県	三春町	三春浄水場	12,630	H4～H5	水道事業
	須賀川町	西川浄水場	14,400	H14～H15	〃
茨城県	茨城県(県南)	霞ヶ浦浄水場	162,000	S47～S60	用水供給事業
奈良県	斑鳩町	第1浄水場	25,000	H13～H14	水道事業
福岡県	北九州市	本城浄水場	71,000	H10～H12	〃

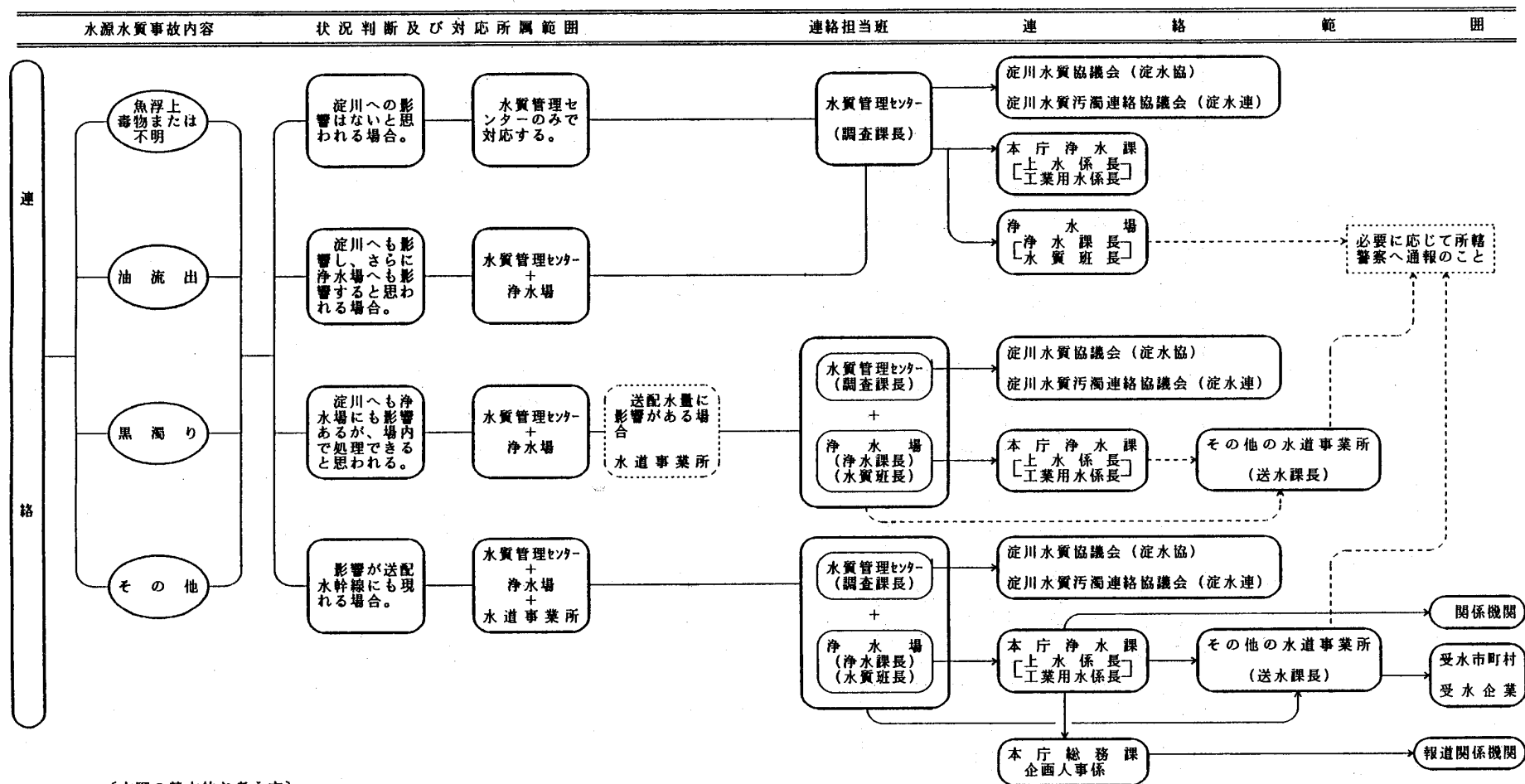
資料) 水道産業新聞社「2005年版水道年鑑」

3) バックアップ対策

「4.2.1 地震に対するリスク回避・低減対策」に記載した内容と同様である。

4) 施設・体制の整備

基本的には「4.2.1 地震に対するリスク回避・低減対策」に記載した内容と同様である。このうち水質汚染事故に係る事故対策本部の設置に関しては、水道事業者の規模によって大きく異なるが、基本的な考えとしては図4.2.16～17に示すような連絡体制と組織を構成し、分掌事務の明確を図ることとしている。その具体的な事例として、例えば札幌市水道局では図4.2.18に示すような現地対策本部を設置することとしている。また、神奈川県内広域水道企業団では、図4.2.19に示すようなフローを作成し、緊急時にとるべき対応を明確にしている。



〔本図の基本的な考え方〕

- 平日の勤務時間内を想定した第一報体制である。本図は緊急連絡体制の基本的な部分を示したものであり、具体的な調査、連絡、復旧、処理対策は各所属で検討する。
- 報道関係機関への連絡は総務課企画人事係、関係機関への連絡は本庁浄水課で行う。関係機関への連絡は送配水幹線に影響がある場合とする。
- 淀川への影響の有無の判断は、水質管理センターが行い、応急処置については浄水場と水質管理センターが行う。浄水場内の復旧体制等は、浄水場が行う。
- -----> は、影響がある場合に連絡する。

図4.2.16 水質汚染事故時等の連絡体制（大阪府）

組 織			分掌事務
水質汚染対策本部	浄水対策部	情報班	1. 取水・浄水及び配水施設の汚染状況の把握 2. 河川水質汚染事故の通報・連絡
		施設班	1. 取水・浄水及び配水施設の点検 2. 応急給水用取水可能施設の調査 3. 緊急浄水処理
		配水拠点班	1. 配水コントロール 2. 配水施設の排水、洗浄
	水質対策部	水質対策班	1. 水質汚染状況調査 2. 水質の安全確認
	給水対策部	情報班	1. 住民からの情報収集 2. 汚染被害情報の収集
		給水班	1. 応急給水 2. 給水応援隊の受け入れ
	総務部	総務班	1. 県、市その他関係機関との連絡 2. 応援要請 3. 対策本部全体の連絡調整 4. 職員の非常呼集及び配置 5. 対策活動に係る予算措置 6. 対策本部の庶務
		広報班	1. 報道機関との連絡 2. 住民への広報 3. 汚染関連の記録

資料) 日本水道協会「突発水質汚染の監視対策指針(2002) 社団法人」

図4.2.17 水質汚染事故対策本部の組織及び分掌事務の例

現地対策本部

藻岩浄水場又は白川浄水場のいずれかに設置する

(1号動員)

事故の状況

浄水プロセスにおいて処理可能であるが、大規模な場合

動員の判断基準

- ・水源での原因物質排除等、他機関の協力が必要とされるとき
- ・浄水場及び水質試験所以外の職場からの応援が必要あるとき

動員構成・動員数

水質試験所	所長-1	係長-3	係員-10	計 14 人	
浄水場（藻岩）	場長-1	係長-3	係員-15	計 19 人	
浄水場（白川）	場長-1	係長-3	係員-15	計 19 人	
配水事務所（応援）			係員- 7	計 7 人	合計 59 人

(2号動員)

事故の状況

毒物等が混入し、汚染物質が判明して、浄水処理が困難な場合

動員の判断基準

- ・長時間にわたり、取水停止あるいは、そのおそれがあるとき
- ・浄水場及び水質試験所以外の職場からの応援が必要あるとき

動員構成・動員数

水質試験所	所長-1	係長-3	係員-13	計 17 人	
浄水場（藻岩）	場長-1	係長-4	係員-24	計 29 人	
浄水場（白川）	場長-1	係長-3	係員-23	計 27 人	
配水事務所			係員- 8	計 8 人	合計 81 人

(3号動員)

事故の状況

毒物等が混入しているが、汚染物質が判明せず、浄水処理が困難な場合

動員の判断基準

- ・長時間にわたり、取水停止あるいは、そのおそれがあるとき
- ・浄水場及び水質試験所以外の職場からの応援が必要あるとき

動員構成・動員数

水質試験所	所長-1	係長-3	係員-13	計 17 人	
浄水場（藻岩）	場長-1	係長-4	係員-34	計 39 人	
浄水場（白川）	場長-1	係長-3	係員-35	計 39 人	
配水事務所			係員- 7	計 7 人	合計 102 人

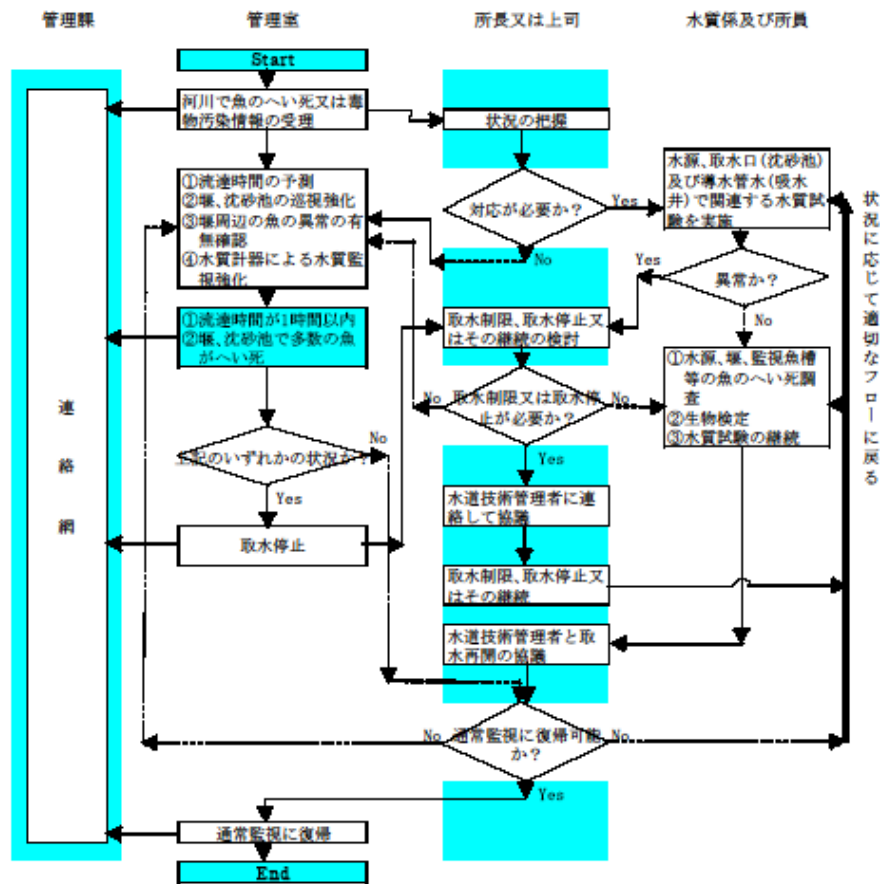
（札幌市水道局の対応）

図4.2.18 水質汚染事故に係る現地対策本部の例

ケ 毒物の流入時の対応

(ア) 河川での魚のへい死あるいは毒物汚染の連絡を受けた場合の対応

a. 取水管理事務所における対応



(注) 毒物に対する魚の反応

- ① 毒物の流入初期または低濃度の場合、水面に浮上して口の開閉を激しくしたり飛び跳ねる。
- ② 毒物の種類によっては泳ぎが鈍くなる。
- ③ 皮膚から粘液を出し、特にエラや口から粘液の糸をひく。
- ④ 皮膚や口の周囲、ヒレの付け根などから出血する。
- ⑤ 狂ったように泳ぎ回る。
- ⑥ 横転又は背位となり呼吸が衰える。
- ⑦ 死ぬ

備考:

① 水質試験は必要に応じて項目を選定する。

② 対策の過程で得られた情報については、遅滞なく連絡網に従い連絡する。

(神奈川県内広域水道企業団における対応)

図4.2.19 緊急時における対応フローの例(河川での魚の斃死・毒物汚染時)

5) 住民への広報

(1) 応急給水・復旧に関する情報

「4.2.1 地震に対するリスク回避・低減対策」に記載した内容とほぼ同様である。

(2) 水質に関する情報

水質事故が発生した場合、浄水場における浄水処理の強化のみでは対応しきれず、やむを得ず飲用に適さない水質で給水することもある。これらの情報を住民に知らせる場合には、情報が隔々まで行き渡るよう複数のメディアを通じて呼びかけることが必要である。

4.3 水循環に関わる機関が行うリスク回避・低減対策 -----〔表4.1.4〕

1) 被害想定・状況把握

(1) 各事業体における被害想定と状況把握

地震に際しては、河川及び下水道の施設における被害が水道の原水取水や水供給などに関連するものであるが、河川及び下水道管理者それぞれによって施設の被害想定が実施され、これをもとに地震対策が講じられているところである。

しかしながら、新潟県中越地震では、河川及び下水道施設も大規模な被害を受けたことから、緊急性の高い地震対策を早急に実施する必要が生じている。そのため、施設の重要度及び整備状況も考慮した上で施策の優先順位を決定し、地震対策計画を策定することが必要となり、地震対策計画策定のための手引き等が示されることとなっている。したがって、施設の被害想定においては、最新の指針等に基づいて実施することが望まれる。

また、地震発生時における被害の状況把握についても、それぞれの地震対策計画等において状況把握の方法及び体制について計画されているものであるが、被害想定と同様、最新の指針等に基づいて随時見直しが行われることが望ましい。

(2) 関係機関における用途別必要水量の算定

下水道処理施設で使用する水は、下水処理水の再利用や雨水の利用で十分な場合が多いと考えられるが、停電かつ水道供給停止の場合に備えて、自家発電設備の冷却水などの用途別必要水量の算定を行うことが望ましい。

河川管理施設においても、停電かつ水道供給停止の場合、冷却水の不足により堰などの稼動が不可能になる場合も考えられるため、用途別必要水量の算定を行うことが望ましい。

2) 施設耐震化（関係機関における施設の耐震化）

河川、道路などの重要な公共構造物については、それぞれ耐震化が進められているところであるが、水道水質汚染リスクの回避・低減の観点からも、各施策の推進が望まれる。

例えば、河川事業による震災対策としては、一級河川の堤防、護岸等の耐震対策が行われており、それとともに高水敷に震災時の救援、復旧活動等に利用可能な緊急用河川敷道路の整備等が進められている。

下水道施設の耐震化としては、「下水道施設の耐震対策指針と解説」（平成9年8月）に基づく下水道施設の整備、改築がなされ、緊急時に下水処理水等消防用水や雑用水として活用するための高度処理施設等の整備、下水処理場等の避難地等としての活用等が推進されている。また、老朽化したため池の決壊被害を未然に防止するために、堤体の補強、余水吐の改修等が進められ、周辺農地、住宅への溢水被害防止のためには、樋門、用排水路等の用排水施設の整備が進められている。

さらに、被害想定・状況把握の項でも述べたように、新潟県中越地震において大規模な被害を受けたことから、緊急性の高い地震対策を早急に実施する必要が生じており、施設の整備状況効率的な耐震化の推進が望まれる。

また、地震発生時における被害の状況把握についても、それぞれの地震対策計画等において状況把握の方法及び体制について計画されているものであるが、被害想定と同様、最新の指針等に基づいて随時見直しが行われることが望ましい。

3) 停電対策

施設の耐震化と同様、万が一電力供給が停止した場合に備えて自家発電設備を整備するなど、下水道及び河川のそれぞれの施設が平常どおり機能するようにしておくことが重要である。特に下水道施設の場合は、下水未処理水の河川放流を防ぐことができ、水道原水汚染のリスク低減化に寄与する可能性が高い。

4) 施設・体制の整備

(1) 水道以外の水源からの水の確保

河川及び下水道の各施設において、冷却水等の用途として必要な水量については、水道以外の水源から水を確保できるようにしておくことが望ましい。このとき、具体的取水方法について、緊急時においても実施可能か方法かどうかという観点からも検討を行い、実際に取水する場合の体制等についても定めておくことが望ましい。

(2) 資機材の保有

水道との復旧資機材の競合が考えられる下水道については、水道と同様、想定される被害及び復旧作業計画に応じた復旧資機材を保有し、計画的に配置しておくことが望まれる。

(3) 緊急連絡体制の整備

河川水質等に異常が認められたときには、情報の収集、連絡、分析体制を、夜間及び休日の場合も含めて対応できるよう、役割分担を明確にしてあらかじめ整備しておくことが望まれる。

一方、災害情報の収集・連絡、提供に資する観測・監視機器、通信施設、情報提供装置等の整備を推進することも重要である。

下水道においても、様々な防災対策の他、リスクを回避・低減化する施策を実施しているが、被害調査や復旧活動を迅速に開始するため、緊急時の連絡体制を整備しておく必要がある。また、被害が甚大で被災地域が広範囲に及んでいる場合、被害調査や復旧活動を独自で行なうことは困難な場合が多い。そのため、水道と同様、迅速かつ円滑な支援部隊の派遣や資機材の確保に向けて、被災都市と支援都市間の費用負担のルールや民間団体との協定等を含めた支援体制の強化を図る必要がある。

また、支援部隊の被害調査や復旧活動が速やかに開始できるよう、下水道台帳等を電子化し、データベース化を進めることも重要である。

5) 住民への広報

(1) 応急給水・復旧に関する情報

大地震の発生時には、下水道管渠も大きな損傷を受け、トイレが利用できない場合も多い。このことが原因で、水道供給の抑制を余儀なくされる場合もある。そのため、下水道管理者が住民に対し、ポータブルトイレの設置や下水道の被害状況及び復旧に関する情報を広く提供することは、水リスクの回避・提言の観点からも重要である。

また、河川においては、堤防に大きな被害が生ずることも多い。局地的な集中豪雨や急激な河川の増水時などの状況を確認し、二次災害を防ぐべく、地域の迅速な水害防止活動を実施することは需要であり、実際に降雨と河川水位の状況がホームページ等において、リアルタイムで公表されている。

(2) 水質に関する情報

河川水質に関する情報は、平常時より一般住民へ公表されることが望ましいが、河川水質事故の発生時においては、住民が適切な判断及び行動をとることができるよう、河川管理者は迅速に情報を提供することが望まれる。また、水質事故発生後の経過に応じて提供すべき情報について整理し、迅速かつ的確に広報活動を行えるよう広報に関するマニュアルを整備しておくことも必要である。また、河川における水質事故は、一般住民からの通報により認知するケースが多いことから、一般住民等に対して、河川水質の異常を発見した場合の通報先の周知、協力要請を十分行っておくことも重要である。

6) 原水監視（他機関からの情報収集による原水水質把握）

流域内に複数の都市が存在する地域では、上流域での都市活動が下流域に対して日常的に何らかの影響を及ぼしている。このような状態は地震等の災害時において顕著となり、例えば上流地域での地震発生に伴う下水処理場や工場等の除害施設の損傷、あるいはタンクローリー等の転落事故などに伴う汚染物質の河川への流出により、下流域の利水者が被る水質面のリスクは飛躍的に増大する。

河川水を浄水処理した後に飲料水として供給する水道事業者は、利水者の中でも河川水の水質に対する要求水準が最も高いことから、こうした水質リスクを事前に察知して適切な対応を図るため、例えば油膜計やアンモニア窒素計などによる取水地点での水質監視、あるいは魚類などを用いた浄水場内での毒物等の監視等を行っている。しかしながら、地震などの被災に伴って河川に流出する可能性のある数多くの物質に対して常時監視することは困難であり、また、特に小規模の水道事業者では、このような水質監視でさえ十分に行われているとは言い難い状況にある。

公共用水域の水質監視においては、国や地方公共団体等の河川管理者や環境担当部局が実施しており、利水者としては、水循環に関わる他機関が行う水質測定結果を十分に活用することが望まれる。

7) 他機関による対策（施設耐震化以外の対策）

(1) 下水道における対策

淀川流域のように取排水系統が複雑な地域においては、下水道の未処理水が水道の水質汚染リスクに直結する場合もある。そのため、一時的に処理場に流入した生下水を貯留しておくために、調整池の整備、あるいは調整池容量の増大が望まれる。また、下水道システムは雨天時越流水の汚濁負荷削減のために、従前より合流改善などを重点施策の一つとして位置づけ、進めているところではあるが、これらは水道における水質汚染リスクの回避・低減につながるものである。したがって、水道水質汚染リスク低減の観点からも、合流改善の推進が望まれる。

また、水道施設よりも下水処理施設の方が、施設の被災から復旧までに長期間を要する場合、下水処理施設の復旧状況に応じて水道供給の抑制を余儀なくされる可能性があり、このような状況は既往の被災事例でも見られている。このように、下水処理施設の復旧までに要する期間が水道供給に影響を及ぼす可能性があることから、下水道部局においては、施設の迅速な復旧とともに、施設耐震化の推進が望まれる。

(2) 河川管理者による対策

水源河川への有害物質の流出に対して、浄水処理の強化、あるいは一時的な取水停止と他の水源系統からの水運用の併用等、水道事業者が自ら行うべき対策を実施するほか、堰操作の実施によって流況を変えれば、有害物質による汚染継続時間を短縮できる可能性がある。

4.4 主に民間事業者等が行うリスク回避・低減対策 -----〔表4.1.5〕

1) 被害想定・状況把握（連携して行うべき被害想定と状況把握）

電気、ガス等のライフライン事業者についても、それぞれの事業者が被害想定及び状況把握を実施することが望まれる。多くの自治体において、実際に電気、ガス等のライフラインの被害想定がなされているが、想定的前提条件及び他機関との調整等についても、地域防災計画等に明確に記されていることが望ましい。

2) 施設耐震化（工場・事業場の耐震化）

首都直下地震対策大綱においても、万が一、電気や上水道の供給が停止された場合にも必要な機能が継続できるように、最低3日分の非常用電源及び機器冷却水を確保することとされているが、大規模工場が断水により操業停止となれば、その影響は全国規模になる場合もある。そのため、非常用電源及び機器冷却水の確保に加えて、給水管の耐震化を行うことが望ましい。

また、水質汚染リスクの排出源となりうる、工場・事業場等の除害施設等の耐震化も水質汚染リスクの回避・低減策として重要である。特に有害物質を使用している工場についてはその必要性が高いといえる。

3) 停電対策

(1) 電気事業者による停電リスクの回避・低減

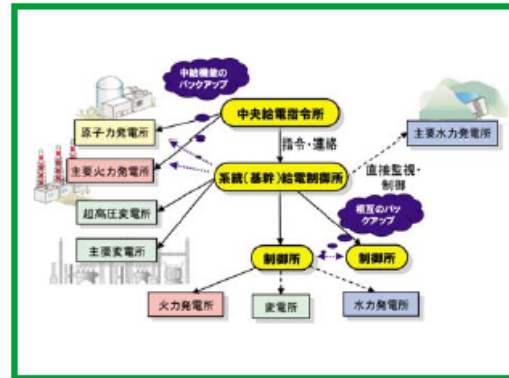
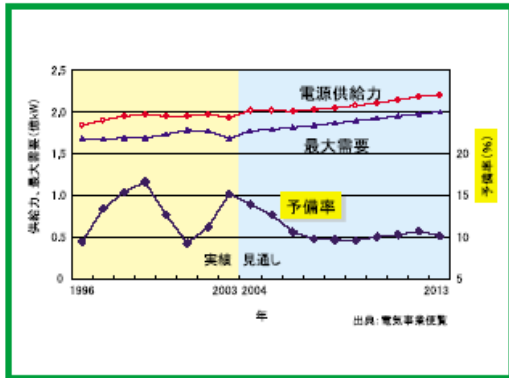
停電は様々な要因によって生じるが、地震、台風や豪雨などの自然災害による事故原因は設備によって異なる。水力設備は水害、火力設備は地震、変電所は水害と地震、送電線は雪、配電線は風雨と雷が主要な要因となっている。

電気事業においても、災害に強い設備の整備、被災時の影響軽減、迅速な復旧を目指し様々な対策を実施しているところである。図4.4.1は、日本全体の電源のバックアップの状況を示したものである。電源は最大需要に対して常に余裕をもって準備されており、予備率は最大需要に対する電源の余裕分を示す値である。日本ではこれまでの実績等を踏まえ8～10%程度が適正な予備率とされている。

送電ネットワークについては、バックアップの基本的考え方として、一つの送電設備が使えなくなった場合でも供給支障が生じないように設計されている。電源と送電ネットワークからなる電力系統の運用体制は、電力会社によって若干の差はあるが、基本的には階層構造となっている。さらに、緊急時には、各電力会社が相互に電力を応援しあう体制となっている。

復旧にあたって、障害がバックアップの範囲内である場合は、それを活用し速やかに停電の解消を図ることとなり、停電は切替が完了するまでの間のみとなる。しかし、バックアップの範囲を超えるような被災時には、移動用電源、移動用変圧器、仮設備の敷設などで当面の供給支障を解消することとなっている。

このように、地震をはじめとする自然災害に対する備えについては、電気事業者が自ら行うべき対策が中心であるが、被災後の復旧状況に関するリアルタイムでの情報交換や地下空間の水害対策など、他機関と電気事業者間の綿密な連携も重要課題として指摘されている。



資料) 財団法人電力中央研究所「自然災害に備える」エネルギー未来技術フォーラム2005.11.2

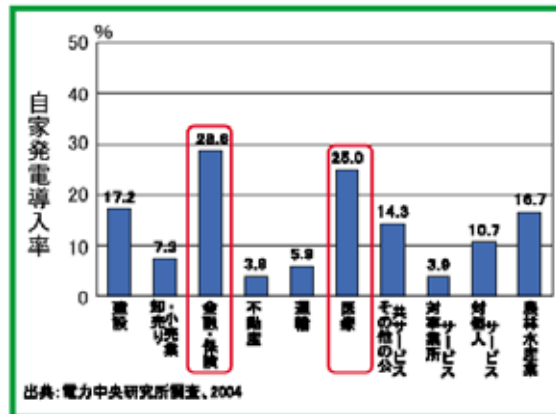
図4.4.1 電源予備率の実績と見通し

図4.4.2 電力系統の運用体制とバックアップ

(2) 民間事業者による自家発電設備の整備

民間事業者においても、災害対策状況や被害影響などの基本情報を集積し、電力が被災した時の復旧活動や生産活動への波及影響についてのシミュレーションを実施することで、被害影響を最小限にとどめる対策シナリオを進めるべきである。

図4.4.3に示すように、民間の自家発電導入率は金融・保険、医療については自家発電率がやや高いものの、30%未満となっており、さらなる自家発電整備率の向上が望まれる。



資料) 財団法人電力中央研究所「自然災害に備える」エネルギー未来技術フォーラム2005.11.2

図4.4.3 各産業への停電への対策状況

4) 施設・体制の整備

(1) 資機材の保有

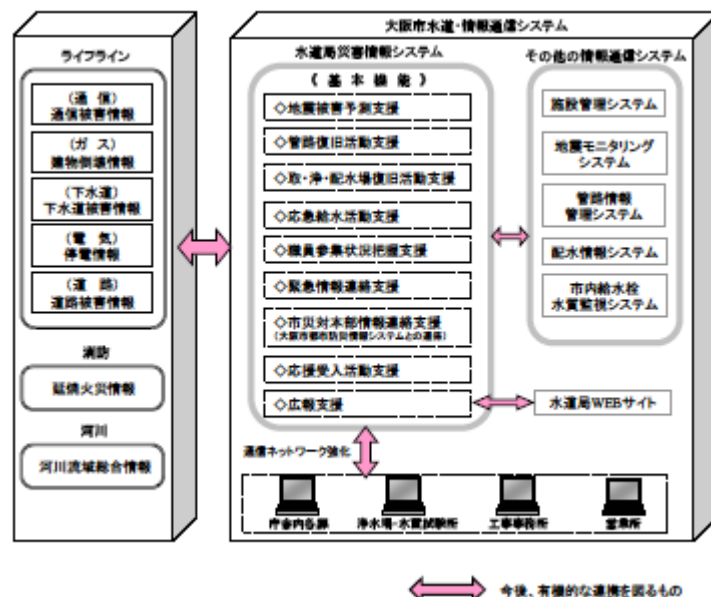
電気、ガス等のライフライン事業者においても、復旧用の資機材や重機等が水道と競合する場合があるため、それぞれが保有する必要がある。

(2) 施設復旧体制の整備

電気、ガス等のライフライン事業者においても、平常時から施設復旧体制の整備を確認しておく必要がある。

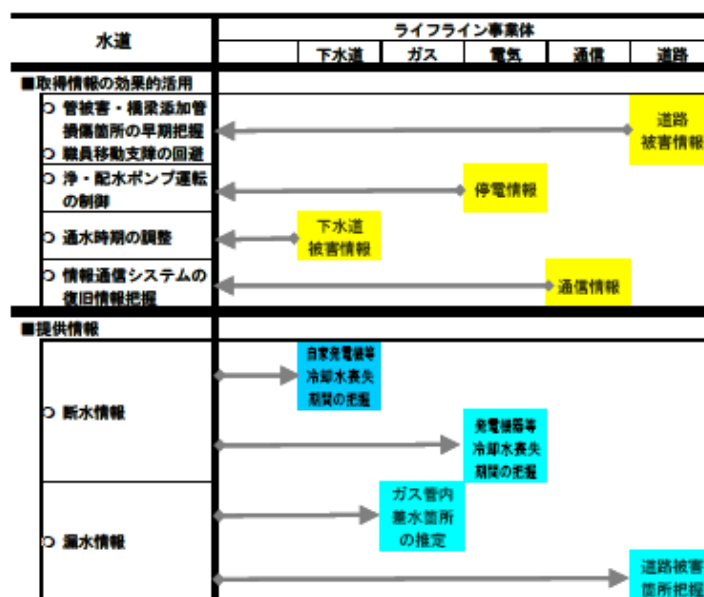
(3) 緊急連絡体制の整備

大阪市水道局では、緊急時の事後対策を円滑に行うために、水循環に関わる公的機関のみでなく、下図に示すような、通信、ガス、電気、道路情報なども含めた他のライフライン事業者との有機的な連携に資する相互関連情報システムの継続的な拡充・強化を目指している。



資料) 大阪市水道・グランドデザイン

図4.4.4 水道局災害情報システムの拡充強化（大阪市水道）



資料) 大阪市水道・グランドデザイン

図4.4.5 ライフライン事業者との相互関連情報

(4) 工場・事業場による水質情報ネットワークへの参画

水質事故時の緊急連絡体制、水質監視及び水質事故発生後の対応等に関して、排出源となりうる工場、事業場も水質情報ネットワークに参画することは、緊急時の迅速な対応に非常に効果的である。

現在、全国の一級河川には、河川管理者である国土交通省が中心となり、水質汚濁防止連絡協議会が設置されている。こうした協議会には、河川管理者の他、上水道、工業用水、農業用水などの利水者が参画している。しかし、有害物質の河川への流出を関係者が早期に認知するためには、排出源としての工場や事業場にも参画を呼びかけ、水循環に係わる機関全体での情報ネットワークを構築することが望まれる。この情報ネットワークの活用により異常事態の早期発見や早期解決に向けて具体的に行う内容として、例えば以下のものが挙げられる。

平常時における準備

- ・関係機関に共通した常時監視が可能な項目の検討
- ・緊急時を想定した連絡・対応体制の整備（河川管理者、利水者、汚染原因者の参画）

緊急時における対応

- ・水質異常発見者または水質事故の原因者による報告の義務付け
- ・予め整備された緊急時の連絡及び対応の実施

5) 水の確保

(1) 水道以外の代替水源の確保

緊急時において個人や家庭、事業場等で使用する飲料用以外の生活用水及び雑用水は、飲料用と比べて多少の水質悪化を許容することもやむをえないと考えられる。

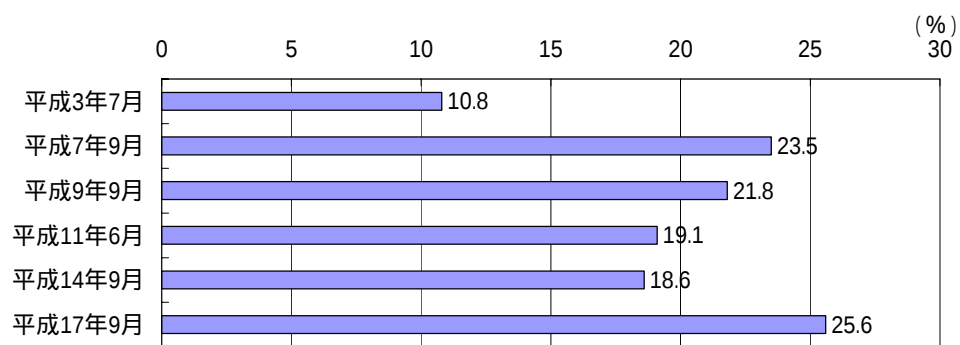
個人や家庭で所有する井戸水などの水道以外の代替水源について、平常時には管理者が水量や水質を把握し、管理を怠らないことが必要である。したがって、水道事業者としては、代替水源の管理部署に水源管理の徹底及び情報の整理を依頼するとともに、緊急時には一般市民に対し、水の用途に応じて水道水と水道以外の代替水源から供給された水を使い分けるよう、注意を呼びかけることが必要である。

(2) 自助努力による水の確保

中央防災会議がまとめた「首都直下地震対策大綱」（平成17年9月）では、「膨大な規模に及ぶ被害を軽減させるためには、行政による公助だけでは限界があり、社会のあらゆる構成員が相互に連携しながら総力を上げて対処していく必要がある」としており、被害の軽減に向け「公助」「自助」「共助」による防災対策を推進すべきであるとしている。また、水道水に関して、個人や家庭は自助として「最低3日分の食料や水の備蓄」を行うこととしている。

「防災に関する世論調査」等において「食料や飲料水を準備している」と回答した人の割合（複数回答）をみると、阪神・淡路大震災直後の平成7年9月や新潟中越地震をはじめ、全国で大規模地震が相次いだ平成17年9月の調査では、25%程度（過去最高）まで増加したものの、4分の3の家庭は、十分な備蓄がなされておらず、今後とも個人や家庭が最低3日分の飲料水を用意するよう、

対策を講じる必要がある。



資料) 内閣府政府広報室「防災に関する世論調査」(平成14年9月)及び
内閣府政府広報室「地震防災対策に関する特別世論調査」(平成17年9月)

図4.4.6 大地震に備えて「食料や飲料水を準備している」と回答した人の割合

4.5 連携を必要とするリスク回避・低減対策 -----〔表4.1.6〕

緊急時の水に関わるリスク回避・低減対策は、水道事業者等の当該機関が十分に検討を行い、対策を講じることが重要である。しかし、水道事業者の取り組みだけでは限界もあり、消防部局や河川管理者等の水循環に関わる機関の連携が必要となる場合もある。また、各機関で検討したリスクに対して水循環に関わる機関が連携し、行政全体として取り組まなければ、効果的なリスク回避・低減対策を実施できないものがある。図4.5.1は、リスクマネジメントの手順からこの連携の位置付けを示したもので、リスクコミュニケーションとして情報の共有や対策の役割分担を行うことを意味する。

以下では、消防部局や河川管理者などの他部局との連携を要するリスク回避・低減対策について示す。

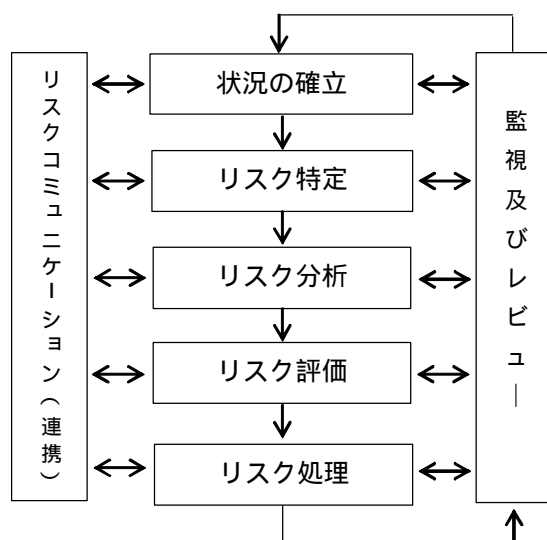


図4.5.1 リスクマネジメントの手順における連携の位置付け

1) 被害想定・状況把握

(1) 連携して行うべき被害想定と状況把握

地震に際しては、水道以外のライフライン施設、例えば電気、ガス等での被害が予想され、これらのライフライン施設の被害については、例えば停電のように、水道システムの機能低下につながるものがある。また、水道取水を行っている河川の上流域で地震が発生した時には、工場等からの有害物質の流出も想定され、取水に大きな影響を及ぼすことも予想される。

このように震災時には、水道以外のライフライン管理者や上流域の自治体との連携が不可欠である。電力・ガスなどの一般的なライフライン相互の被害関連について表4.5.1に示す。特に水道管理者、河川管理者、下水道管理者を対象として都市活動（都市生活）への影響を含めた相互の影響関係を整理した結果を表4.5.2に示す。

他のライフライン施設管理者との連携

水道自体の構造物及び管路の被害予測のほか、例えば電力施設については、関連部局との協議や地域防災計画等での被害予測により、停電の期間等をあらかじめ想定しておくことが重要であ

る。その結果に対して、2系統受電、2回線受電、自家発電設備の保有状況など、水道施設側での対応状況を勘案し、水道システムの機能低下の程度、機能回復までの期間等を検討しておく必要がある。

また、ガス、下水道なども被害を受けるため、復旧作業(資器材、業者など)が競合することもある。また、道路等の被害による交通規制や交通混乱は、応急給水作業や復旧作業の効率を低下させる。このような、他のライフライン施設との関係を考慮し、事前に関係部局との連絡、調整を行って、その影響を把握することが望まれる(表4.5.1参照)。

なお、この結果は、地震発生直後の機能低下の度合い、断水区域及び人口のほか、復旧期間、応急給水の可能量など、地震発生後の市民生活への影響の評価と関連する。

消防用水の確保のための連携

震災時の消防用水の確保は非常に重要である。阪神・淡路大震災の時には、水道が断水し消火栓からの水供給が困難となったことから河川水や海水による消火が行われた。現在、東京都などでは、震災時の消防用水の確保は、水道に依存せず、貯水槽や河川などから確保することを前提としている。しかし、水道の消火栓からの水が利用できるか否かは消火活動にとって効率を大きく作用する。消防部局の行う消防用水の確保にも整備には時間を要することから、水道部局との適切な連携が必要である。この消防用水については詳細を次項で述べるものとする。

水道取水を行う河川上流の自治体・河川管理者との連携

水道取水口より上流において地震が発生した場合、工場等の被災によって有害物質が流出することが想定される。水道事業者の中には、取水位置での水質モニターなど高精度の機器を導入して水質監視を行っている事業者もあるが、多くの水道事業者は河川上流での有害物質の流出に対しては十分な情報を得られる状況にはない。そのため、情報共有が円滑にできるしくみ作りが重要となる。現在、全国の一級河川には水質汚濁防止連絡協議会が国土交通省(河川管理者)を中心として設けられている。この協議会に水道などの利水者が参画し、事故時には、情報の共有化を図っている。今後、水道事業者が水源の水質状態をより早期に把握するためには、河川管理者や上流の自治体との情報交換による連携が重要となる。

表4.5.1 地震時のライフライン相互の被害関連

被影響 影響	電力	ガス	上水道・ 工業用水道	下水道	ごみ・廃棄物処理	交通		電話	コンピュータ 通信
						道路	鉄道		
電力	*	製造プラント機能停止 ホルダー機能停止 圧送機能停止	浄水場機能停止 取水・配水ポンプ 機能停止 揚水機能停止	処理プラント機能停止 ポンプ機能停止	処理プラント機能停止	信号停止 電柱倒壊による 路面閉塞	信号停止 動力元の喪失	電話局の機能低下	オンラインの麻痺 データの喪失
系統管理・集中制御施設の機能マヒ、光源不足（バックアップ電源が無い場合）									
ガス	熱源代替としての 需要増	*	復旧作業の錯綜 復旧資機材の競合	復旧作業の錯綜 復旧資機材の競合	処理プラント機能 停止	復旧作業にともなう 交通規制 爆発による道路損傷	特になし	特になし	特になし
上水道 工業用水道	特になし	復旧作業の錯綜 復旧資機材の競合 製造プラントの 冷却水不足	*	復旧作業の錯綜 復旧資機材の競合 水洗トイレ使用不能 下水の増減 (漏水・上水消費)	特になし	復旧作業に伴う 交通規制 大口径水道管破損 による冠水	特になし	交換機の冷却水 不足	コンピュータの 冷却水不足
自家発電機の冷却水不足									
下水道	埋設管・地下ケーブルへの浸水								
		復旧作業の錯綜 復旧資機材の競合	復旧作業の錯綜 復旧資機材の競合	*	特になし	復旧作業にともなう 交通規制 下水による冠水	特になし	地下ケーブルへの浸水・絶縁不良	
ごみ・ 廃棄物処理	特になし	特になし	特になし	特になし	*	未処理廃棄物の 路上集積	特になし	特になし	特になし
道路	給電車による 応急供給困難		給水車による 応急供給困難		ごみ・廃棄物の 収集・運搬不能	*	代替システム として利用増	交通混乱による 電話連絡増	
復旧活動の遅れ（復旧人員の動員・復旧資材調達の遅れ、復旧班の移動に支障）									
鉄道	資源・資機材の運搬に支障					代替システムとして 利用増	*	交通混乱による 電話連絡増	
						復旧活動にともなう 交通規制		*	電話回線の 使用不可
電話 通信	作業状況の情報伝達不能 系統管理・集中制御システムの機能マヒ（無線化されていない場合） 復旧活動のための情報不足（無線化されていない場合） （作業員招集、復旧司令、需要家からの被害通報・修理依頼、需要家への広報、行政機関 事業者や事業者相互の連携）								*

資料）佐藤正雄「都市供給施設における震害の防止・軽減並びに復旧対策に関する研究」平成2年3月
文部科学省研究費重点領域研究、「自然災害の予測と防災力」研究成果

表4.5.2 震災による水循環系と都市活動への連鎖的影響の構造

		影響が生じる分野			
		河川	水道	都市活動（都市生活）	下水道
原因となる 事象が 発生する 分野	河川	○堤防の被災（沈下・亀裂等） ○堤外地にある取水施設や放流施設の被害 ○堰等の治水・利水施設の被害	・水道の取水施設の被災により取水困難となる可能性がある	・治水機能の低下（洪水期に被災した場合には特に深刻である） ・淀川大堰等の流域における水循環システムをコントロールする施設が被災した場合の影響は治水・利水に深刻な影響を及ぼす	・雨水放流の困難により内水被害が生じる可能性がある ・処理場からの処理水の放流が困難になると下水処理場の機能維持にも支障をきたす可能性がある
	水道	・堰の操作など河川管理施設において停電しかつ「水道が断水」した場合、冷却水の不足により自家発電機が稼動不可能となり、管理施設の機能が停止する可能性がある	○導送配水管路の被災による輸送機能の停止・低下 ○浄水施設の被災による浄化機能の低下 ○ポンプ施設の被災により輸送機能が停止・低下 ○電源供給の停止等の影響による浄水・送水機能の一時的な停止・低下 ○上記に伴い、断水の生じる可能性がある	・水道断水により病院や水道水を多量に使用する工場をはじめ事務所など都市活動全般の機能が低下する ・水道断水による生活維持の困難（飲料水・トイレ用水等が確保できない） ・水道断水により消火栓の使用が困難となる可能性がある - 断水の影響は水道施設が被害を受けた場合と水源汚染が原因で取水を停止する場合がある	・下水処理場やポンプ場が停電しかつ断水した場合、冷却水の不足により自家発電機が稼動不可能となり、処理機能と揚水機能が停止する可能性がある
	都市活動	・工場等からの有害物質の流出による水域汚染 ・河川管理者自身の被災による対応の遅れ	・有害物による水源汚染による取水停止（例えば、淀川本川下流域では流下時間が長い被害が長期化する可能性がある・特に渇水時） ・水道管理者自身の被災による対応の遅れ	○一部地域に集中した都市生活者の被災により影響を拡大の恐れ ○木造家屋が多く水面積の少ない震災に弱い地域での被害拡大 ○有害物取り扱い施設の被災により有害物質が流出	・下水処理場への流入量減少 ・下水道管理者自身の被災による対応の遅れ
	下水道	・下水処理場が被災したことにより未処理水が水域に流出する可能性があり、水域汚染をもたらす ・合流管被災により汚水溢出による水域汚染が生じる可能性がある ・ポンプ場の被災により治水機能へ影響が生じる	・下水処理場からの未処理水により水道水源が汚染され取水停止の可能性がある ・合流管の被災による水源汚染による取水停止（例えば、淀川本川下流域では流下時間が長い被害が長期化する可能性がある・特に渇水時）	・管渠（合流管、汚水管）の閉塞による道路等への汚水溢出の可能性がある ・汚水管閉塞によるトイレ使用の不可	○下水処理施設の被災により処理機能が停止・低下 ○汚水管・雨水管路の被災により下水の流入機能が停止・低下 ○合流管路の被災により下水・雨水の流入機能が停止・低下 ○ポンプ施設の被災により放流機能が停止・低下

注１）太線で囲まれた範囲は「水道」に直接関わる部分である． 注２）対角成分（○印）は各分野が直接受ける被害内容である．

(2) 消防用水等の用途別必要水量の算定

阪神・淡路大震災では、地震に伴い発生した火災により多くの被害が生じた、都市域などにおける消防用水の確保については、消防等の他部局との調整を踏まえて、水道としての供給体制、水備蓄の在り方・施設整備を検討、図っていく必要がある。この際、地震発生直後の断水被害の予測結果などの情報を消防部局と共有しておくことは重要である。

政令市を含む23水道事業者へのアンケート調査の結果では、消防水利に関する考え方を把握している事業体は9事業体に過ぎず、把握している内容についても、飲料水兼用貯水槽の位置とその必要水量等まで把握していたのは、横浜市、静岡市、京都市、神戸市の4事業体のみであった。

したがって、消防部局との消防用水に関する連携・調整について、十分といえる事業体はまだ少ない。

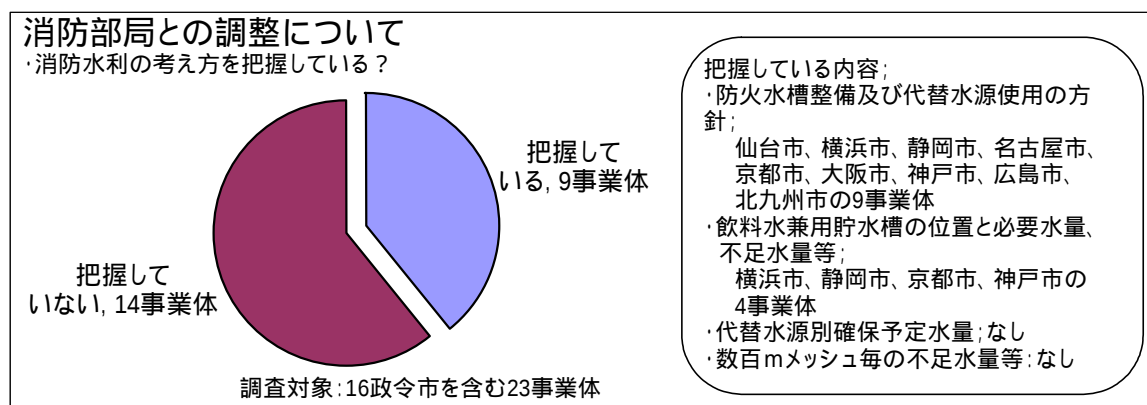


図4.5.2 消防部局との調整

2) 施設・体制の整備

(1) 水道以外の水源からの水の確保

緊急時の水需要が算定され、生命維持に要する飲料水その他、病院等の重要施設における使用水量が確保されていても、住民にとってのトイレ用水、風呂用水、洗濯用水などの生活用水は不足しがちである。

これらの生活用水に対して、水道以外の水源から取水した水を利用するという方針は、前述したアンケート調査でも半数近くの事業体で確認され、下水処理水や貯留雨水その他、河川水の利用等、複数の水源が考えられる。

しかし、実際には河川からの取水方法をはじめ、取水方法と利用可能量について、具体的検討がなされている例は少ない。

したがって、水道以外の水源からの取水量及び取水方法について、効率的な取水及び水利用が出来るよう、関係機関での調整がなされる必要がある。

(2) 資機材の保有

施設が被災した場合、復旧に必要な資機材や重機が水道と競合する場合がある。そのため、それぞれに資機材を確保するとともに、平常時から保有状況について情報交換を行っておくことが重要である。

(3) 緊急連絡体制の整備

水質汚染事故の第一報を受信した際、水道事業者としては連絡表や通報連絡系統図等に基づいて、水道事業者内部のみならず関係機関へ速やかに事故情報の伝達を行うことが必要である。また、これらの連絡表や通報連絡系統図等は予め作成し、関係部署に備えておくことを基本としている。緊急時における外部の連絡体制の事例として、広島市水道局では、太田川水質汚濁協議会緊急連絡図に基づき、図4.5.3に示すような連絡をとることとしている。



資料）社団法人 日本水道協会：突発水質汚染の監視対策指針（2002）、p.99

図4.5.3 太田川水質汚濁協議会緊急連絡図

以上のように水道事業者では緊急連絡体制の整備を進めているが、汚染物質によっては発見や対応が困難な場合が生じる。特に河川の流水中での発見は物質によっては困難であり、流出事故を発生させた工場等からの通報に依存している。地震時においても事情は同じであり、このように発せられた情報を如何に迅速に下流の利水者に伝えるかが大きな課題であり、そのためのしくみ作りが重要である。

3) 住民への広報

(1) 応急給水・復旧に関する情報

水道の応急給水・復旧に関する情報については、トイレの利用に関して下水道システムの復旧状況と関連が深い。したがって、水道事業者が水道に関する情報を単独ではなく、下水道の復旧状況あるいはポータブルトイレの設置等に関する情報とあわせて住民に知らせることが望ましい。

(2) 水質に関する情報

緊急時においては、備蓄されているポリタンク等の水その他、応急給水による水をポリタンク等に貯めて使うこともある。また、これらが不足する場合には、井戸水や雨水貯留水、河川水を利用することもあると考えられる。これらの水道以外の水源からの水の水質についても、水質に関する情報の公開は必要であり、保健所や市町村の防災部局等、他機関との連携により取り組む必要がある。

4) 原水監視（他機関からの情報収集による原水水質把握）

基本的な考え方は「4.2.3 水質事故等に対するリスク回避・低減対策」及び「4.3 水循環に関わる機関が行うリスク回避・低減対策」に記載したとおりであり、これらの原水監視を関係機関が連携して行う必要がある。

5) 処理による対応（オイルフェンス等の設置）

水源河川においては、大なり小なりの油流出による突発的な水質汚染事故がある。一旦、浄水場内に油で汚染された原水を取水してしまうと、浄水処理への障害や水道水に油臭をつけるだけでなく、凝集沈澱池やろ過池などの浄水施設が油で汚染され、これを復旧するために施設を洗浄・消毒したり、長期間にわたって浄水処理を停止せざるを得なくなることから、汚染された原水を取水することは極力避けるべきである。処理による対応としては、粉末活性炭の注入や薬品の注入強化といった水道事業者が自助努力として行う対策のほか、河川サイドで対応可能な対策としては、オイルフェンスやオイルマットの設置などがあり、関係機関による連携のもと、これらの対応を同時に図ることで水質リスクの低減を図ることが望まれる。水質事故が発生した場合、交通事故のように原因が特定されているものもあるが、大半は原因不明となっている。河川管理者である国土交通省の職員、事業者の職員、あるいは一般住民が水質事故を発見したとき、関係機関に対して迅速な情報伝達が行われ、必要に応じてオイルフェンス・吸着マットの設置、粉末活性炭投入がなされることにより、リスクが回避・低減できる場合もある。

このように、迅速な情報伝達とともに、処理による対応についても水循環に関わる機関の連携を深めることが必要である。

6) 他機関による対策

(1) 下水道における対策(水道からの依頼)

「4.3 水循環に関わる機関が行うリスク回避・低減対策」に記載したように、下水道部局における合流改善、施設の耐震化等の対策は、いずれも水道供給におけるリスク回避・低減対策につながるものである。したがって、これらの対策の重要性が認識され、確実に実施されるよう、水循環に関わる機関が連携を強化することが望まれる。

(2) 河川管理者による対策(水道からの依頼)

「4.3 水循環に関わる機関が行うリスク回避・低減対策」に記載したような堰操作によるフラッシュ放流等において、水道事業者と河川管理者が連携を図る場面がある。しかしながら、堰の第一義的な目的は、治水・利水上の機能であり、現状の堰の操作規則の中にこうした操作に関する記述は認められない。このため、緊急時における堰操作の実行可能性について、関係者が事前に十分な協議を行い、どのような形で連携が可能かについて具体的な検討を行う必要がある。また、緊急時における水質リスクの回避・低減方策に関する課題について具体的な効果を算定し、河川管理者と各事業者間のより具体的な連携方策を推進するための検討を行う必要がある。

第4章の参考文献

- 1) 財団法人 水道技術研究センター：水道の耐震化計画指針（案）の解説、平成9年5月
- 2) 横浜市水道局：ホームページ（<http://www.city.yokohama.jp/me/suidou/ja/saigai/suidou1.html>）
- 3) 東京都水道局：東京都水道局震災応急対策計画 資料2-1、平成12年1月改定
- 4) 神戸市水道局：阪神・淡路大震災 水道復旧の記録、1996年2月
- 5) 廣井脩：「阪神・淡路大震災と災害情報」『1995年阪神・淡路大震災調査報告 - 1 - 』東京大学社会情報研究所、1996年3月
- 6) 神戸市長田保健所：阪神・淡路大震災 - 長田保健所救援活動の記録 - 、1995年9月
- 7) 社団法人 日本水道協会：突発水質汚染の監視対策指針、2002
- 8) 財団法人 水道技術研究センター：水質汚染事故に係る危機管理実施要領策定マニュアル、平成11年2月
- 9) 水道産業新聞社：水道年鑑（2005年版）
- 10) 東京都「首都直下地震による東京の被害想定（最終報告） 本編」平成18年3月 東京都
- 11) 国土交通省都市・地域整備局下水道部：第1回大規模地震による下水道被害想定検討委員会資料、平成17年12月
- 12) 社団法人日本下水道協会：下水道施設の耐震対策指針と解説（1997年版）、平成9年8月
- 13) 財団法人電力中央研究所：「自然災害に備える」エネルギー未来技術フォーラム要旨集、2005.11.2（<http://criepi.denken.or.jp/jp/event/forum/2005/e-f-2005.pdf>）
- 14) 大阪市水道局：大阪市水道・グランドデザイン（案）、2006
（<http://www.water.city.osaka.jp/headline/publiccomment.html>）
- 15) 内閣府政府広報室：防災に関する世論調査、平成14年9月
- 16) 内閣府政府広報室：地震防災対策に関する特別世論調査、平成17年9月
- 17) 佐藤正雄：都市供給施設における震害の防止・軽減並びに復旧対策に関する研究、平成2年3月

5 モデル地域におけるケーススタディ

この章では、地震等の災害時に起こりうるリスクに対して、下水道・水道・河川・地下水に関連する各部局が単独または連携して図るべき対策のあり方を検討するため、2箇所のモデル地域を対象にケーススタディを行った。

5.1 モデル地域の選定

モデル地域の選定に際しては「公共用水域の水質リスク」及び「都市域の水リスク」の2通りのリスクを対象とした。選定の考え方については「第1回 緊急時水循環機能障害リスク検討委員会（平成17年11月11日）」で発表された資料4-1の結果を引用した。

5.1.1 公共用水域の水質リスク

1) モデル地域の選定の視点

地震等の災害時において下水処理場や工場等が被災し、これらの施設から未処理水や有害物質等が河川に流出した場合、下流の利水者は甚大な被害を受けることが予想される。このようなリスクを本検討では「公共用水域の水質リスク」と位置付け、災害時における想定シナリオのもと、公共用水域の水質を予測し、関係各機関が図りうる対策のあり方を検討した。ケーススタディのモデル地域は、国土交通省河川局が策定する「フレッシュ度マップ」をもとに、以下の条件に適合する河川を選定した。

河川水の再利用度が高い地域

上流と下流に大都市が存在する地域

取排水系統が複雑な地域

2) モデル地域の選定

(1) フレッシュ度による河川水の再利用度が高い地域の抽出

国土交通省河川局では、河川水の利用の度合いを表す指標として「フレッシュ度」を策定している。これは河川流量に占める既使用水量（排水量）の割合をもとにして次式により算出したものであり、この「フレッシュ度」が高いほど、上流での都市用水の利用割合が少ないことを表している。上流域における下水道の整備や水質浄化等の取組みが必ずしも適切に反映されていないが、流域内の土地利用、人口分布の実態及びその結果としての水利用の履歴を表していることから、各流域の水循環を考えていく上で参考になるものとされている。

フレッシュ度 = (1 - 既使用水量 ÷ 河川流量) × 100 (%)
既使用水量とは、生活排水、下水処理場等排水、工場排水及び畜産排水の量とした。農業用水に由来する排水については、河川に対する負荷の程度が現段階では不明であるため、今回は算入していない。

全国の主要河川のフレッシュ度は図5.1.1に示すとおりであり、特に都市化の進んだ関東や近畿の各河川において、指数が低くなる傾向にある。また、国土交通省が別途実施している河川水質調査の結果と比較すると、フレッシュ度の高い河川が必ずしも水質の良い河川には一致

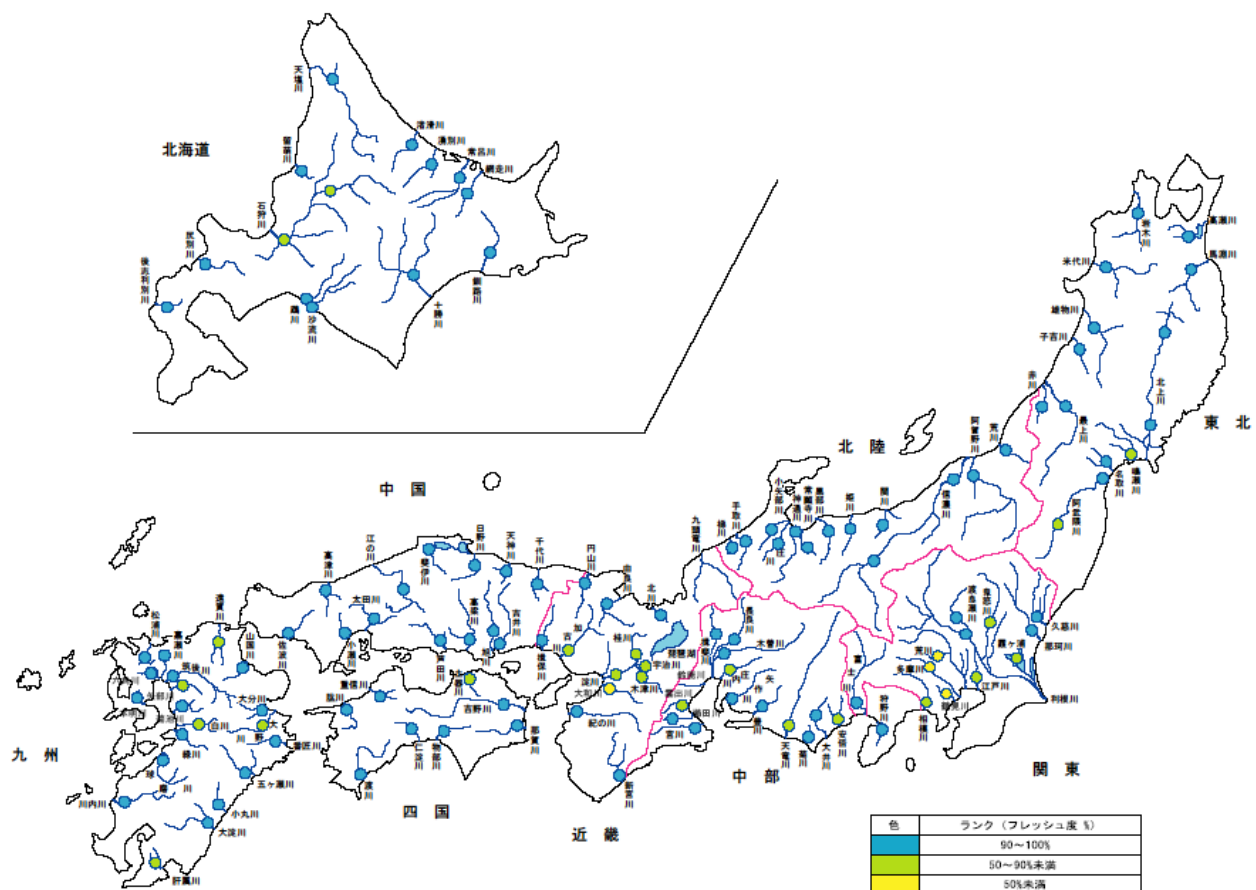
していない。これは、上流域における水質浄化の取組みがフレッシュ度の算定には反映されていないことによるためと考えられる。なお、算出結果は水質観測地点を評価したものであり、各河川全体のフレッシュ度を表しているわけではない。

算出結果のうち、再利用度が高い河川としてフレッシュ度が50%未満（図中の黄色い○）のものを挙げると以下ようになる。

- ・荒川地域
- ・多摩川地域
- ・鶴見川地域
- ・大和川地域

また、50%未満の地点は存在しないものの、50～90%未満が集中していることを考慮して、淀川下流域も河川水の再利用度が高い地域に定めるものとした。

- ・淀川下流地域

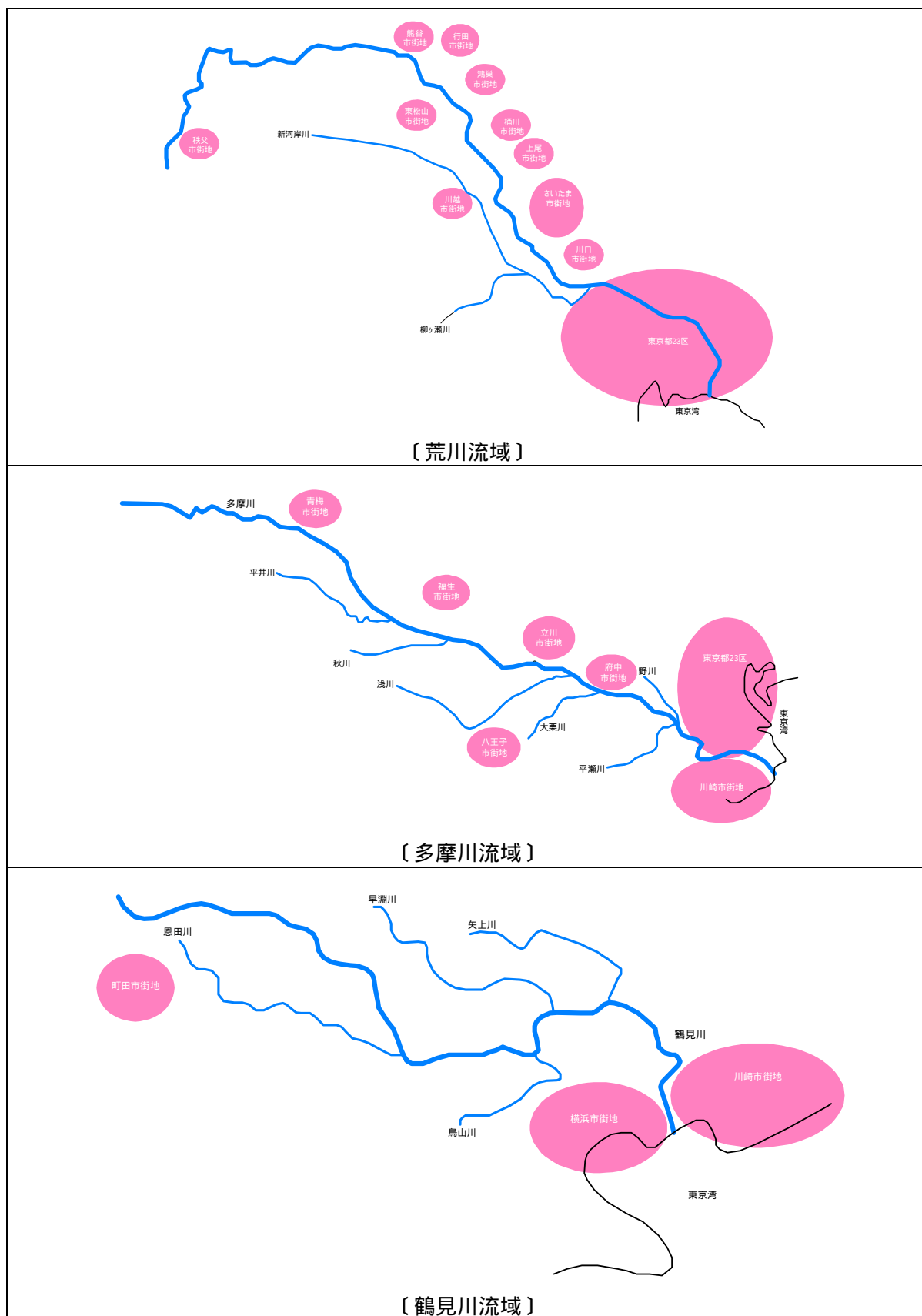


資料）国土交通省河川局資料、平成17年5月

図5.1.1 全国の主要河川のフレッシュ度

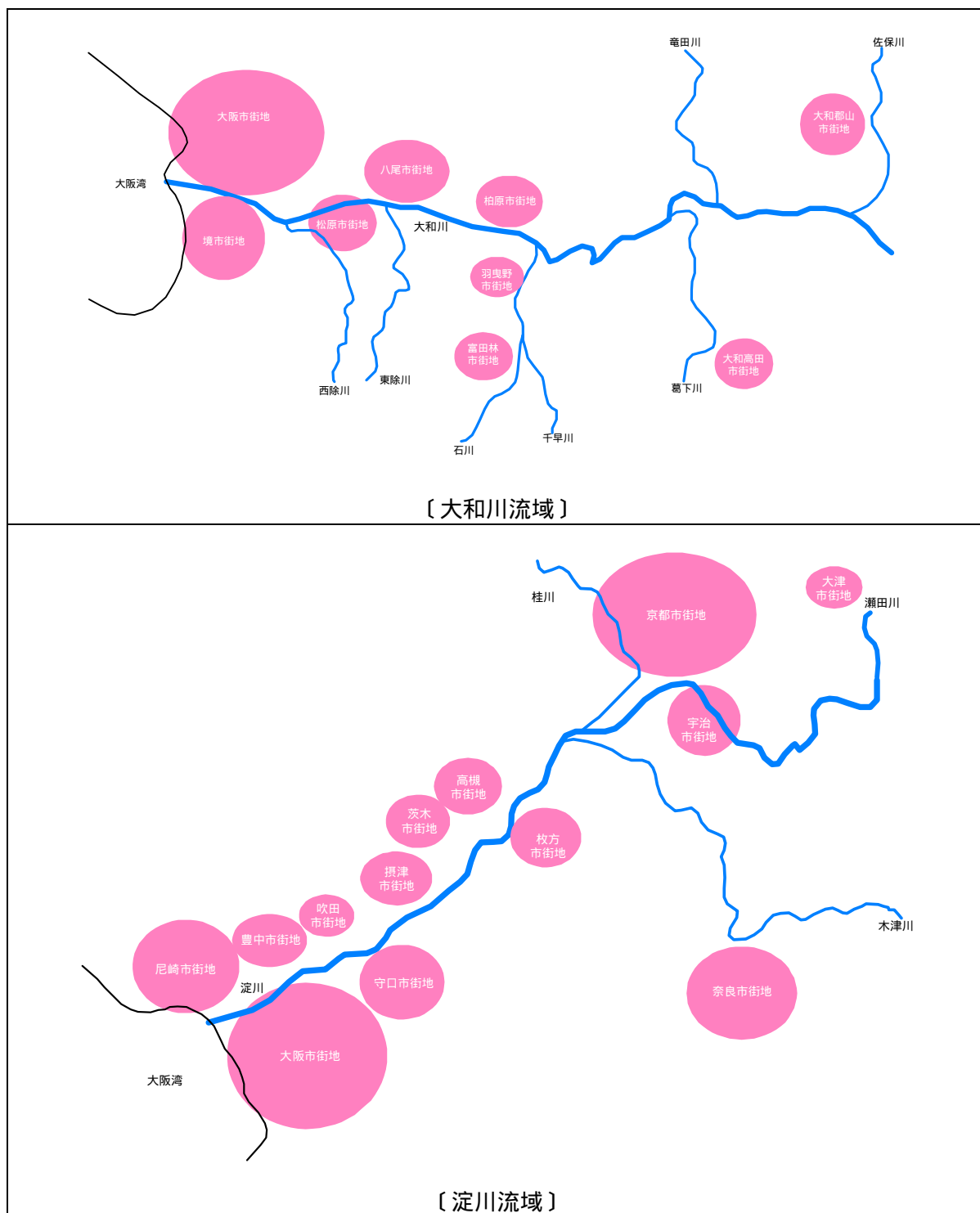
(2) 上流と下流に大都市が存在する地域の抽出

(1)で抽出した5つの地域について、地域内の都市の存在状況を模式化したものが図5.1.2～図5.1.3である。この図より、上流と下流に大都市が存在する地域としては、淀川流域が最も適していると考えられる。



資料) 第1回検討委員会、資料4-1

図5.1.2 河川水の再利用度が高い5流域における都市の存在状況(その1)



資料) 第1回検討委員会、資料4-1

図5.1.3 河川水の再利用度が高い5流域における都市の存在状況(その2)

(3) 淀川流域の主な取排水

河川水の再利用度が高く、かつ、上流と下流に大都市が存在する地域として抽出された淀川流域について、主な取排水を整理したものが図5.1.4である。淀川流域では数多くの取水と排水があり、その位置関係は複雑なものになっている。以上の結果より、公共用水域の水質リスクのモデル地域として淀川流域を対象にすることとした。



資料) 第1回検討委員会、資料4-1

図5.1.4 淀川流域の主な取排水

5.1.2 都市域の水リスク

1) モデル地域の選定の視点

都市機能が集積し、かつ、人口が集中する東京都23区内の中から「業務集積地」及び「住宅地」を選定することとした。

2) モデル地域の選定

(1) 業務集積地

代表的な業務集積地として、以下の特徴を有する千代田区をケーススタディのモデル地域に定めることとした。

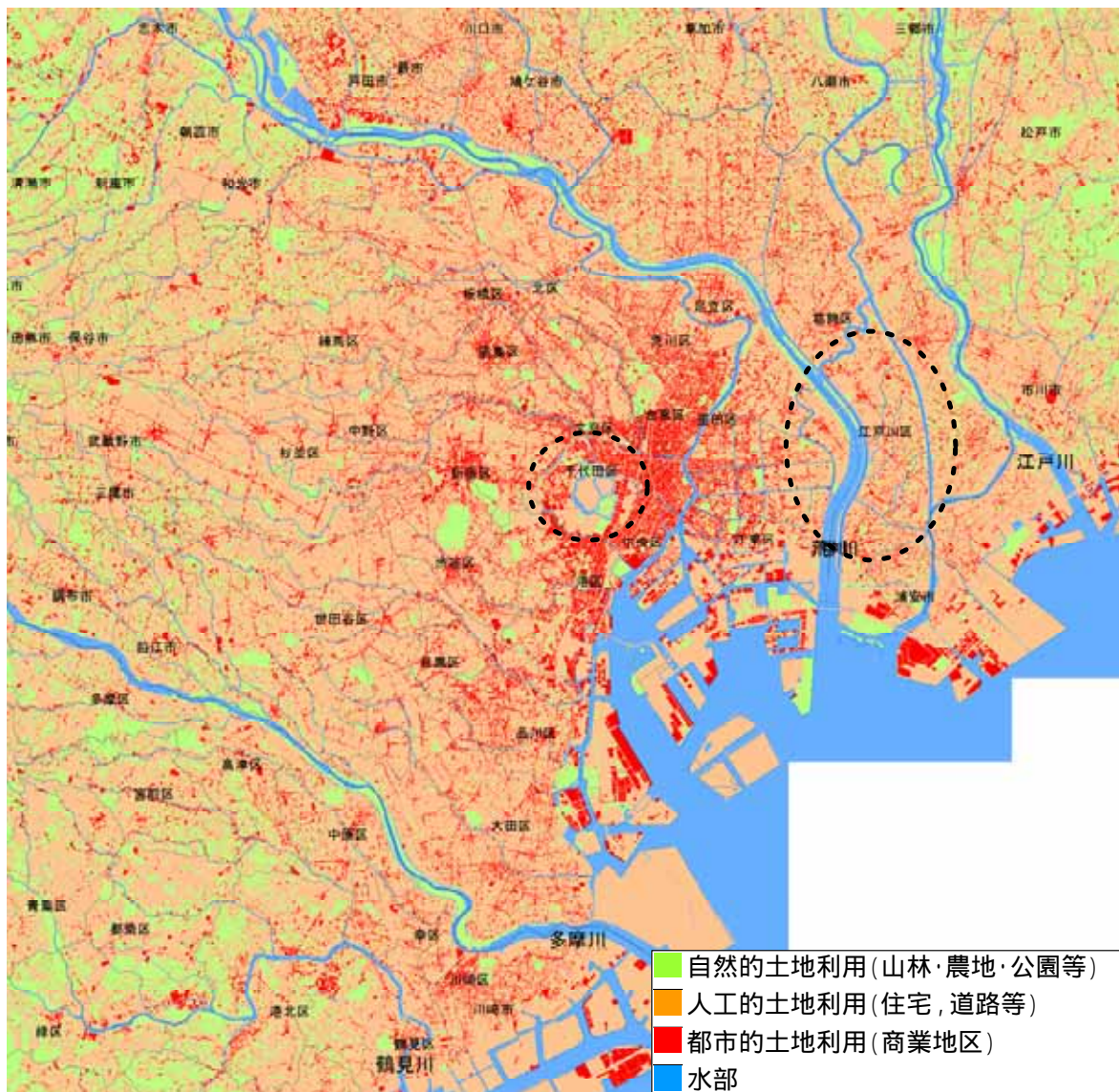
- ・ 金融機関、民間企業の本社など、重要な施設が非常に多く存在する。
- ・ 災害時の拠点となる病院、官公庁等の施設が非常に多く存在する。
- ・ 東京湾北部地震が発生した場合、強い地震動が生じると考えられる。

(2) 住宅地

代表的な住宅地として、以下の特徴を有する江戸川区をケーススタディのモデル地域に定めることとした。

- ・ 災害発生後の復旧時において、雑用水等の水源となりうる水路が多く存在する。
- ・ 東京湾北部地震が発生した場合、強い地震動が生じると考えられる。

東京都区部を中心とする土地利用及びモデル地域に定めた千代田区と江戸川区の位置を図5.1.5に示す。



資料) 第1回検討委員会、資料4-1をもとに一部改変

図5.1.5 千代田区と江戸川区の位置

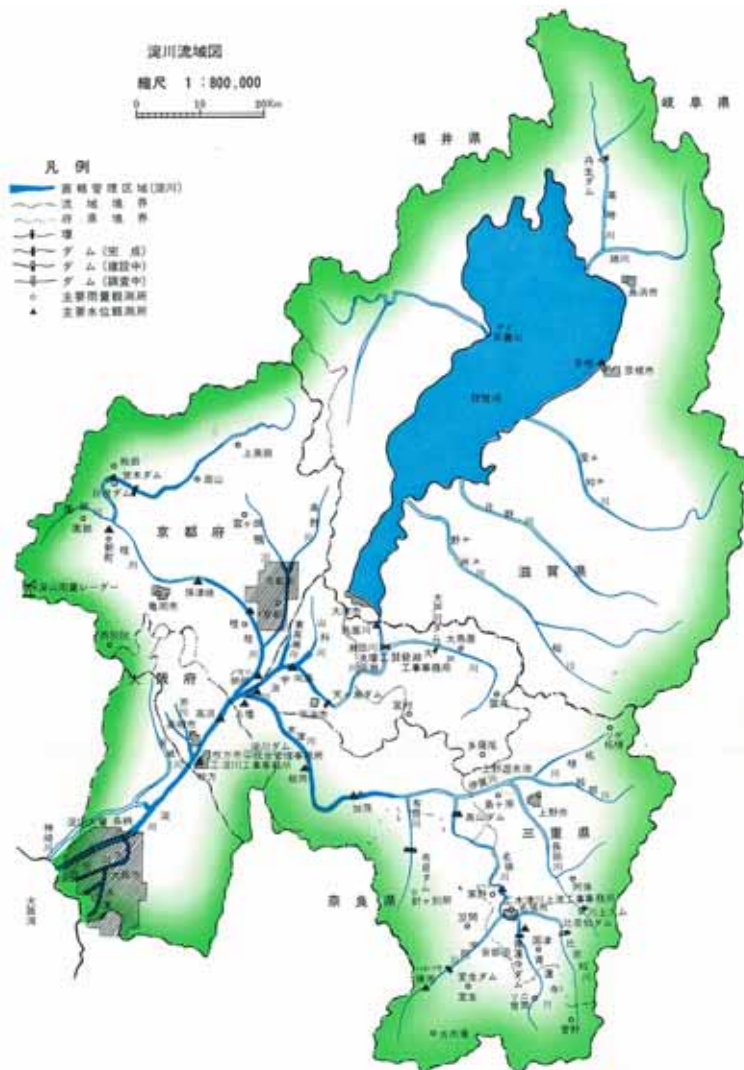
5.2 淀川を対象としたケーススタディ

5.2.1 基本事項の整理

1) 淀川の概要

ケーススタディの対象である淀川流域図を図5.2.1に示し、その概要を以下に述べる。

淀川水系は、源を日本最大の湖である琵琶湖に発し、滋賀県大津市から河谷状となって南流し、京都府宇治市から京都盆地を貫流し、京都府、大阪府境界付近において南から木津川、北から桂川と合流する。そして、大阪平野を西南に流れ、下流部において神崎川、大川（淀川）を分派して大阪湾に注ぐ、流域面積8,240km²、流域内人口約1,069万人（平成2年国勢調査）にも及ぶ大水系である。その流域は、大阪、京都、兵庫、滋賀、奈良、三重の2府4県にまたがり、大阪市、京都市の二大都市と多くの衛星都市をかかえ、近畿圏における社会経済、文化の発展の基盤をなしている。また、気象や流況についても、淀川は他の河川と比較して安定し、恵まれた河川といえる。さらに、古くから治水・利水工事が進められ、日本の治水・利水事業の先駆的な役割を果たしてきている。



資料) 国土交通省淀川河川事務所資料

図5.2.1 淀川流域図

2) 淀川における主な取排水系統

淀川における主な取排水系統を図5.2.2に示す。この図より、淀川では多くの水道事業者が取水を行い、また、多くの下水処理場が処理水を淀川に放流していることが分かる。このことから、上流で利用された水を再び取水する下流の浄水場は、緊急時の水質リスクが高いものと判断される。以下では、一連の取排水系統のうち、主なものについて概要を述べる。

- ・ 木津川から取水した水は、京都府営水道の木津浄水場で取水して府内に供給される。この水は、一部が相楽処理場を経て木津川に放流される。
- ・ その下流部で京田辺市が取水し、薪浄水場を経て市内に供給される。利用された水道水は、京都府流域下水道の洛南浄化センターに集められ、その処理水は宇治川に放流して三川合流地点を流下する。
- ・ 大阪府内に入ると、最初に大阪市が取水を行い、豊野浄水場を経て大阪市内に供給される。この地域で利用された水は、市内の公共下水道で処理された後に市内河川を通じて大阪湾に放流される。
- ・ 大阪府の磯島取水口で取水された水は、村野浄水場を経て府内に送水される。なお、この水は枚方市も受水している。枚方市は淀川自流の水利権も有するため、単独でも取水を行い、中宮浄水場を経て市内に供給している。下流には、寝屋川市をはじめとして大阪市、大阪府、阪神水道企業団他の事業者により、11箇所の取水口が存在する。

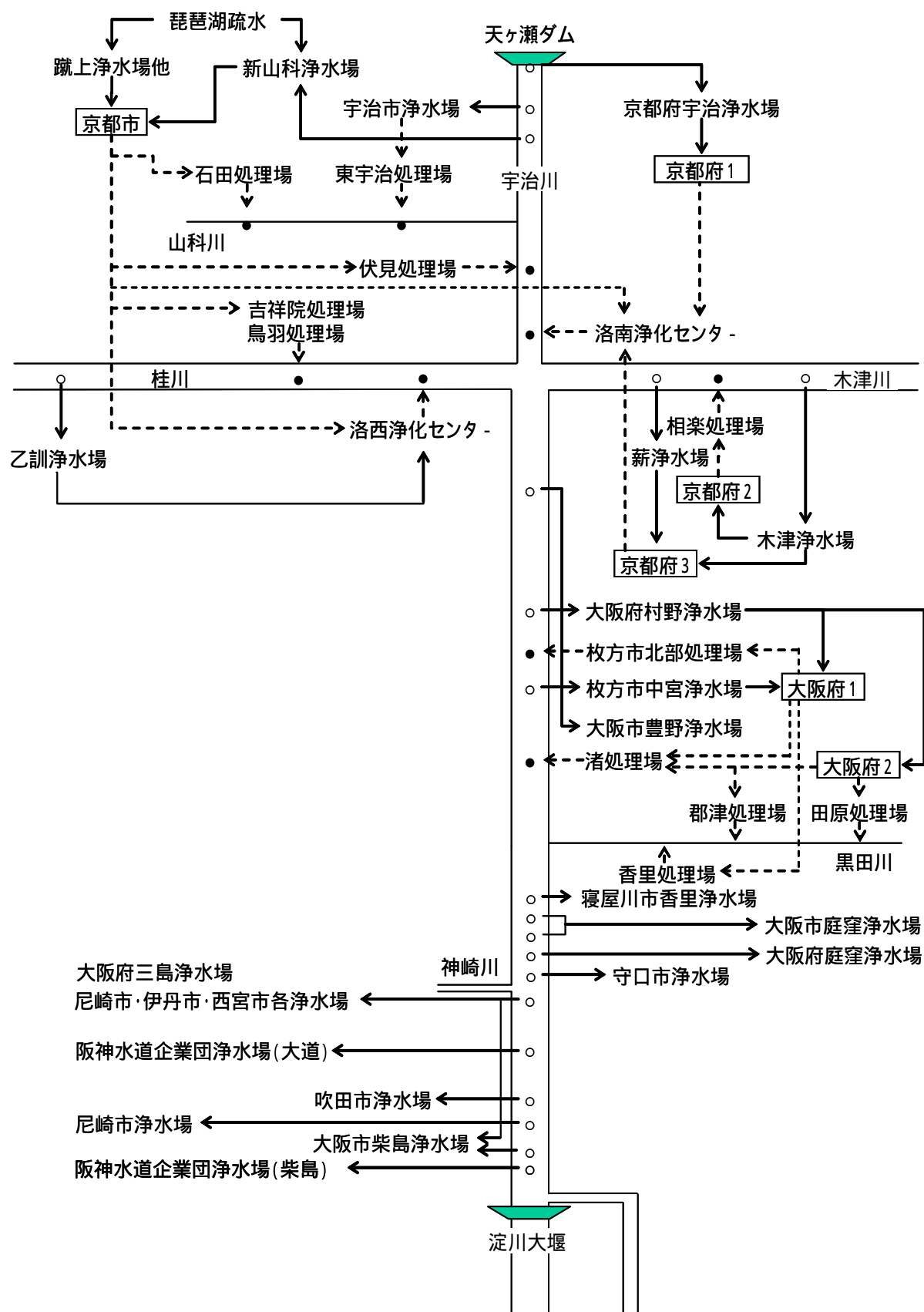


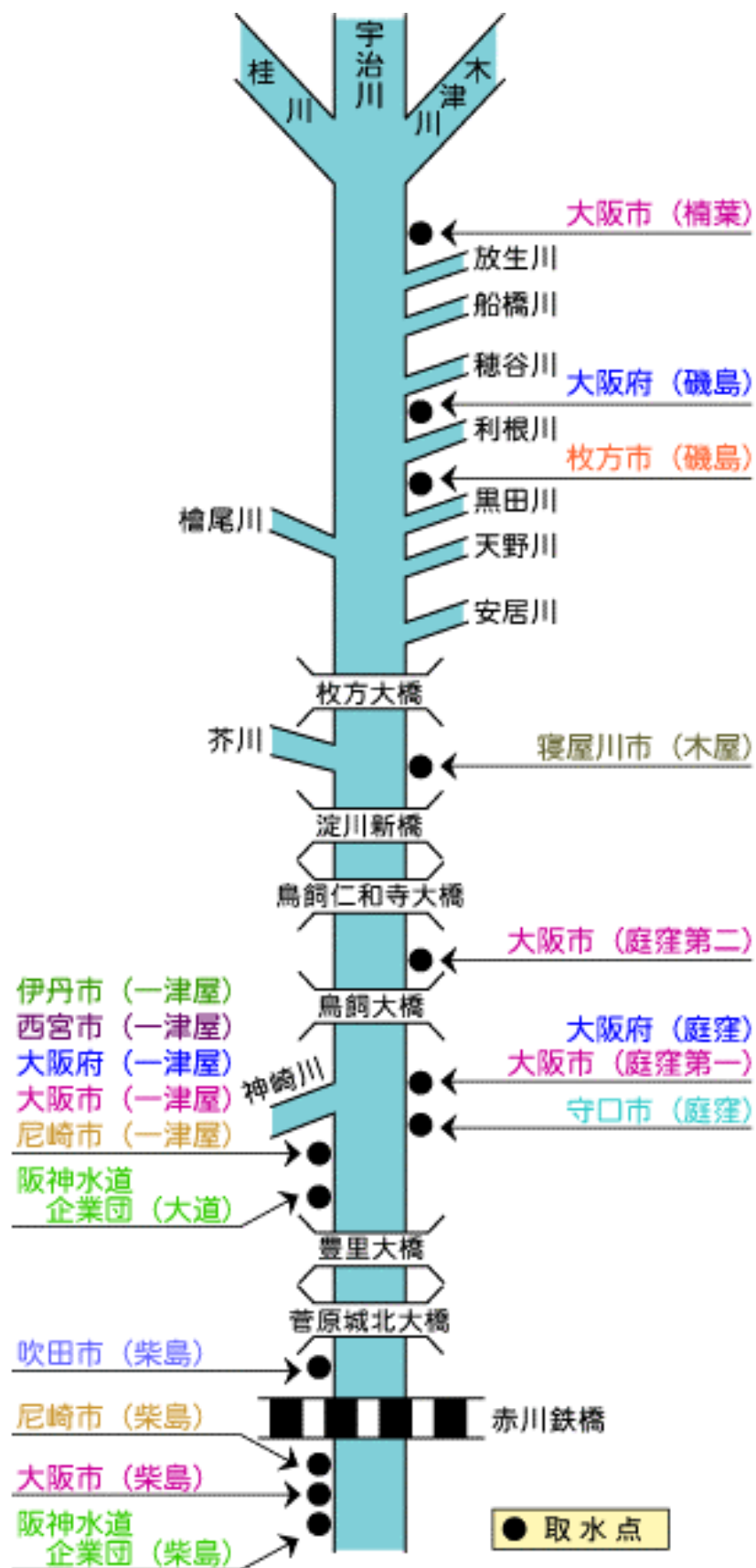
図5.2.2 淀川における主な取排水系統

3) 淀川を水源とする水道事業者の概要

淀川本川（三川合流点下流）から取水している水道事業者は、表5.2.1及び図5.2.3に示すように、大阪府、大阪市、守口市、枚方市、寝屋川市、尼崎市、吹田市、西宮市、伊丹市、阪神水道企業団の10事業者がある。これらの事業者は、淀川の水質に関する情報交換、調査研究、要望活動等、水質汚濁の防止に取り組むことを目的とした「淀川水質協議会」に参画している。

表5.2.1 淀川本川（三川合流点下流）から取水している水道事業者

事業者名	給水人口 給水区域面積	最大給水能力 ($\text{m}^3/\text{日}$)	浄水場名	施設能力 ($\text{m}^3/\text{日}$)
大阪府水道部	給水対象： 大阪府内42市町村	2,330,000	村野浄水場	1,797,000
			庭窪浄水場	203,000
			三島浄水場	330,000
大阪市水道局	給水人口：2,633,685人 給水区域面積：221.96 km^2	2,430,000	柴島浄水場	1,180,000
			庭窪浄水場	800,000
			豊野浄水場	450,000
守口市水道局	給水人口：150,990人 給水区域面積：12.73 km^2	103,500	守口市浄水場 (浄水受水)	61,500 42,000
枚方市水道局	給水人口：408,268人 給水区域面積：65.08 km^2	191,317	中宮浄水場 (浄水受水)	127,400 63,917
寝屋川市水道局	給水人口：247,163人 給水区域面積：24.73 km^2	129,000	香里浄水場 (浄水受水)	12,700 116,300
尼崎市水道局	給水人口：462,241人 給水区域面積：49.69 km^2	351,486	神崎浄水場 (浄水受水)	84,650 266,836
吹田市水道部	給水人口：348,203人 給水区域面積：36.11 km^2	208,000	泉浄水所	49,240
			片山浄水所	12,740
			(浄水受水)	146,020
西宮市水道局	給水人口：460,539人 給水区域面積：73.42 km^2	261,600	鯨池浄水場	32,009
			丸山浄水場	15,200
			その他 (浄水受水)	55,100 159,291
伊丹市水道局	給水人口：191,792人 給水区域面積：20.57 km^2	94,200	千増浄水場 (浄水受水)	90,000 4,200
阪神水道企業団	給水対象： 尼崎市・西宮市・芦屋市・ 神戸市	1,128,000	猪名川浄水場	916,900
			尼崎浄水場	186,500

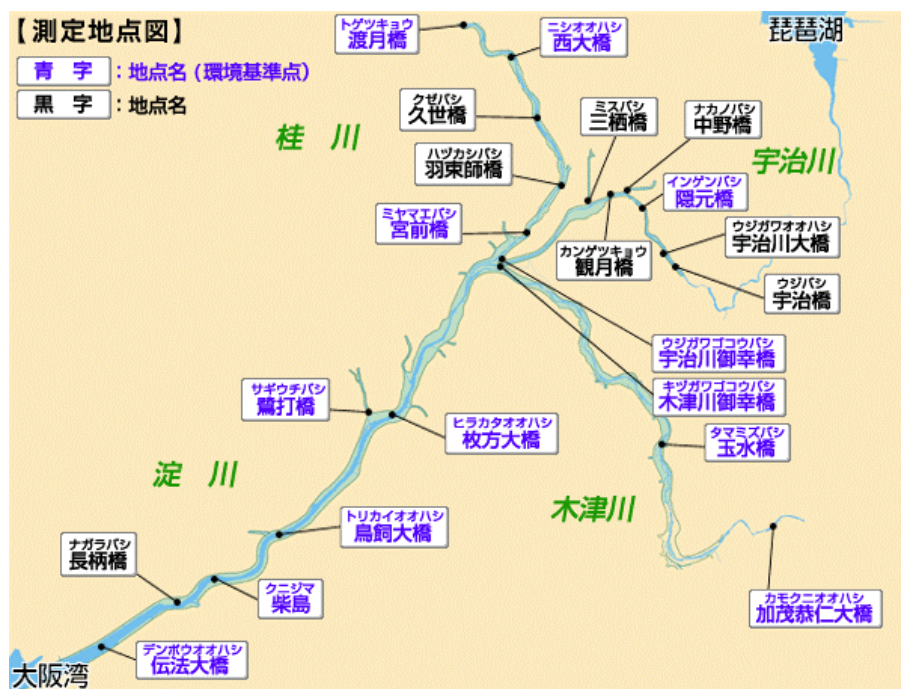


資料) 淀川水質協議会ホームページ

図5.2.3 淀川本川（三川合流点下流）から取水している水道事業者

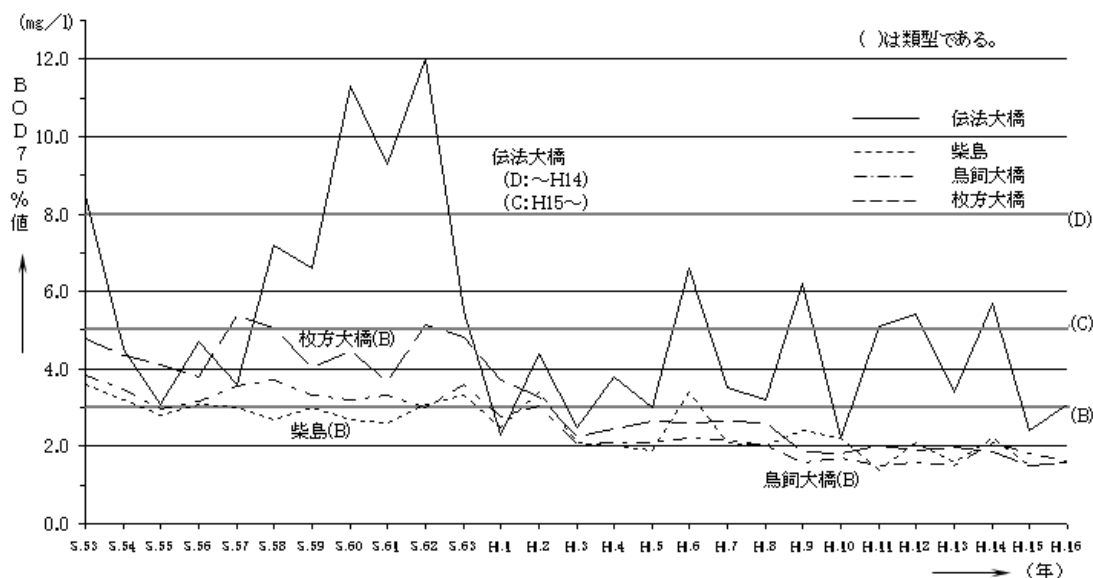
4) 淀川の水質の概要

国土交通省淀川河川事務所では、図5.2.4に示す21箇所の地点において水質測定を実施しており、このうち淀川本川（三川合流点下流）におけるBOD75%値の時系列変化（昭和53年～平成16年）を示したものが図5.2.5である。全般的な傾向として、BOD75%値は経年的に改善傾向が見られており、最下流の伝法大橋を除く3地点（柴島、鳥飼大橋、枚方大橋）では、平成10年以降、概ね1.5～2.0mg/Lの範囲内で推移している。



資料）国土交通省淀川河川事務所ホームページ

図5.2.4 淀川の水質測定地点



資料）国土交通省淀川河川事務所ホームページ

図5.2.5 淀川本川（三川合流点下流）におけるBOD75%値の時系列変化

5) 淀川水系における水質事故事例

平成15年に淀川水系で発生した水質事故事例を表5.2.2に示し、概要を以下に述べる。

報告された水質事故のうち、多くが淀川の支流で発生している。事故の種類としては油類や油膜に関するものがほとんどであり、その通報者は、河川管理者である国土交通省の職員、事業体の職員、あるいは一般住民となっている。事故の原因としては、交通事故のように原因が特定されているものもあるが、大半は原因不明となっている（ただし、特定地域から流出していることから、当該地域での排出・汚染が原因と推定され、排出源での対策が実施された結果、事故件数は減少している。）対応策としては、すべての事故において関係機関への連絡が行われ、必要に応じてオイルフェンス・吸着マットの設置、粉末活性炭投入、へい死魚の回収等の措置がなされたが、取水停止に至った事例も見られる。

表5.2.2 淀川水系における水質事故事例

河川名	事故の種類	発生年月日	事故の概要	取水停止の有無	事故の原因	対応策の概要
宇治川 流入水路承水溝 3号水路	化学物質	H15.1.21	承水溝3号水路で魚のへい死を確認 フェノールを検出 (通報者：一般住民)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 国・保：水質調査 市：へい死魚を回収
宇治川支川 大内川	油類	H15.1.23	大内川で油流出を確認 (通報者：久御山排水機場管理員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡
宇治川支川 古川	油類	H15.1.23	古川で油流出を確認 (通報者：国土交通省職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡
桂川支川 志津川	油類	H15.1.23	志津川で油流出を確認 (通報者：福井県職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 県：オイルフェンス、吸着マット
桂川支川 東高瀬川	その他	H15.2.25	東高瀬川で数百匹のへい死魚を確認 (通報者：京都市保健所職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 町：へい死魚の回収 保：水質調査
琵琶湖	油類	H15.3.3	長浜港沖合付近で10m四方の油膜を確認 (通報者：滋賀県職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 県：オイルフェンス、吸着マット
一庫ダム	油類	H15.3.24	一庫ダムで油を確認 (通報者：兵庫県職員)	無し	交通事故	水：関係機関への連絡 機：オイルフェンス、吸着マット
宇治川支川 山科川流入水路	油類	H15.4.8	流入水路で油を確認 (通報者：一般住民)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 国：オイルフェンス
神崎川流入水路 (番田排水路)	油類	H15.4.25	流入水路で油を確認 (通報者：一般住民)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 府：中和剤の散布
大津川支川 大谷川流入水路 (久保田下水路)	油類	H15.4.30	大谷川で油を確認 (通報者：国土交通省職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 市：吸着マット
大津川支川 大谷川流入水路 (久保田下水路)	油類	H15.5.8	大谷川で油を確認 (通報者：国土交通省職員) 上流の巡視により久保田下水路で油を確認	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 市：吸着マット 取：粉末活性炭の投入
古川支川 大内川	油類	H15.5.8	大内川で油を確認 (通報者：国土交通省職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 取：粉末活性炭の投入

表5.2.2 淀川水系における水質事故事例

河川名	事故の種類	発生年月日	事故の概要	取水停止の有無	事故の原因	対応策の概要
宇治川支川 大内川	油類	H15.5.13	大内川で油を確認 (通報者：久御山排水機場職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡
小畑川支川 犬川	その他	H15.5.21	犬川で約10匹のへい死魚を確認 (通報者：京都府職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 国・保：水質調査
桂川支川 小畑川支川 犬川	その他	H15.5.29	犬川で数匹のへい死魚を確認 (通報者：京都府職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 国・保：水質調査
神崎川流入水路 (番田排水路)	その他	H15.6.2	番田排水路で数匹のへい死魚を確認 (通報者：京都府職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 市：水質調査
木津川 和束川	油類	H15.6.4	和束川で油を確認 (通報者：一般住民)	無し	操作ミス	水：関係機関への連絡 町：吸着マット
宇治川支川 東高瀬川	油類	H15.6.9	東高瀬川で油を確認 (通報者：国土交通省職員)	無し	交通事故	水：関係機関への連絡 国：オイルフェンス
桂川支川 西羽束師川 流入水路	油類	H15.6.25	流入水路で油を確認 (通報者：京都市職員)	無し	その他	水：関係機関への連絡 市・原因者： オイルフェンス、吸着マット
猪名川流入水路	油類 化学物質以外	H15.6.27	流入水路で濁水を確認 (通報者：一般住民)	有り	原因不明	水：関係機関への連絡 国：水質調査
宇治川支川 古川支川 大内川	油類	H15.6.30	大内川で油を確認 (通報者：一般住民)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 町：オイルフェンス、吸着マット
木津川支川 大谷川流入水路 (久保田下水路)	油類	H15.8.14	大谷川で油を確認 (通報者：国土交通省職員) 上流の巡視により久保田下水路で油を確認	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 市：オイルフェンス、吸着マット
淀川	油類	H15.9.4	淀川本川で油を確認 (通報者：国土交通省職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡
神崎川流入水路 (番田排水路)	油類	H15.9.4	流入水路で油を確認 (通報者：神安土地改良区職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 神安：中和剤散布

表5.2.2 淀川水系における水質事故事例

河川名	事故の種類	発生年月日	事故の概要	取水停止の有無	事故の原因	対応策の概要
木津川支川 大谷川流入水路 (久保田下水路)	油類	H15.9.6	大阪府磯島取水場で油を確認 (通報者：大阪府水質管理センター職員) 上流の巡視により久保田下水路で油を確認	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 国：吸着マット 市：バキューム 取：粉末活性炭投入
宇治川支川 大内川	油類	H15.9.10	大阪市樟葉取水場で油を確認 (通報者：大阪市水質試験所職員) 上流の巡視により大内川で油を確認	無し	原因不明	水：関係機関への連絡
黒田川	油類	H15.10.2	黒田川で油を確認 (通報者：一般住民)	無し	操作ミス	水：関係機関への連絡 市：オイルフェンス 原：吸着マット 取：粉末活性炭投入
桂川支川 鴨川	その他	H15.10.7	鴨川で約200匹のへい死魚を確認 (通報者：京都市職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 国・市：水質調査
木津川支川 遅瀬川	化学物質	H15.11.6	遅瀬川で黒色水溶性塗料が流出 (通報者：山添村職員)	有り	交通事故	水：関係機関への連絡 水：水質調査、オイルフェンス
神崎川支川流入水路 (番田排水路)	油類	H15.11.6	流入水路で油を確認 (通報者：吹田市職員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 神安： オイルフェンス、吸着マット、中和剤
宇治川支川 大内川	油類	H15.11.6	大内川で油流出を確認 (通報者：久御山排水機場管理員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡 国：オイルフェンス 町：吸着マット
宇治川支川 大内川	油類	H15.11.11	大内川で油流出を確認 (通報者：久御山排水機場管理員)	無し	原因不明	水：関係機関への連絡

国：国土交通省、県：関連する県、府：関連する府、市：関連する市、町：関連する町、機：水資源機構、神安：神安土地改良区、水：水道事業者、保：保健所、
取：取水場、原：原因者

資料) 国土交通省河川局監修・社団法人日本河川協会編：日本河川水質年鑑2003をもとに一部改変)

5.2.2 水道供給に与える影響検討（被災時を想定した河川水質予測）

地震等の災害時において、上流域に位置する下水処理場や工場等が被災し、これらの施設から未処理水や有害物質等が河川に流出した場合、下流の利水者は甚大な被害を受けることが予想される。ここでは、利水者の中で河川水質に対する要求水準が最も高いと考えられる水道事業者を念頭に置き、夏期及び冬期を対象として河川水質予測を行った。なお、ここでの成果は、第3回 緊急時水循環機能障害リスク検討委員会（平成18年3月15日）で発表された資料2-2から引用したものである。

1) 検討条件（被災想定）

被災想定を表5.2.3に示す。京都市内にダメージを与える地震が発生して規模の大きな下水処理場及び処理区域内の工場が被災し、降雨により下水処理場の未処理水や工場・事業場の有害物質が未処理の状態で淀川に流出したという想定のもとで、水質変化を予測した。また、検討は微生物の活性による病原リスクが高まる夏期と、河川流量の低下による希釈効果が低下する冬期を対象とした。

表5.2.3 被害想定

項目	内 容
対象地震	京都府内にダメージを与える地震 （京都府・京都市防災計画を参考）
被災施設	規模の大きい下水処理場 京都市公共下水道：鳥羽、吉祥院、伏見、石田 京都府流域下水道：洛西、洛南 上記の下水道処理区域内の工場・事業場
想定シナリオ	以下の状況のもと、降雨に伴って急激な水質変化が発生 下水処理場の未処理水、合流区域の堆積物が淀川に流出 工場・事業場で扱う有害物質が未処理で淀川に流出 降雨条件 総雨量 25mm、降雨継続時間 6 時間、平均降雨強度 4.2mm/時
検討時期	夏期：微生物の活性による病原リスクの上昇 冬期：河川流量の低下による希釈効果の低下

2) 検討対象物質

浄水処理において特に留意すべき物質を分類すると、下水処理場の未処理水では有機汚濁、病原性微生物、有害物質では臭気物質、重金属、化学物質、油が挙げられる。以下、それぞれの観点から検討対象物質の選定を行った。

(1) 下水処理場の未処理水の流出において留意すべき物質

有機汚濁としてBODとアンモニア態窒素の2項目、病原性微生物として大腸菌群とクリプトスポリジウムの2項目を対象とした。選定理由及び各物質(項目)の概要は以下のとおりである。

【有機汚濁】

BOD

有機汚濁を示す全般的な指標である。清浄な水道水の供給という観点から、有機物濃度の高い水道水は好ましくないことや、有機物濃度が高い水に塩素処理を行った場合、トリハロメタン等の消毒副生成物が上昇する等の問題があることから検討の対象とした。通常処理では、全ての種類の有機物質に対応することができないため、トリハロメタン等の消毒副生成物やTOC等が水質基準を超過することが想定される場合には、取水停止の必要が出てくる。

アンモニア態窒素

水の汚濁を示す全般的な指標であり、塩素注入率との関連性が高いことから検討の対象とした。ヒトへの健康障害は小さいが、1mg/Lのアンモニア態窒素に対して8~10mg/Lの塩素が消費されるため、原水の高濃度時には多量の塩素注入が必要となり、場合によっては塩素注入管理が困難になって消毒効果が不十分となることも考えられる。さらには塩素注入量の増加に伴うトリハロメタン生成量の増加等も懸念される。

【病原性微生物】

大腸菌群

主に糞便とともに排出される腸内細菌であり、検出が比較的容易であるため、他の病原菌の存在を確認する指標とされている。震災時に流域内の衛生状態が悪化した場合、通常よりも高濃度になることが想定されることから検討の対象とした。ヒト及び温血動物の糞便に由来する細菌であり、塩素消毒によって死滅することから、浄水場で適切な残留塩素管理が行われていれば特に問題とはならない。なお、水道水質基準では大腸菌を対象にしているが、河川水質予測において大腸菌群を対象としたことから、大腸菌群について検討した。

クリプトスポリジウム

人獣共通感染症あるいは水系感染症の病原体であり、震災時に流域内の衛生状態が悪化した場合、通常よりも高濃度となり、大規模な感染症の発生が懸念されることから検討の対象とした。EPAでは、飲料水の微生物許容リスクとして 10^{-4} /年以下、またWHOでは、DALYS(Disable Adjusted Life Years)の考えに基づく参考許容値として 10^{-6} DALYs/人/年を提唱しており、検討では両方の基準に対して評価した。

(2) 工場・事業場からの有害物質の流出において留意すべき物質

淀川流域には様々な種類の工場・事業場が存在し、数多くの有害物質を扱っているため、検討に先立って概略計算を行ない、濃度の高い物質を抽出するとともに、事業体へのアンケートを参考にして対象物質の絞り込みを行った。なお、被災に伴って上流域から流出する物質を大別すると、

- (a) 水溶性のもので放流された直後に流下すると考えられる物質
- (b) 不溶性で放流された直後に河床に沈澱すると考えられる物質
- (c) (a)と(b)の中間であり、河床に沈澱したものが時間の経過とともに徐々に流出すると考えられる物質

の3種類が挙げられるが、今回の検討では、最も影響期間が最も短い(a)について検討を行うことにより、浄水場が受ける最低限の影響について検討した。

PRTR制度による物質の抽出

有害性のある多種多様な化学物質が、どのような発生源から、どれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握、集計、公表する仕組みは、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（化管法）」に基づくPRTR（Pollutant Release and Transfer Register：化学物質排出移動量届出制度）によって制度化されている。この制度では、対象としてリストアップされた化学物質を製造したり使用したりしている事業者は、環境中に排出した量と、廃棄物や下水として事業所の外へ移動させた量を自ら把握し、行政機関に年に1回届け出ることになっている。

ここでは、このPRTR制度によって整理されたデータをもとに、淀川流域で取り扱われている物質を把握し、取扱量に基づく影響度合い（河川汚濁ポテンシャル）の試算を行った。その結果は表5.2.4に示すとおりであり、水質基準値等に対する河川水質の比率が高かった物質として、鉛、ヒ素、ホルムアルデヒド、マンガン、フェノール、セレン、ニッケルなどが抽出された。

表5.2.4 有害物質を対象とした河川汚濁ポテンシャル（淀川流域）

P R T R の 番 号	第一種指定化学物質名	河川への流出 ポテンシャル量		河川水質 1	判定 2	基準値等 mg/L	水質基準等の分類	基準 等 の 番 号
		総量	流出時間内					
		kg	kg/時間					
1	亜鉛の水溶性化合物	30,392.3	5,065.4	7.7996	×	1	水質基準項目	31
2	アクリルアミド	12.3	2.0	0.0031	×	0.0005	要検討項目	5
25	アンチモン及びその化合物	783.4	130.6	0.2011	×	0.015	水質管理目標設定項目	1
29	4,4'-イソプロピリデンジフェノール (別名ビスフェノール)	1,082.9	180.5	0.2779	×	0.1	要検討項目	20
47	エチレンジアミン四酢酸	214.2	35.7	0.0550	○	0.5	要検討項目	9
54	エピクロヒドリン	5.0	0.8	0.0013	×	0.0004	要検討項目	10
60	カドミウム及びその化合物	21.6	3.6	0.0056	×	0.01	水質基準項目	3
63	キシレン	2,814.6	469.1	0.7223	×	0.4	要検討項目	40
69	六価クロム化合物	950.3	158.4	0.2439	×	0.05	水質基準項目	8
77	クロロエチレン(別名塩化ビニル)	2.1	0.3	0.0005	○	0.002	要検討項目	11
80	クロロ酢酸	1.1	0.2	0.0003	○	0.02	水質基準項目	21
95	クロロホルム	178.4	29.7	0.0458		0.06	水質基準項目	22
108	無機シアン化合物(錯塩及びシアン 酸塩を除く。)	462.4	77.1	0.1187	×	0.01	水質基準項目	9
112	四塩化炭素	0.0	0.0	0.0000	○	0.002	水質基準項目	13
113	1,4-ジオキサン	40.8	6.8	0.0105	○	0.05	水質基準項目	14
116	1,2-ジクロロエタン	26.5	4.4	0.0068	×	0.004	水質管理目標設定項目	5
117	1,1-ジクロロエチレン(別名塩化ビニ リデン)	101.6	16.9	0.0261	×	0.02	水質基準項目	15
118	cis-1,2-ジクロロエチレン	0.0	0.0	0.0000	○	0.04	水質基準項目	16
119	trans-1,2-ジクロロエチレン				×	0.04	水質管理目標設定項目	6
145	ジクロロメタン(別名塩化メチレン)	915.9	152.6	0.2350	×	0.02	水質基準項目	17
175	水銀及びその化合物	18.9	3.2	0.0049	×	0.0005	水質基準項目	4
177	スチレン	5.6	0.9	0.0014	○	0.02	要検討項目	16
178	セレン及びその化合物	1,796.9	299.5	0.4611	×	0.01	水質基準項目	5
179	ダイオキシン類	90.7	15.1	0.0233	○	1	要検討項目	17
200	テトラクロロエチレン	180.2	30.0	0.0462	×	0.01	水質基準項目	18
209	1,1,1-トリクロロエタン	0.0	0.0	0.0000	○	0.3	水質管理目標設定項目	20
210	1,1,2-トリクロロエタン	5.1	0.9	0.0013	○	0.006	水質管理目標設定項目	7
211	トリクロロエチレン	121.9	20.3	0.0313	×	0.03	水質基準項目	19
222	トリブロモメタン(別名ブロモホルム)	0.0	0.0	0.0000	○	0.09	水質基準項目	29
227	トルエン	7,252.6	1,208.8	1.8613	×	0.2	水質管理目標設定項目	8
230	鉛及びその化合物	38,673.0	6,445.5	9.9247	×	0.01	水質基準項目	6
231	ニッケル	1,648.7	274.8	0.4231	×	0.01	水質管理目標設定項目	3
242	ノニルフェノール	146.7	24.4	0.0376	○	0.3	要検討項目	19
243	バリウム及びその水溶性化合物	41.8	7.0	0.0107	○	0.7	要検討項目	2
252	砒素及びその無機化合物	7,565.9	1,261.0	1.9417	×	0.01	水質基準項目	7
266	フェノール	918.7	153.1	0.2358	×	0.005	水質基準項目	44
270	フタル酸ジ-n-ブチル	265.5	44.3	0.0681	○	0.2	要検討項目	24
273	フタル酸n-ブチル=ベンジル	30.5	5.1	0.0078	○	0.5	要検討項目	25
299	ベンゼン	49.1	8.2	0.0126	×	0.01	水質基準項目	20
304	ほう素及びその化合物	673.8	112.3	0.1729	○	1	水質基準項目	12
310	ホルムアルデヒド	42,785.7	7,131.0	10.9802	×	0.08	水質基準項目	30
311	マンガン及びその化合物	4,094.0	682.3	1.0506	×	0.01	水質基準項目	36
346	モリブデン及びその化合物	92.1	15.3	0.0236	○	0.07	要検討項目	4

対象河川流量

649.44 千m³/時間180.4 m³/秒

1 河川水質 = 河川への流出ポテンシャル量 ÷ 河川流量

2 ○: 河川水質 < 基準値等

: 河川水質 > 基準値等の1/2

×: 河川水質 > 基準値等

事業体アンケート

検討の対象とする3箇所の水道事業者（大阪府水道部、大阪市水道局、阪神水道企業団）より、浄水処理の観点で特に留意すべき物質について意見の聴取を行った。その結果は表5.2.5に示すとおりであり、数多くの物質が挙げられたが、特にシアン、重金属（六価クロム、水銀、セレン）、フェノールについては重要との意見が寄せられた。

表5.2.5 浄水処理で特に問題となる有害物質

事業体	浄水処理で特に問題となる項目
大阪府水道部	・ 亜鉛、アンチモン、六価クロム、シアン、ジクロロメタン、水銀、セレン、鉛、ニッケル
大阪市水道局	・ 亜鉛、アクリルアミド、アンチモン、ビスフェノール、エピクロロヒドリン、カドミウム、キシレン、六価クロム、クロロホルム、シアン、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、ジクロロメタン、水銀、セレン、テトラクロレチレン、トルエン、鉛、ニッケル、ヒ素、フェノール、ベンゼン、ホルムアルデヒド、マンガン
阪神水道企業団	・ いずれの物質も問題になると考えられるが、特に下記の物質は重要である。 シアン、重金属（六価クロム、水銀、セレン）、フェノール

検討の対象とする有害物質の選定

上記 及び の結果をもとに、本検討では、臭気物質としてフェノールの1項目、重金属・化学物質として鉛、シアン、ヒ素、六価クロムの4項目、油としてトルエンの1項目を対象とした。選定理由及び各物質（項目）の概要は以下のとおりである。

【臭気物質】

フェノール

消毒剤や防腐剤等の原料であり、天然水中には存在しないが、これらを製造する化学工場排水やガス製造工場排水等に含まれるため、被災時に流出するおそれがある。また、フェノール類が含まれた水に塩素処理を行う過程でクロロフェノール類が生成され、水に著しい異臭味を与えることから検討の対象とした。

【重金属・化学物質】

鉛

蓄電池、合金、顔料、その他の工業製品の原料であり、これらを製造する化学工場の排水に含まれるため、被災時に流出するおそれがあることから検討の対象とした。

シアン

自然水中にはほとんど含まれておらず、めっき工業、金銀の精錬・焼き入れ等を行う工場の排水に含まれるため、被災時に流出するおそれがあることから検討の対象とした。

ヒ素

地質に由来するもののほか、鉱山排水や精錬排水等に含まれるため、被災時に流出するおそれがあることから検討の対象とした。

六価クロム

クロム鉱床からの浸出水のほか、めっきなどのクロム使用工場からの排水等に含まれるため、被災時に流出するおそれがあることから検討の対象とした。

【油】

トルエン

石油成分の一つであり、染料、香料、有機顔料等の原料として使用される。揮発性の物質であるが、比重が水よりも小さいことから、被災時に流出したトルエンの多くが取水地点に到達することが予想されるため検討の対象とした。

3) 汚濁負荷の設定

汚濁負荷の設定は以下のとおりであり、既往の調査結果（図5.2.6）を参考に、これらの負荷が時間的変化を伴って流出するものと仮定した。

下水処理場の未処理水・合流区域の堆積物の未処理放流

下水処理場の未処理水については、検討の対象とした下水処理場への流入水量及び流入水質に関する実績値をもとに、全量が流出するものと仮定した。また、合流区域の堆積物の未処理放流については、下水処理場からの未処理放流負荷の半日分が管内に堆積するものと仮定し、これが降雨に伴って一気に流出するものと仮定した。

工場・事業場からの有害物質の流出

PRTR届出資料をもとに貯蔵量を推定し、これに被災率と流出率を乗じて流出量を算定した。

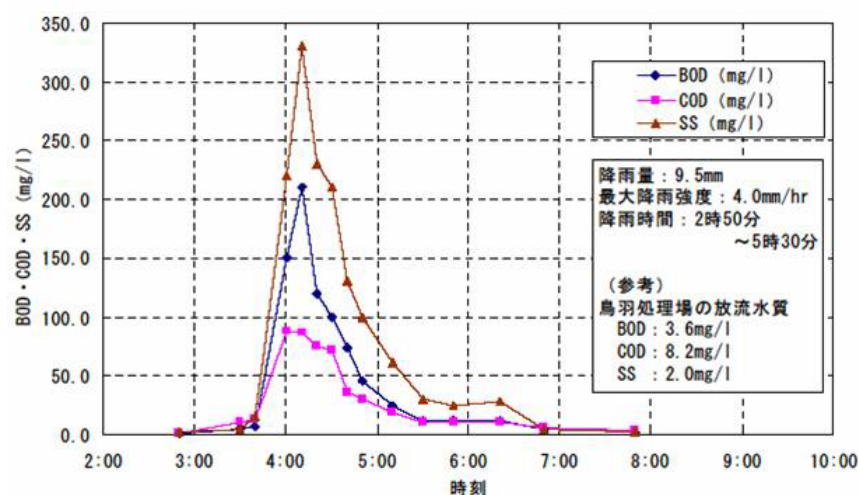


図5.2.6 京都市合流式下水道未処理放流の観測例

4) 河川流出解析モデル

流量条件として一次元不定流、水質条件として移流拡散を考慮し、InfoWorksRS (河川流出解析モデル) を用いて解析を行った。モデルのイメージは図5.2.7、解析条件は以下のとおりである。

解析対象区間 : 淀川下流～三川合流～被災処理場放流地点とした。

解析対象地点 : 上流、中流、下流の中から代表的な3地点(河口から34km、17km、11km)を選定した。

河川断面 : 5kmピッチで横断面を入力し、1kmピッチで横断面を補間入力した。

淀川大堰の扱い : 堰頂高0.P.+3.0mで入力し、堰による滞留を考慮した。

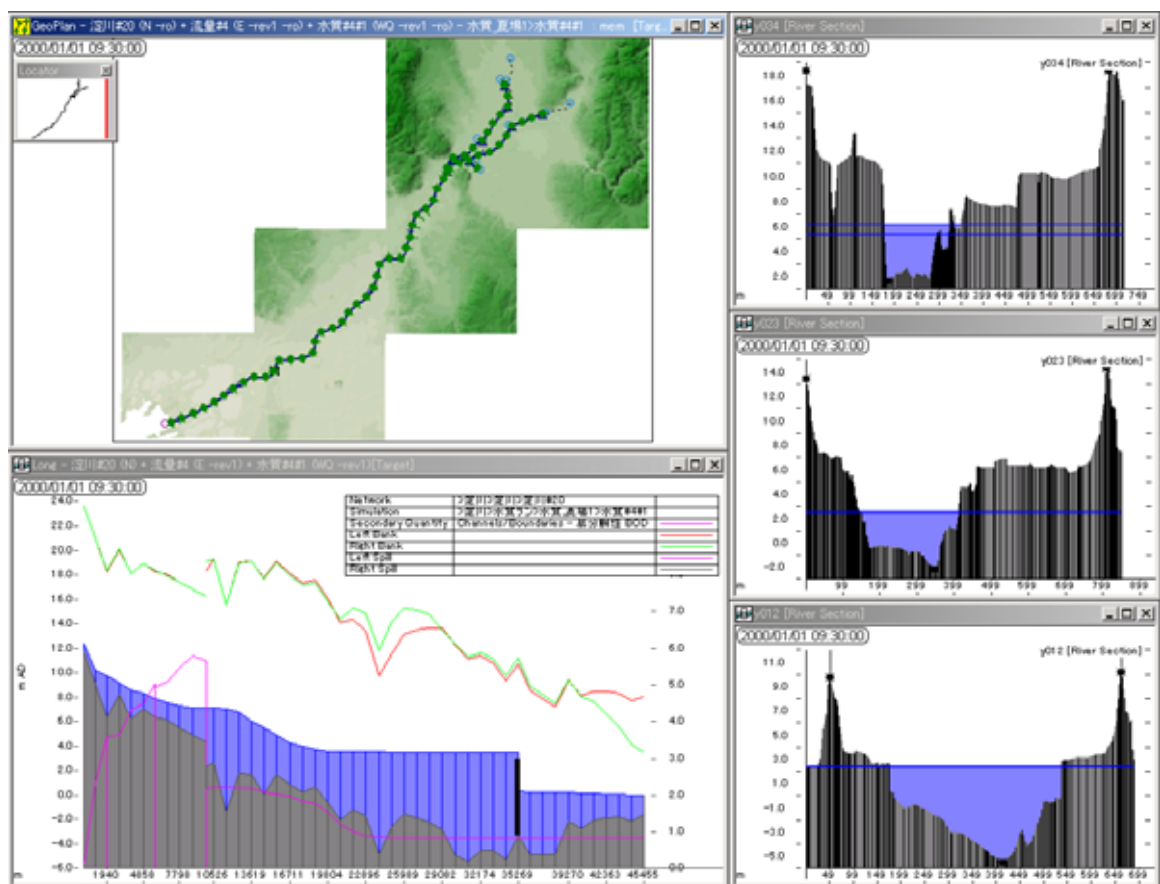


図5.2.7 河川流出解析モデルのイメージ

5) 検討結果 (被災時を想定した河川水質の時系列予測)

選定した10物質及び河川流量について、時系列変化を予測した結果を図5.2.8～図5.2.11に示す。

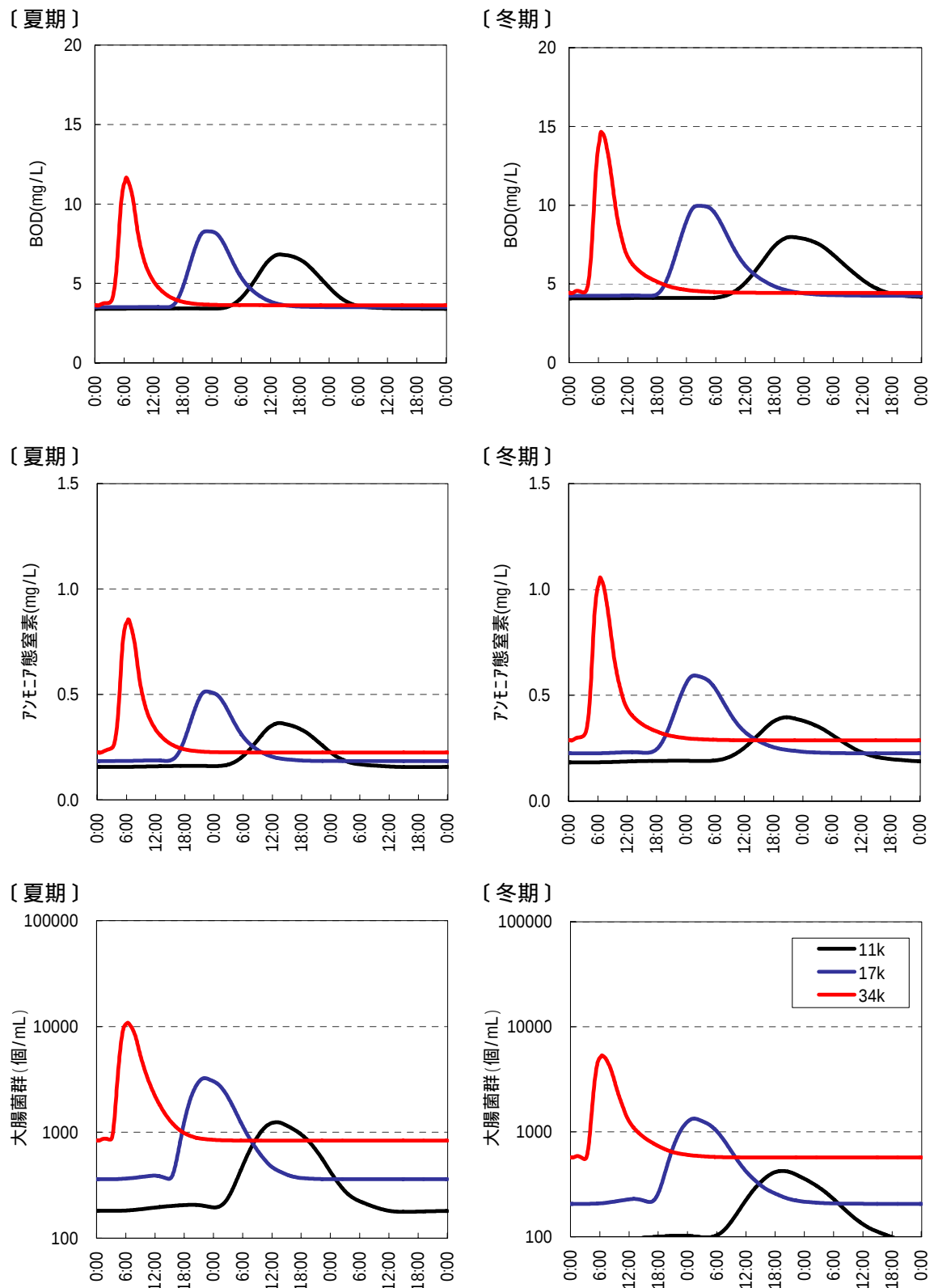
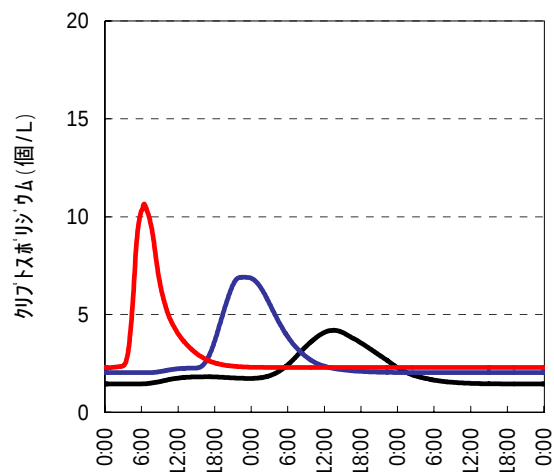
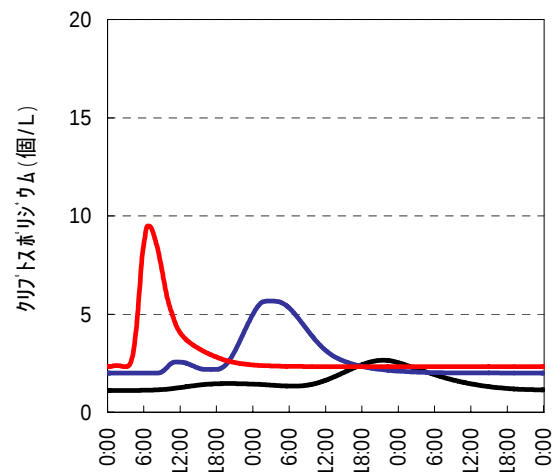


図5.2.8 被災時を想定した河川水質の時系列予測（その1）

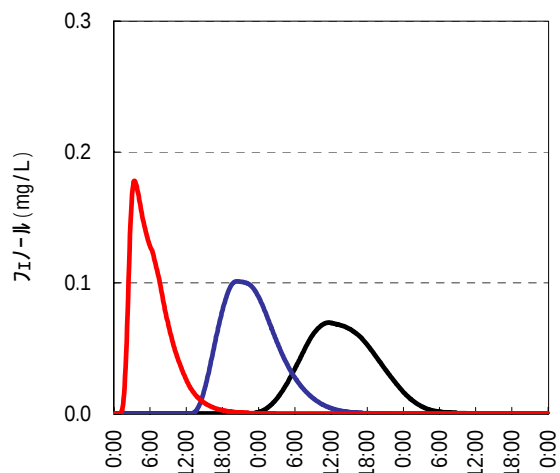
〔夏期〕



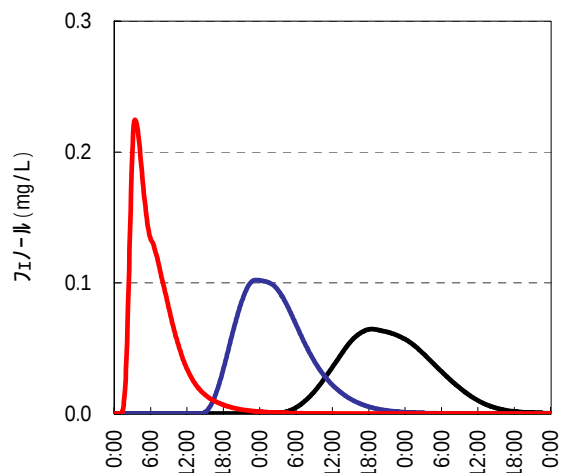
〔冬期〕



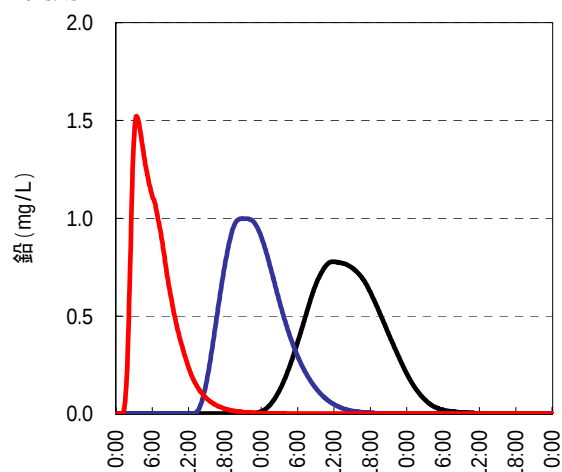
〔夏期〕



〔冬期〕



〔夏期〕



〔冬期〕

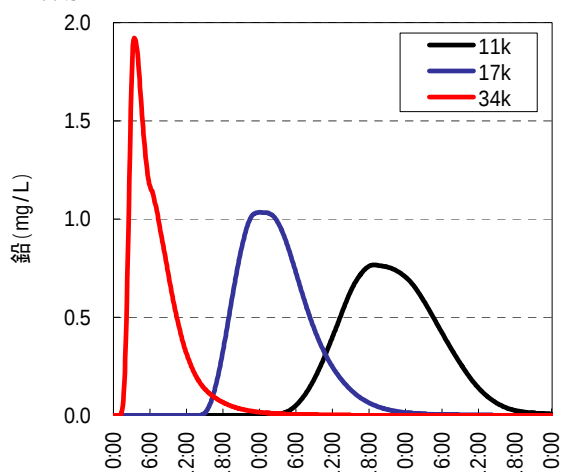


図5.2.9 被災時を想定した河川水質の時系列予測（その2）

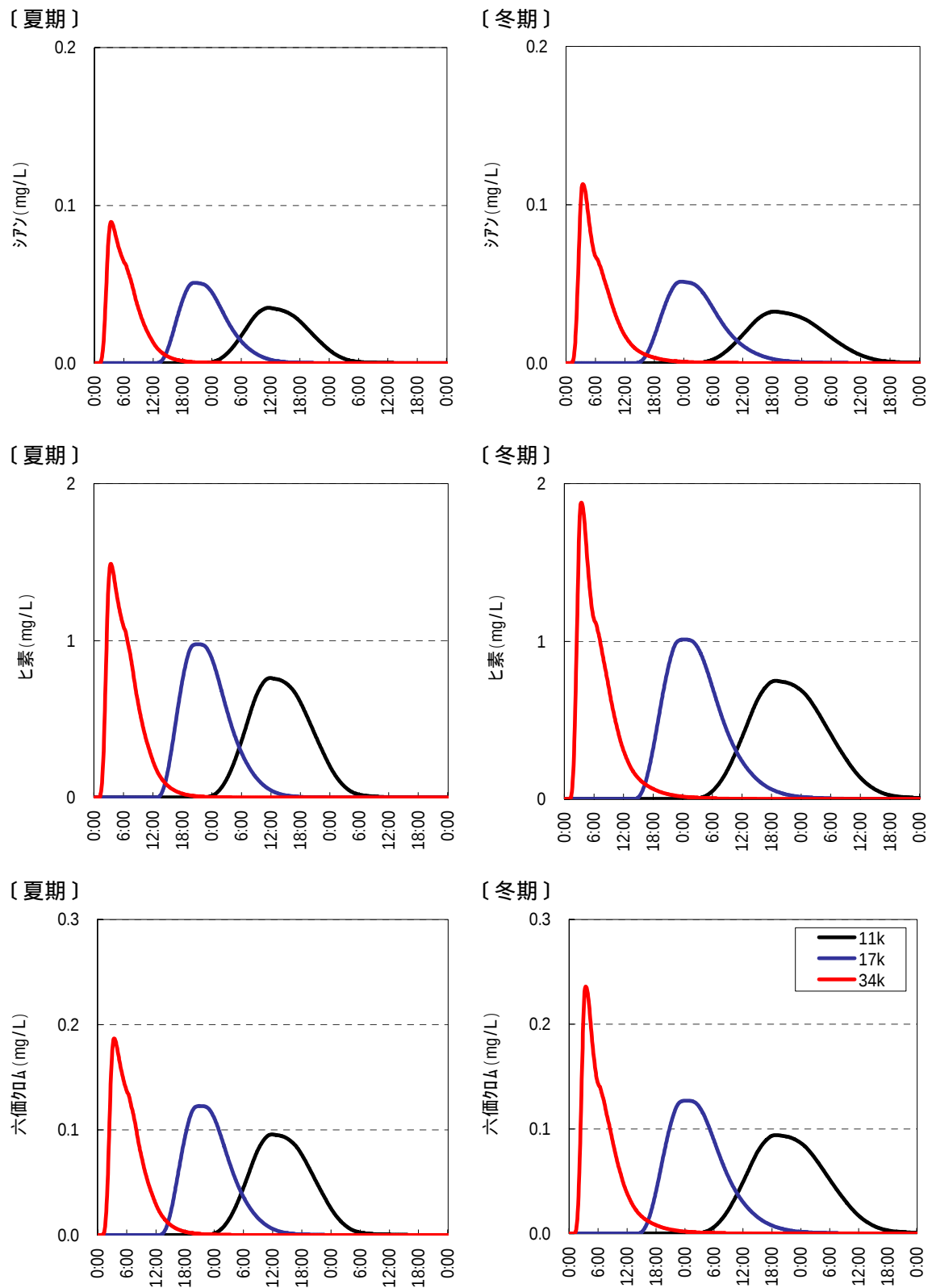
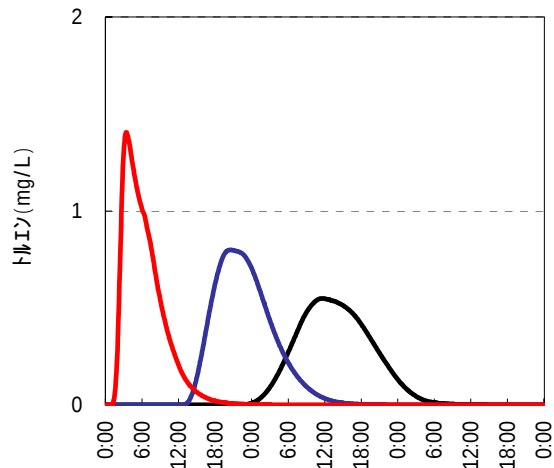
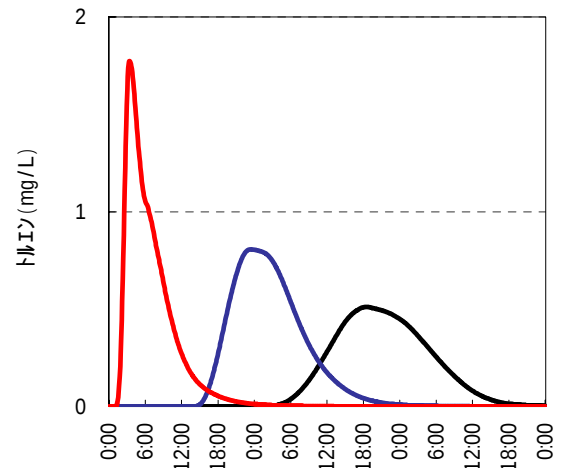


図5.2.10 被災時を想定した河川水質の時系列予測（その3）

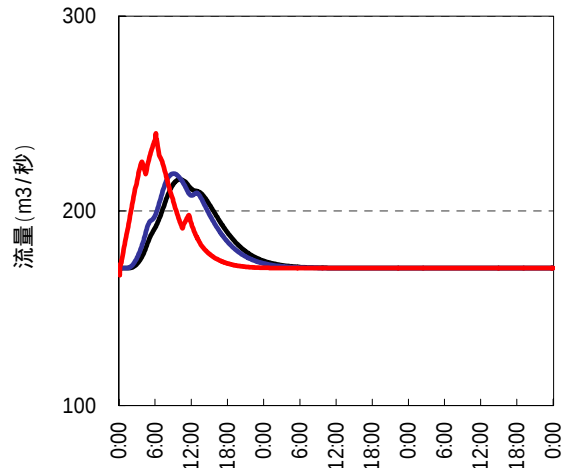
〔夏期〕



〔冬期〕



〔夏期〕



〔冬期〕

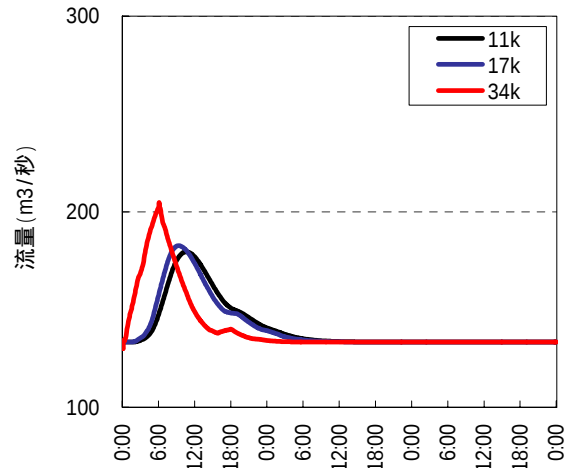


図5.2.11 被災時を想定した河川水質の時系列予測（その4）

5.2.3 水質汚染リスクの回避・低減方策の検討

1) 被災時における浄水場での対応可能性及び対応方策

本検討では、検討の対象とする3箇所の水道事業者（大阪府水道部、大阪市水道局、阪神水道企業団）及び関連する1箇所の水道事業者（東京都水道局）より、水質汚染リスクの回避・低減方策として以下の事項に関する意見の聴取を行った。その結果をとりまとめたものについては資料編に添付した。

- (1) 通常処理と高度浄水処理による一般的な処理特性
- (2) 塩素注入率の観点からみたアンモニア態窒素の対応可能性
- (3) 処理特性からみた被災時の対応可能性
- (4) フェノールに起因する臭気発生の可能性
- (5) 浄水処理の強化による対応
- (6) 取水停止・給水停止による対応

特にここでは「(1) 通常処理と高度浄水処理による一般的な処理特性」の知見をもとに、検討の対象とする10項目の平均的な除去率を整理して表5.2.6に示す。

表5.2.6 想定した平均除去率

分 類	物 質	平均除去率
有機汚濁	BOD	75% (TOCとして)
	アンモニア態窒素	100%
病原性微生物	大腸菌群	100%
	クリプトスポリジウム	高度浄水処理 5～7LOG (99.99999%) 通常処理 3LOG (99.9%)
臭気物質	フェノール	90%
重金属 化学物質	鉛(溶解性)	70%
	シアン	80%
	ヒ素	90%
	六価クロム	20%
油	トルエン	90%

一般にクリプトスポリジウムの除去率は、通常処理で3LOGとされている。また、オゾン処理によるオーシストの不活化効果は2LOG（大阪府水道部）～4LOG（阪神水道企業団）としており、両者を組み合わせると高度浄水処理では5～7LOGの除去が見込まれる。このことを踏まえ、本検討では高度浄水処理によるクリプトスポリジウムの除去率として、最大の7LOGで検討を行った。

2) 被災時における浄水場でのリスク回避・低減効果の検証

(1) 検討条件

検討の対象とする物質

検討の対象とする物質は5.2.2_水道供給に与える影響検討（被災時を想定した河川水質予測）で掲げた以下の10項目である。

有機汚濁 BOD、アンモニア態窒素

病原性微生物	大腸菌群、クリプトスポリジウム
臭気物質	フェノール
重金属・化学物質	鉛（溶解性）、シアン、ヒ素、六価クロム
油	トルエン

検討の対象とする浄水処理方法

淀川を水源とする浄水場のうち、検討の対象とする3事業者（大阪府水道部、大阪市水道局、阪神水道企業団）では、全て高度浄水処理（オゾン＋活性炭）を導入しているが（表5.2.7）、導入の有無による効果の違いを検証するため、以下の2つの浄水処理方法について検討した。

- ・通常処理：凝集沈澱＋砂ろ過＋塩素消毒
- ・高度浄水処理：凝集沈澱＋砂ろ過＋オゾン＋活性炭＋塩素消毒

表5.2.7 淀川を水源とする浄水場の概要

事業者名	浄水場名	浄水処理方式	施設能力 m ³ /日	取水地点
大阪府 水道部	村野	凝集沈澱＋砂ろ過＋O ₃ ＋活性炭 ＋塩素消毒	1,797,000	磯島取水口28km
	庭窪	生物処理＋凝集沈澱＋砂ろ過＋O ₃ ＋活性炭＋塩素消毒	203,000	庭窪取水口17km
	三島	生物処理＋凝集沈澱＋砂ろ過＋O ₃ ＋活性炭＋塩素消毒	330,000	一津屋取水口16km
大阪市 水道局	柴島	凝集沈澱＋O ₃ ＋砂ろ過＋O ₃ ＋ 活性炭＋塩素消毒	1,180,000	柴島取水口11km
	庭窪	凝集沈澱＋O ₃ ＋砂ろ過＋O ₃ ＋ 活性炭＋塩素消毒	800,000	庭窪取水口17km
	豊野	凝集沈澱＋O ₃ ＋砂ろ過＋O ₃ ＋ 活性炭＋塩素消毒	450,000	樟葉取水口34km
阪神水道 企業団	猪名川	凝集沈澱＋O ₃ ＋活性炭＋砂ろ過 ＋塩素消毒	916,900	大道取水口15km
	尼崎	凝集沈澱＋O ₃ ＋活性炭＋砂ろ過 ＋塩素消毒	186,500	柴島取水口11km

河口からの距離を示す。複数地点で取水している場合は、上流側で代表させた。

検討の対象とする取水地点

検討の対象とする浄水場は、表5.2.7に示す8箇所の浄水場であるが、これらの取水点は近接しているため、表5.2.8に示すとおり、上流、中流、下流の3つに分類し、それぞれ代表地点を選定して検討を行った。

表5.2.8 取水地点の選定

分類	代表地点	事業体名	浄水場名	取水地点
上流	34km地点 (最上流かつ取水量が大)	大阪市	豊野	樟葉取水口34km
		大阪府	村野	磯島取水口28km
中流	17km地点 (中間かつ取水量が大)	大阪府	三島	一津屋取水口16km
		大阪府	庭窪	庭窪取水口17km
		大阪市	庭窪	庭窪取水口17km
		阪神水道企業団	猪名川	大道取水口15km
下流	11km地点 (最下流)	大阪市	柴島	柴島取水口11km
		阪神水道企業団	尼崎	柴島取水口11km

(2) 検討方法

浄水水質の推計方法

浄水処理に関する一般的な知見に加え、検討の対象とする3事業体（大阪府水道部、大阪市水道局、阪神水道企業団）及び東京都水道局へのヒアリングをもとに、検討対象となる10物質について平均的な除去率を想定し（表5.2.6）、これを淀川の河川水質予測結果に適用して浄水水質の推計を行った。

水質汚染リスクに対する回避・低減方策の考え方

原水水質悪化時において、浄水場では図5.2.12に示すとおり、濃度の時系列変化に応じてa～eの方策を組合せて対応を図るものと仮定した。

浄水が水道水質基準値を超過すると予測される場合、浄水場では対応が困難（浄水処理不能）となることから、取水を停止するものとした。また、水道事業者は緊急時にも給水停止とならないよう、通常12時間程度の配水池容量を確保することが一般的であるため、処理不能時間が配水池の有効容量（12時間）を超過する場合は、浄水場からの送配水が困難となり、給水停止に至ると仮定した。

- a 通常の浄水処理による対応
- b 通常の処理に粉末活性炭の注入を付加して対応
- c 取水量（処理水量）を通常時よりも減らし、処理性能を向上させることで対応
- d 取水停止により対応（配水池容量から最大12時間程度）
- e 給水停止（12時間以上の取水停止の場合）

（なお、クリプトスポリジウム等の病原微生物や、揮発性物質の場合は、別途、煮沸飲用を広報により周知するという対応も考えられる。）

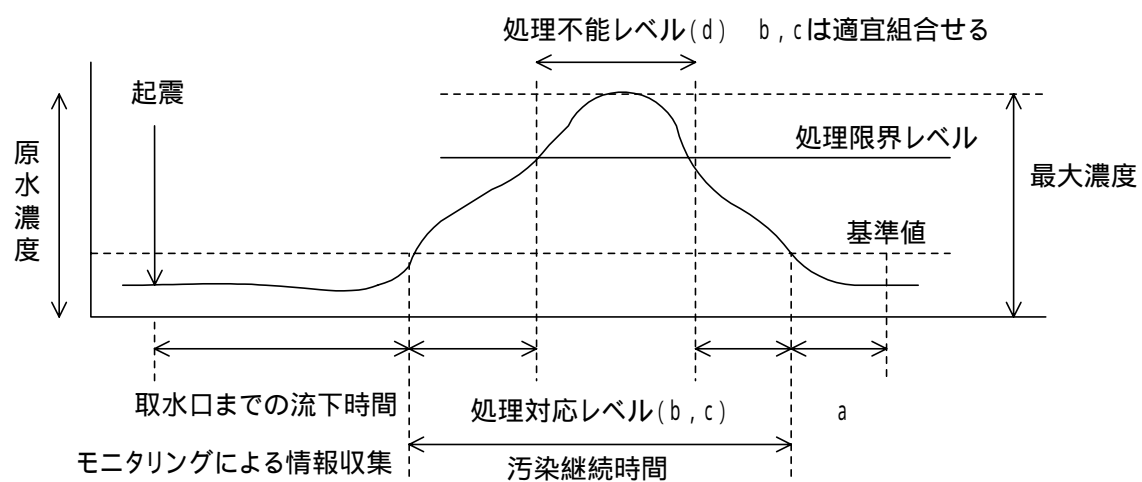


図5.2.12 原水水質悪化時における浄水場での対応方法

(3) 検討結果の概要（リスクの高い物質の抽出）

原水水質の予測結果に、浄水場における除去率を適用して浄水水質を算出し、水道水質基準等との比較を行った。これらの状況を整理したものが表5.2.9である。クリプトスポリジウム（通常処理による3LOG除去の場合）、鉛、ヒ素、フェノール、六価クロム、シアンについては、取水または給水を停止する必要があると考えられた。また、下流ほど取水または給水停止時間が長くなると予測された。今回評価を行った物質の中でリスクの高い物質の順に、原水水質、浄水水質、浄水場での対応の時系列変化を図5.2.13～図5.2.23に示し、概要を述べる。

表5.2.9 検討結果の概要

給水 停止	取水 停止	水質項目	34K地点		17K地点		11K地点	
			冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期
○	○	クリプトスポリジウム (3LOG除去(通常処理))	72.0<	72.0<	72.0<	72.0<	72.0<	72.0<
			72.0<	72.0<	72.0<	72.0<	72.0<	72.0<
○	○	鉛	19.3	15.9	29.1	23.2	35.8	27.8
			7.3	3.9	17.1	11.2	23.8	15.8
○	○	ヒ素	14.5	12.6	23.7	19.3	29.8	23.5
			2.5	0.6	11.7	7.3	17.8	11.5
○	○	フェノール	8.7	8.0	12.9	10.9	11.9	10.8
			0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
○	○	六価クロム	8.2	7.5	13.2	10.8	15.1	12.3
			0.0	0.0	1.2	0.0	3.1	0.3
	○	シアン	5.7	5.3	3.6	2.6	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		アンモニア性窒素	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		大腸菌群	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		クリプトスポリジウム (7LOG除去(高度浄水処理))	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		トルエン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		BOD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

上段:処理不能時間(時間)→取水停止

下段:処理不能時間のうち給水停止時間(時間)→取水停止+給水停止

(4) 物質ごとにみた対応可能性

鉛 -----〔取水停止＋給水停止〕

浄水が水道水質基準値を超過し全ての地点において取水停止を必要とする。冬期の給水停止時間は7.3～23.8時間と推計された。

ヒ素 -----〔取水停止＋給水停止〕

浄水が水道水質基準値を超過し全ての地点において取水停止を必要とする。冬期の給水停止時間は2.5～17.8時間と推計された。

六価クロム -----〔取水停止＋給水停止〕

浄水が水道水質基準値を超過し全ての地点において取水停止を必要とする。冬期の給水停止時間は、中流から下流で1.2～3.1時間と推計された。

フェノール -----〔取水停止＋給水停止〕

浄水が水道水質基準値を超過し全ての地点において取水停止を必要とする。冬期の給水停止時間は、中流で1時間弱と推計された。

シアン -----〔取水停止〕

上流から中流において、冬期は3.6～5.7時間の取水停止に至ると推計された。下流では、河川での希釈効果等に伴う濃度の平滑化により取水停止には至らないと推計された。

アンモニア態窒素-----〔浄水場の処理で対応可〕

上流で1mg/L程度まで上昇し、一時的に10mg/L程度の塩素注入を必要とするが、対象浄水場の最大塩素注入率以下にあることから浄水場の処理により対応可能と推計された。なお、水道の原水にアンモニア態窒素が含まれる場合、不連続点塩素処理を行う必要があるが、水温やpHが低い場合には、塩素とアンモニアの反応が悪くなることから、アンモニア濃度が急激に変化する場合には、塩素注入管理を通常の自動制御から手動制御に切り替える等の対応が必要になることもある。

大腸菌群 -----〔浄水場の処理で対応可〕

残留塩素が確保されていれば基本的に浄水場の処理により対応可能であると推計されることから、残留塩素管理の徹底を図ることが必要である。なお、水道法施行規則第17条（衛生上の措置）では、病原微生物汚染時等の場合、残留塩素濃度を通常よりも高く（遊離塩素で0.2mg/L、結合塩素で1.5mg/L）確保することとしており、通常に比べ塩素消毒の強化が必要となる。

クリプトスポリジウム-----〔高度浄水処理で対応可（7LOG除去の場合）〕

EPAが提唱する「飲料水の微生物許容リスクとして 10^{-4} /年以下」及びWHOが提唱する「DALYSに基づく参考許容値」をもとに評価を行ったところ、高度浄水処理で7LOGの除去が期待できる

場合には、浄水場の処理により対応可能であると推計された。しかし、通常処理で3LOG程度の除去率しか期待できない場合には、浄水場の処理では十分に対応できず、取水停止が長期間にわたるものと考えられた。なお、クリプトスポリジウムのオーシストは5 μ m前後であり、ろ過水濁度を低いレベル（0.1度以下）で安定的に処理することが必要である。今回の検討ケースのように、流域内の感染者が通常よりも多く発生することが予想される場合には、凝集剤の注入強化等、常時よりもさらに濁度管理の徹底を図ることが必要である。

BOD -----〔浄水場の処理で対応可〕

社団法人日本水道協会：水道統計水質編より、全国の浄水場の実績をもとにしてTOCに換算して推計した結果、浄水場の処理により対応可能と推計された。

トルエン -----〔高度浄水処理で対応可〕

浄水場の処理により対応可能であると推計された。なお、トルエンは石油成分の一つであり、比重が水よりも小さいことから、流出したうちの多くが取水地点に到達することが予想される。検討では、オゾン処理と粒状活性炭処理で対応可能と推計されたが、浄水場内に油が流入することは維持管理上、望ましくないことから、油膜計等により常時監視をしながら、オイルフェンスやオイルマット等で除去することが必要である。

(5) 検討結果のまとめ

検討の結果、鉛、ヒ素、フェノール、六価クロム、シアン及びクリプトスポリジウム（通常処理（3log除去）の場合）については、浄水場の浄水処理による対応が困難であると推計され、取水停止または給水停止を行う必要があると考えられる。

地震等の災害時には、今回検討した項目以外にも通常では想定されない様々な物質が高濃度で流入するおそれがあることから、理化学的監視装置（シアン計、フェノール計、油膜計、TOC計等）や生物学的監視装置（魚類・細菌類を利用したバイオセンサー等）による河川水質（水道原水）の監視、流域連絡協議会等を通じた連絡体制の確立、有害物質の発生源となる工場等における流出防止等の検討を行う必要がある。

また、汚染継続時間が長期間に渡ることが想定される場合には関係機関が連携し、例えば、ダムや河口堰等における緊急時のフラッシュ操作による汚染継続時間の短縮や、淀川大堰付近の滞留防止策についても検討を行う必要があると考えられる。

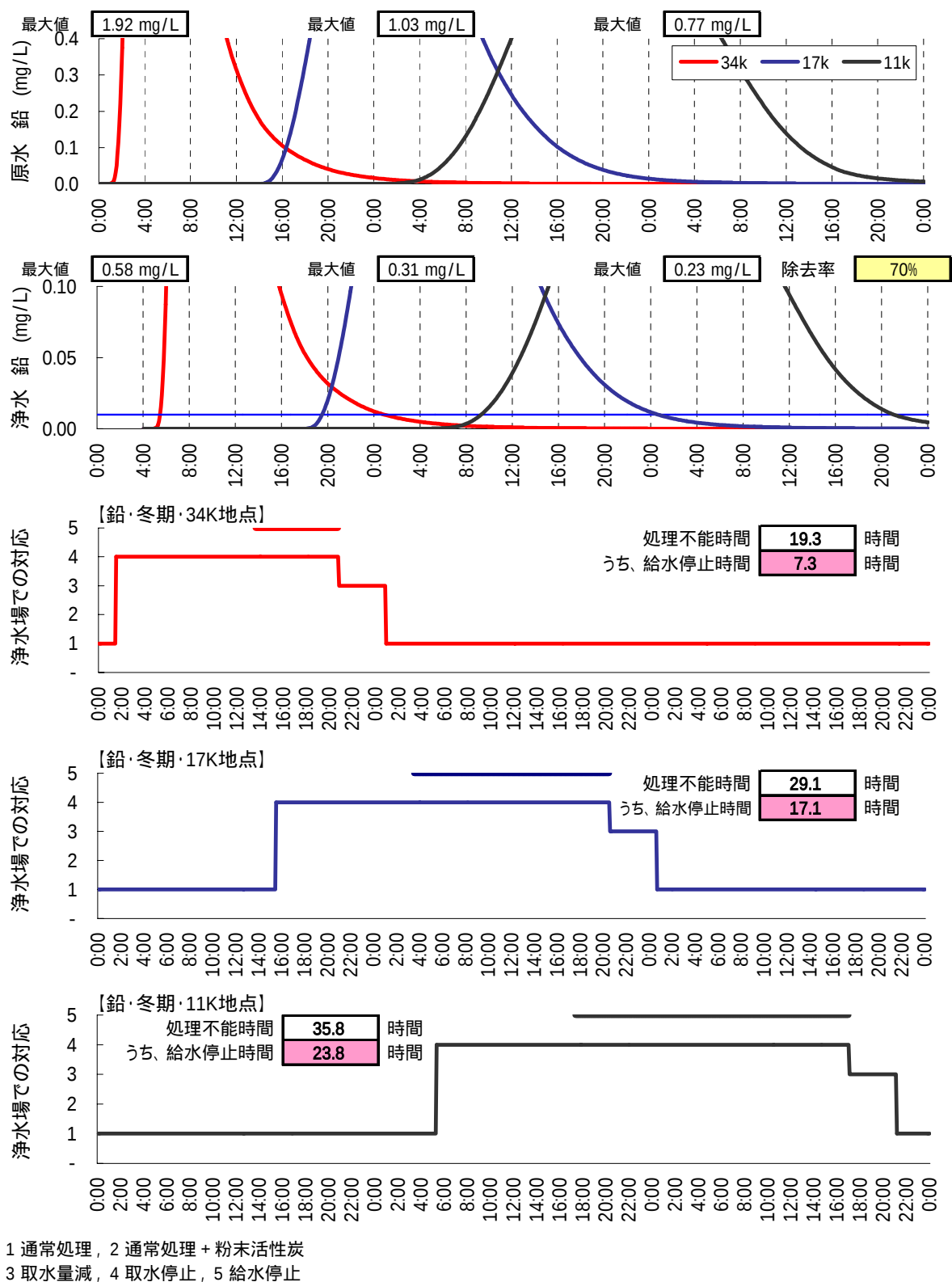
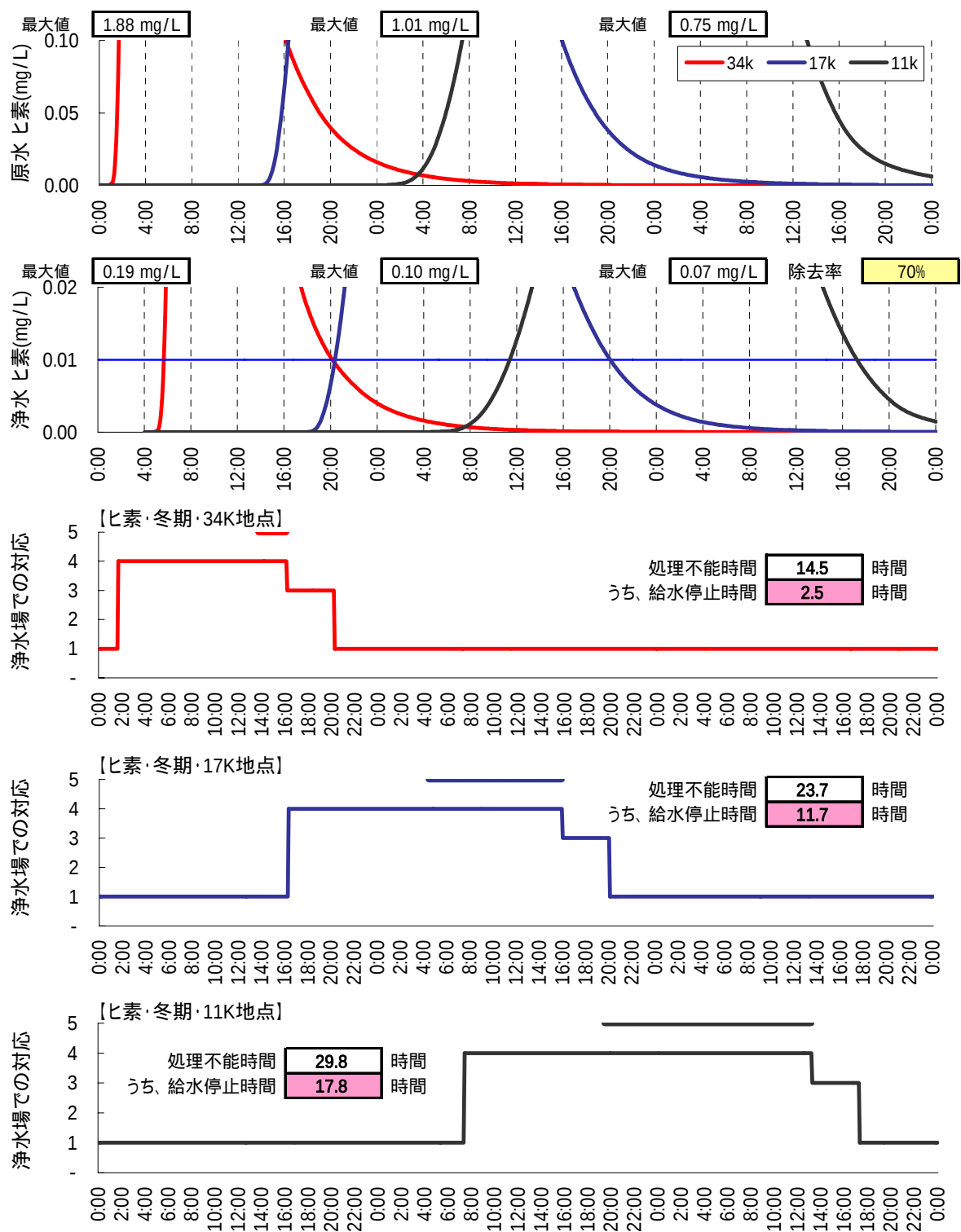
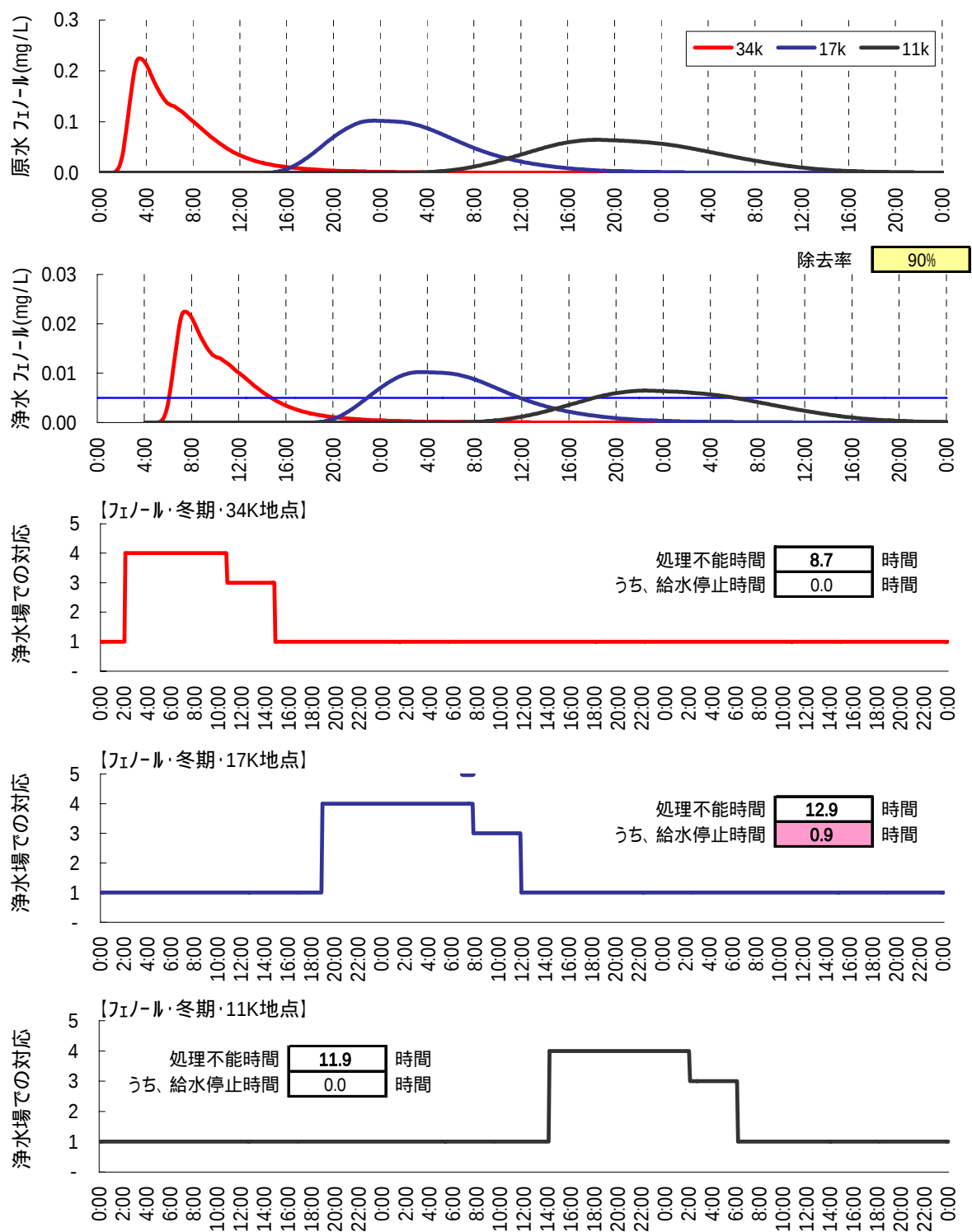


図5.2.13 原水水質悪化時における浄水場での対応（鉛・冬期）



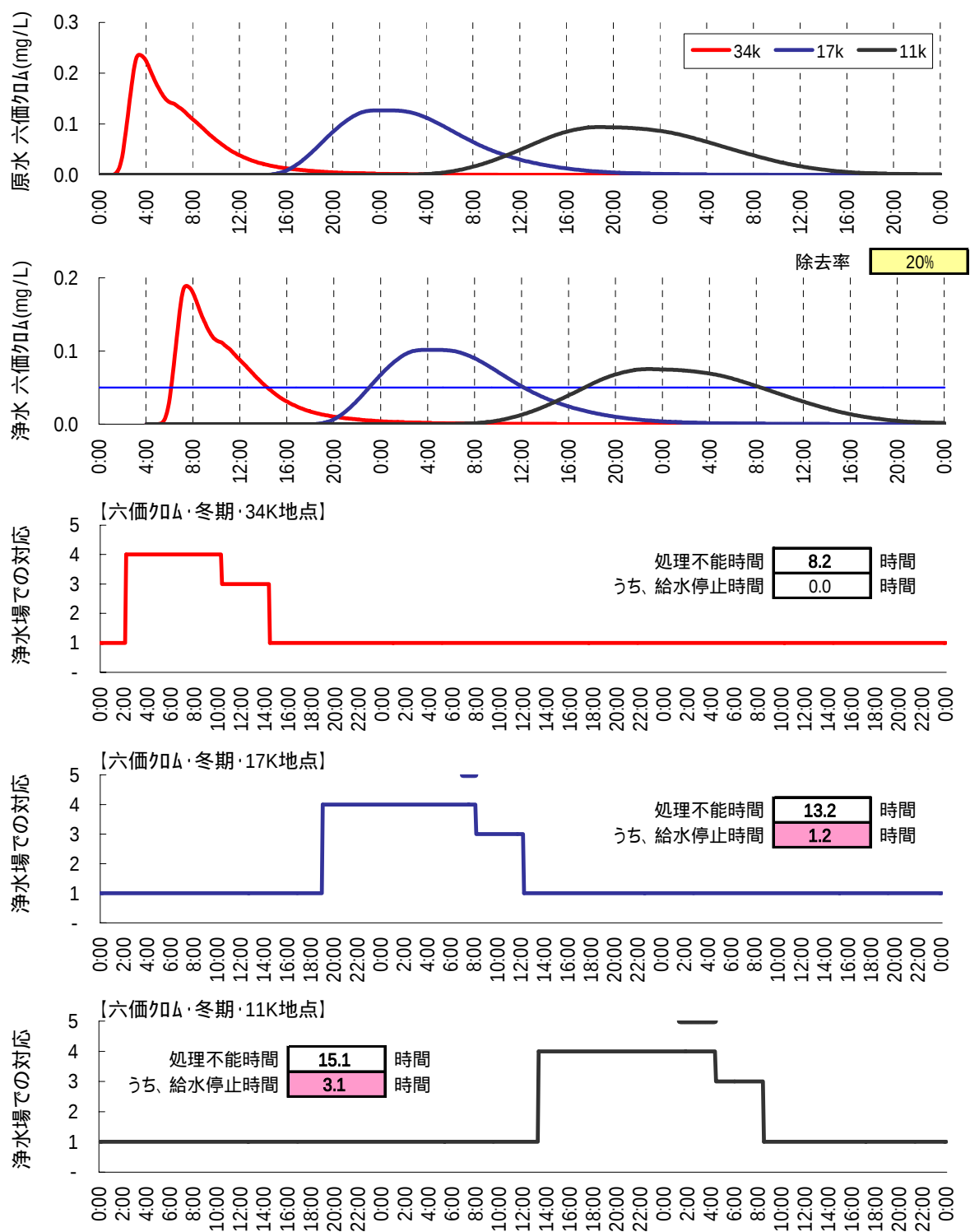
1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図5.2.14 原水水質悪化時における浄水場での対応（ヒ素・冬期）



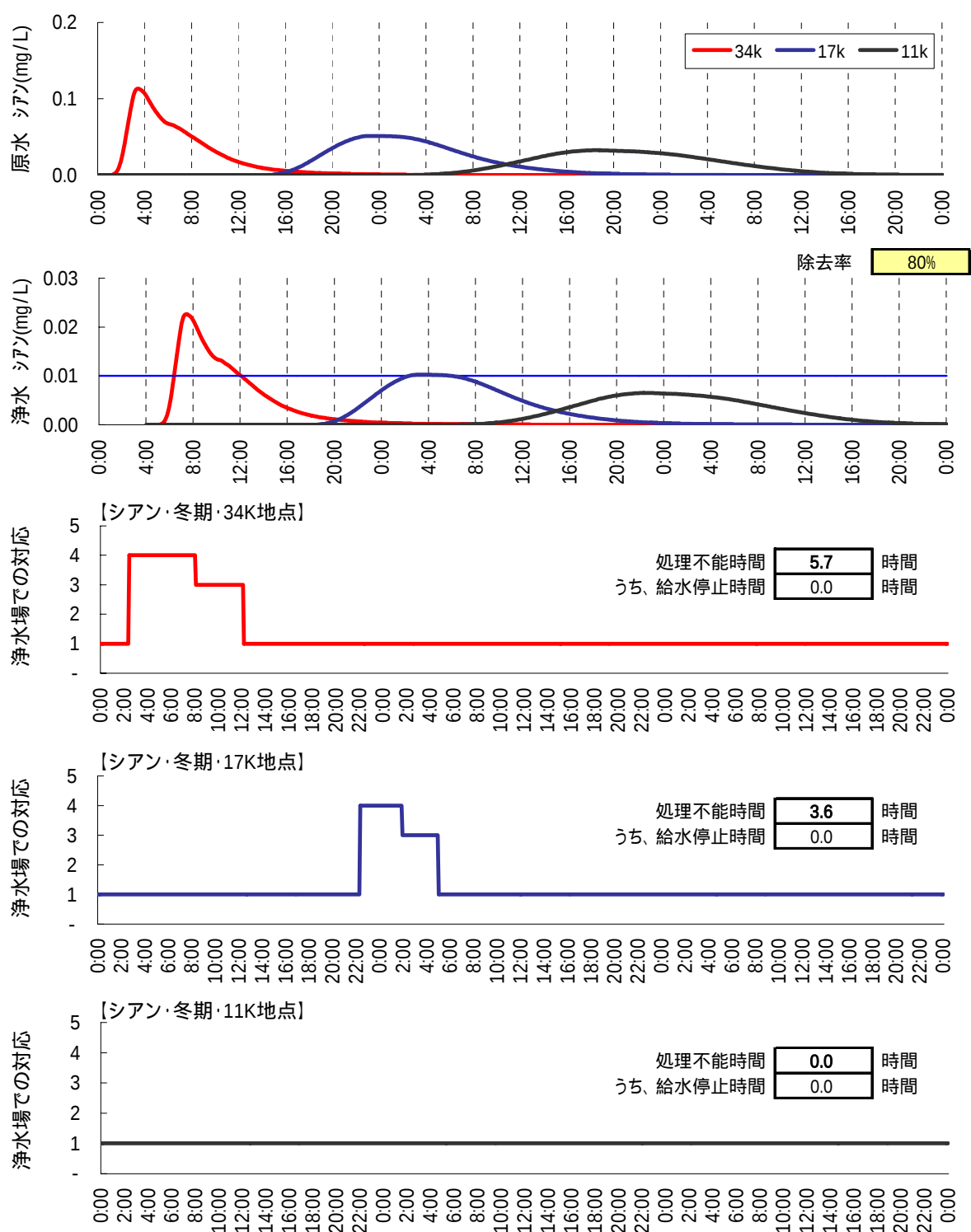
1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図5.2.15 原水水質悪化時における浄水場での対応（フェノール・冬期）



1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図5.2.16 原水水質悪化時における浄水場での対応（六価クロム・冬期）



1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図5.2.17 原水水質悪化時における浄水場での対応（シアン・冬期）

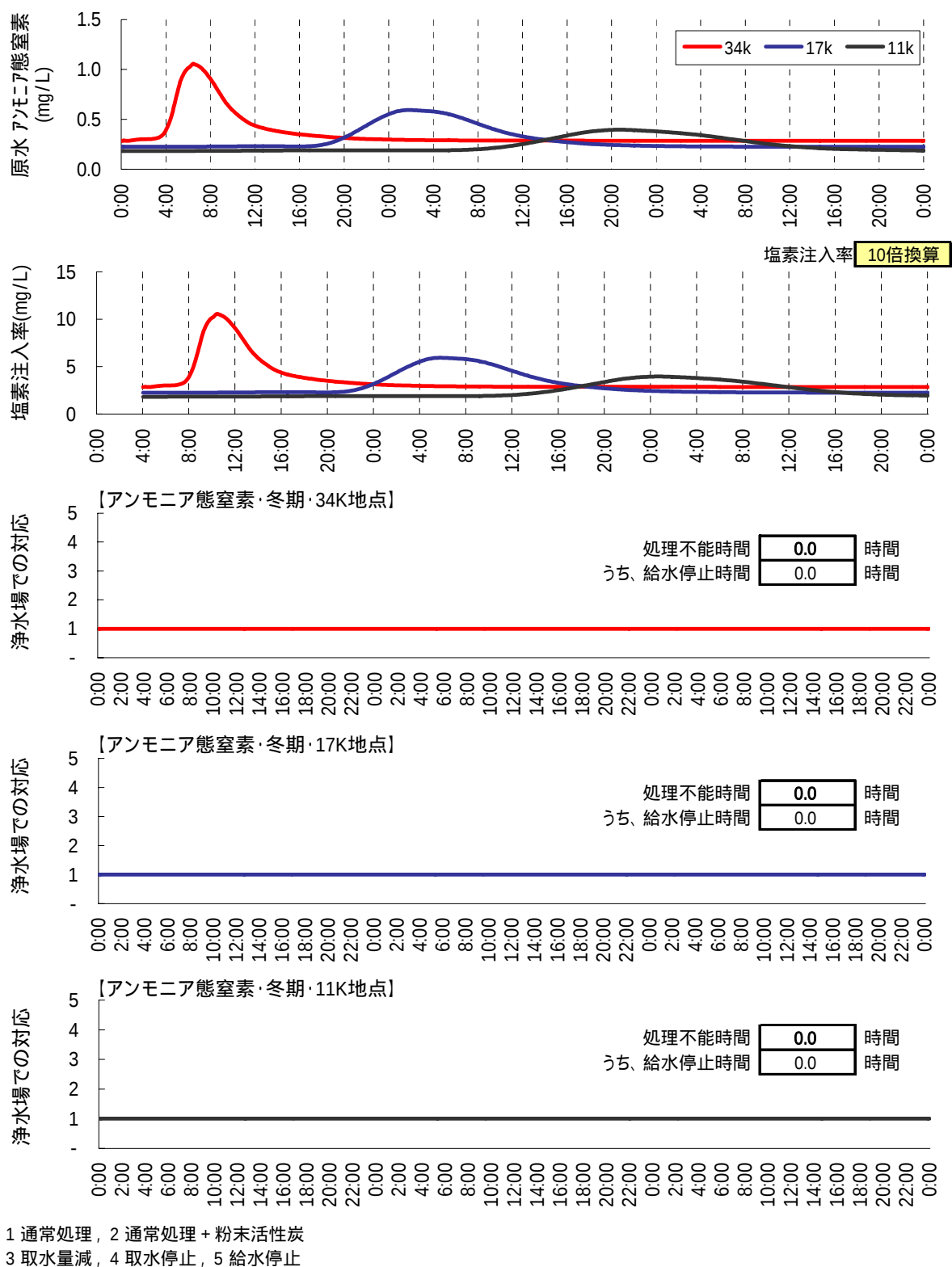


図5.2.18 原水水質悪化時における浄水場での対応（アンモニア態窒素・塩素注入率・冬期）

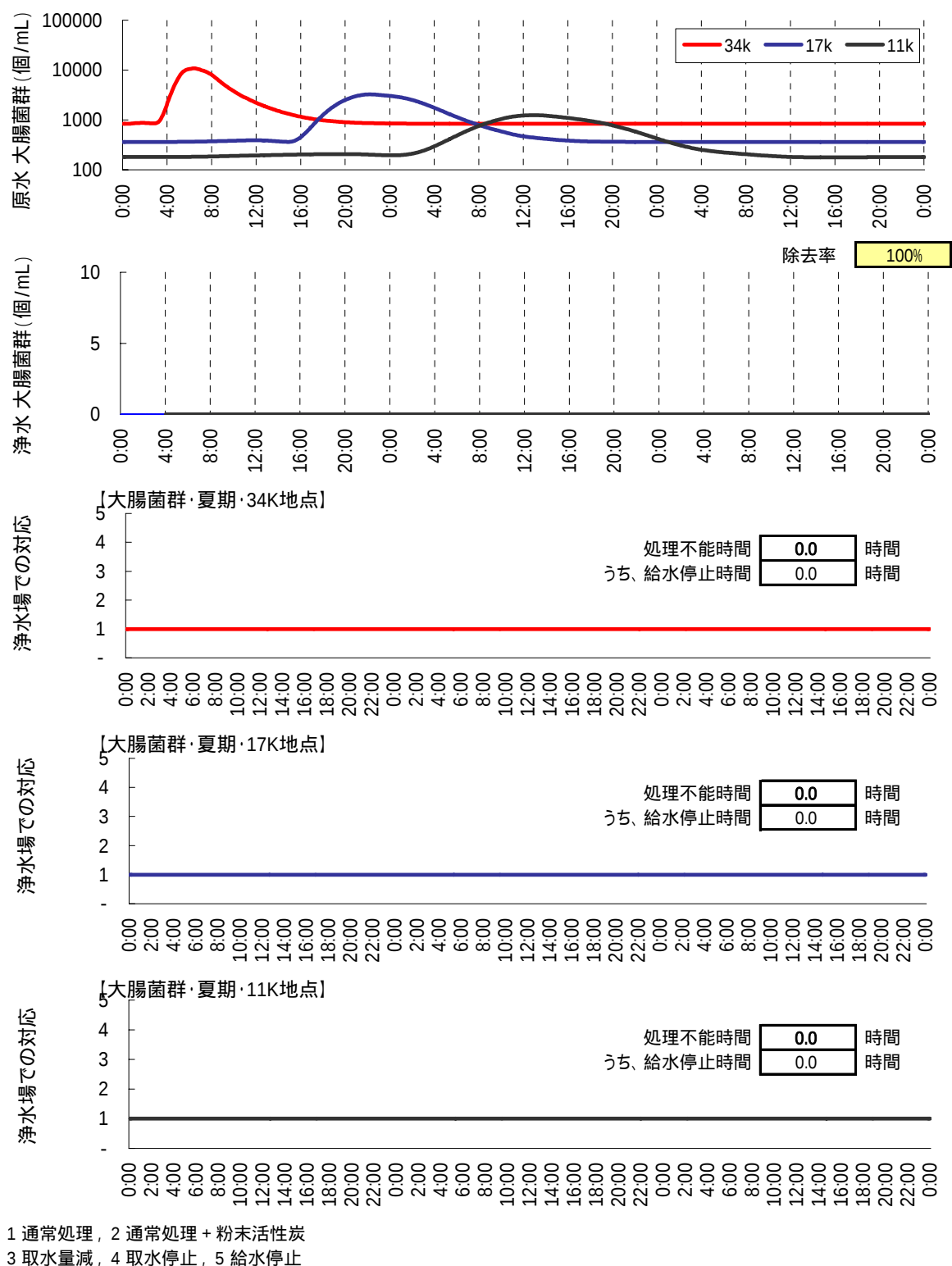


図5.2.19 原水水質悪化時における浄水場での対応（大腸菌群・夏期）

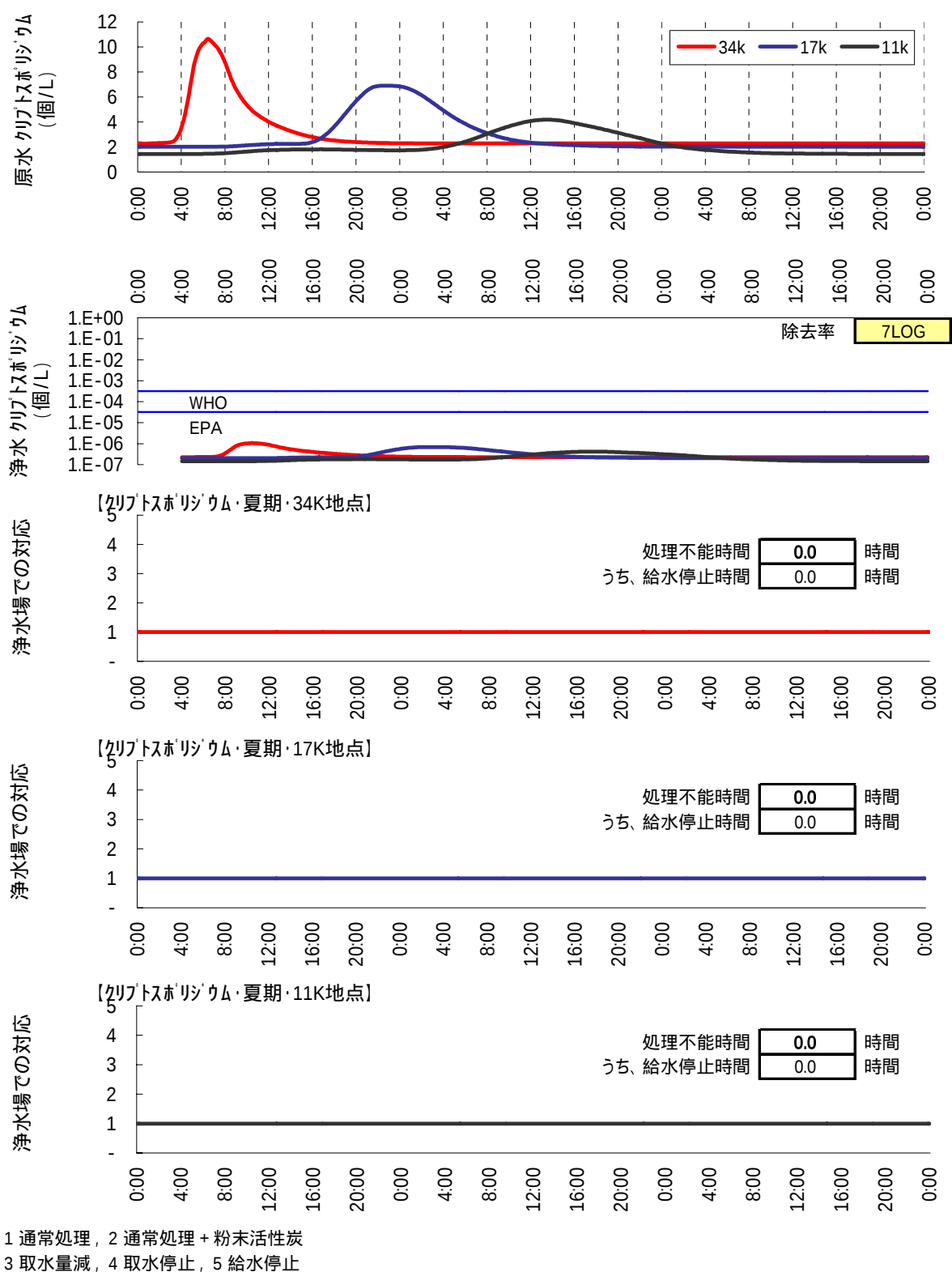


図5.2.20 原水水質悪化時における浄水場での対応（クリプトスポリジウム・7LOG・夏期）

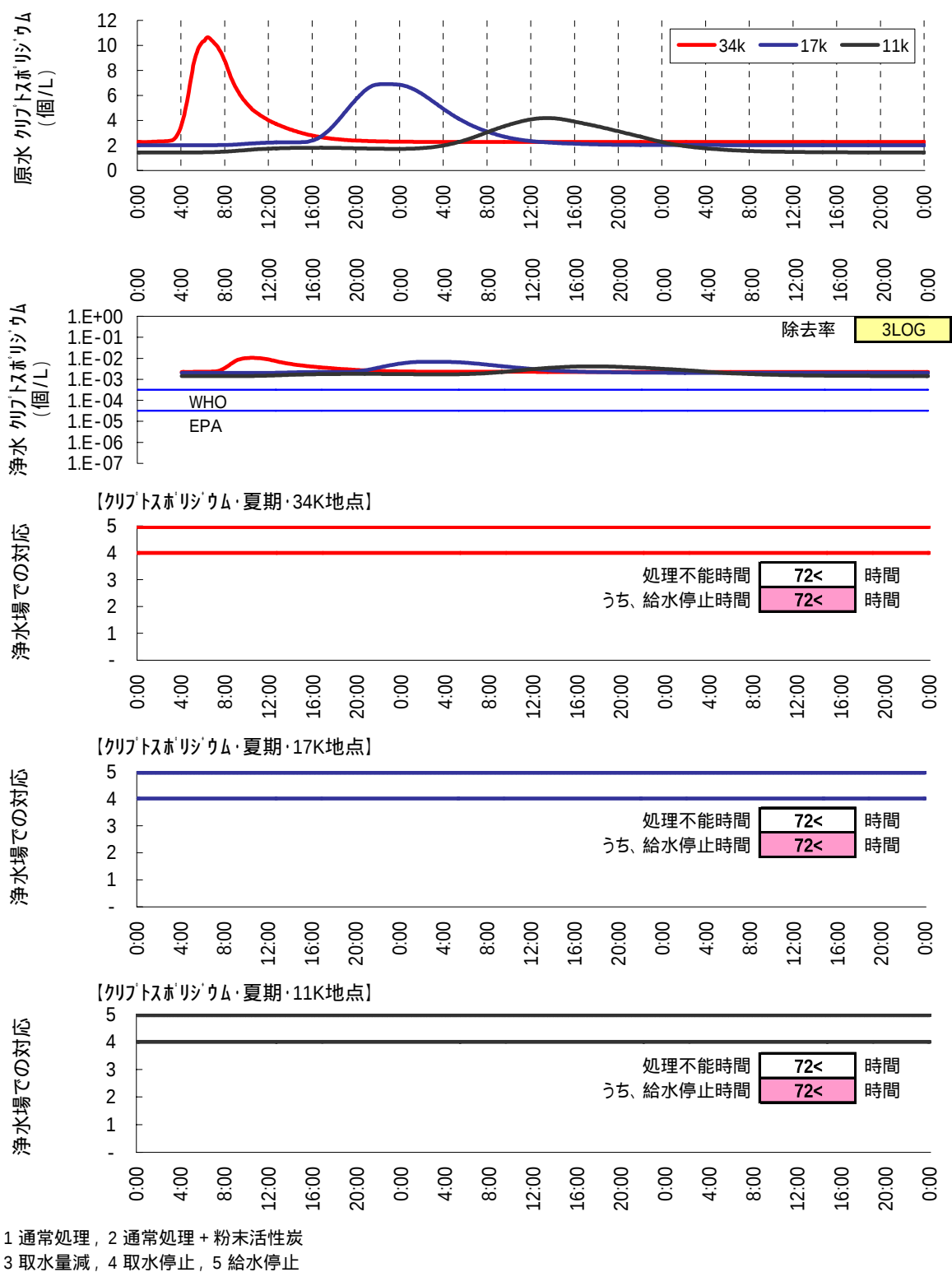
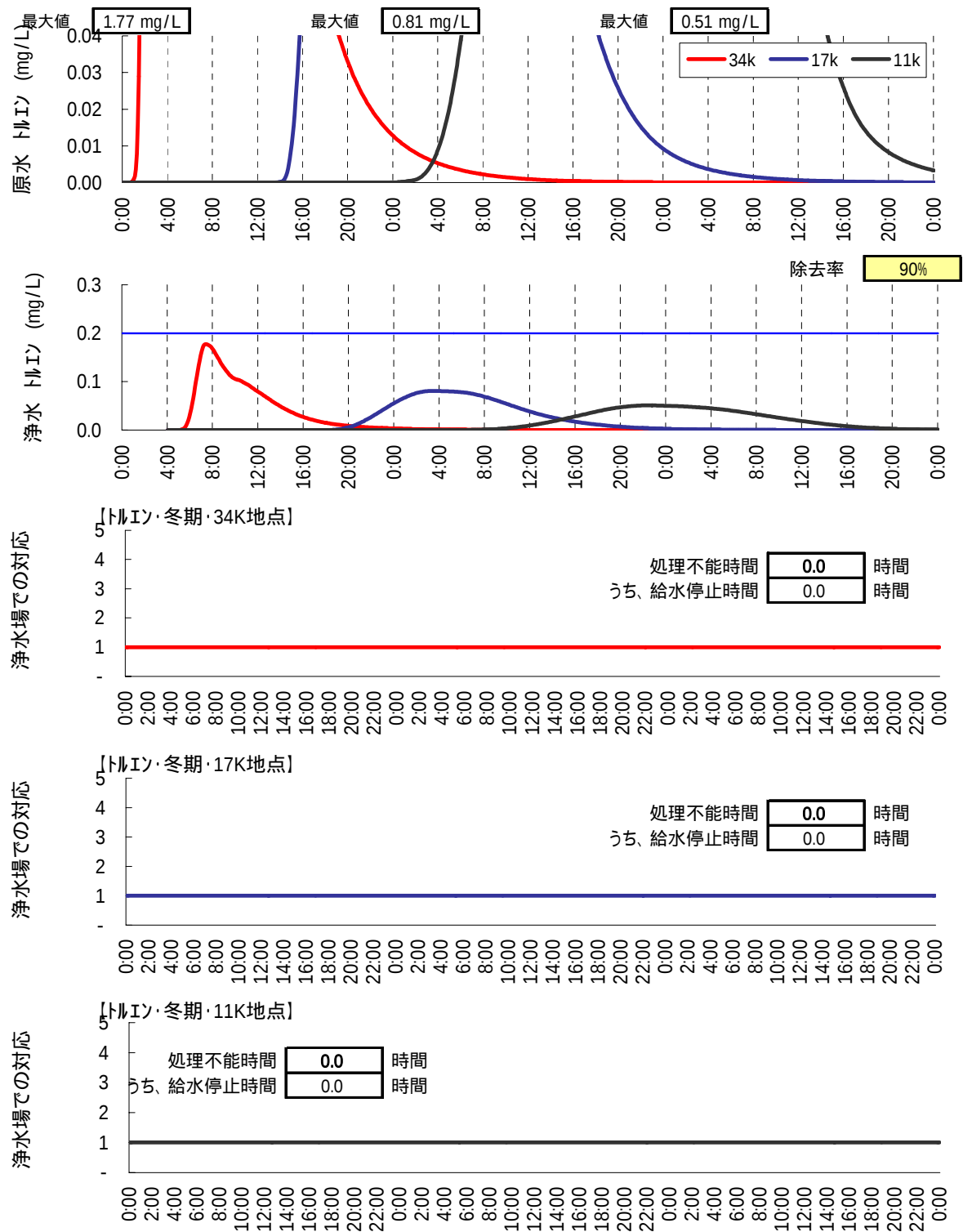


図5.2.21 原水水質悪化時における浄水場での対応（クリプトスポリジウム・3LOG・夏期）



- 1 通常処理, 2 通常処理 + 粉末活性炭
3 取水量減, 4 取水停止, 5 給水停止

図5.2.22 原水水質悪化時における浄水場での対応（トルエン・冬期）

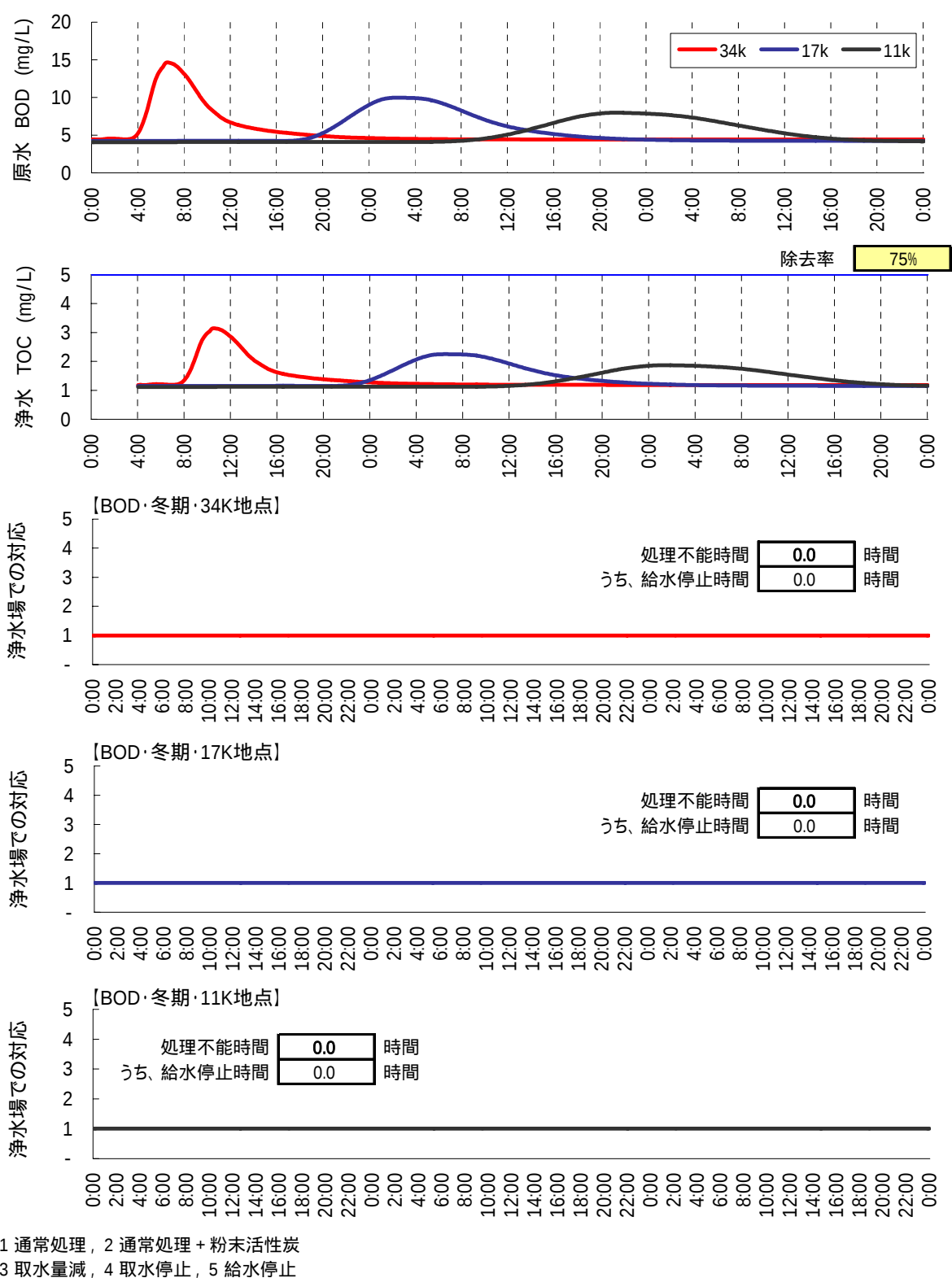


図5.2.23 原水水質悪化時における浄水場での対応 (BOD・冬期)

3) 関係機関等との連携方策の検討

地震等の災害時において下水処理場や工場等が被災し、これらの施設から未処理水や有害物質が河川に流出した場合、浄水場では処理の強化や取水停止により対応を図ることとなるが、浄水処理による対応が困難となる濃度の継続時間が配水池の有効容量を超える場合、給水停止にまで至る可能性のあることが明らかとなった。このため、地震等の災害時においては、水道事業者として可能な限りの対応を図るほか、流域の関係機関と連携を図りながら、適切な対策を講じることが必要と考えられる。このような背景を踏まえ、ここでは水道事業者が関係機関等と連携して水質汚染リスクの回避・低減や水道水源の水質保全を図る方策について、事例及び考え方をとりまとめた。

(1) 広域水源水質監視体制の確立

河川・湖沼などの表流水を水源とする浄水場では、水源の水質監視パトロールが広範囲にわたるため、流域全体をカバーすることが難しい。このような場合、水道事業者は河川管理者、都道府県の水道行政担当部局、環境行政部局（公共用水域及び地下水水質担当）、流域内の関連市町村、流域内の水道事業者とともに「水質汚濁防止連絡協議会」や「水質連絡協議会」などの広域水源水質管理体制を設けて、お互いの監視役割を明確にした上で、情報の交換や水質異常時の通報体制を整備していることが多い。淀川流域では、以下の2つの協議会が情報連絡の要となっている。

（淀川水質汚濁防止連絡協議会）

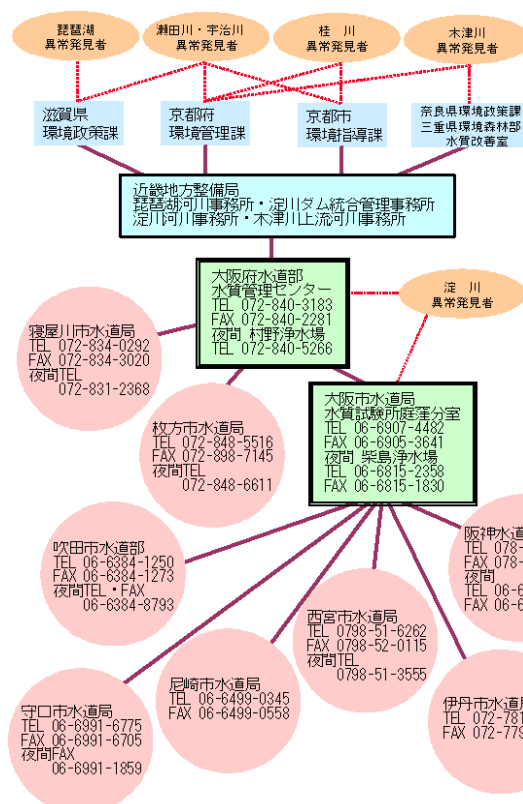
一級河川の河川水質汚濁防止対策の実施、水質に関する情報の収集・交換、緊急事態発生時における措置等に関する協力体制の確保、流域における水環境諸施策の調整とその積極的推進等を行うため、河川管理者と関係行政機関をもって構成する組織である。平成3年7月までに全国の109の一級水系全てに設立している。淀川水系では昭和33年に全国に先駆けて淀川水質汚濁防止連絡協議会が設立されている。同協議会は近畿地方の24機関・団体が構成されている。

（淀川水質協議会）

淀川から取水している10水道事業者で構成し、琵琶湖南湖をはじめ本川、支川など関係機関への要望活動や市民への啓発活動も行っている。なお、この10水道事業者は、3川合流地点から下流の利水者であり、京都市等の上流水道事業者は含まれていない。

図5.2.24は、淀川水質協議会の緊急連絡体制網であり、同協議会では、淀川の水質に関する情報交換、調査研究、要望活動等、水質汚濁の防止に取り組むことを目的とした活動を行っている。

上記のように水質監視体制は整備されているものの、監視対象物質については限界もある。有害化学物質の漏洩などの場合にどのように早期情報収集を図り、下流利水者に適切な情報提供を行うかなどは課題である。



資料) 淀川水質協議会ホームページ

図5.2.24 淀川水質協議会の緊急連絡体制網

(2) 他機関との連携による事故情報の把握と事前対策

保健所や公衆衛生担当部局では、飲料水に起因する赤痢等やクリプトスポリジウム等の病原性微生物による感染症の患者の発生情報を収集し、また、水質汚濁防止法では、第14条の2において「汚水又は廃液を排出する特定事業場、及び貯油事業場の設置者は、有害物質又は油を含む水が公共用水域に排出又は地下に浸透し、人の健康又は生活環境に係る被害を生じるおそれのあるときは、速やかにその事故の状況及び講じた措置の概要を都道府県知事に届け出なければならない」との主旨の規定があり、公共用水域・地下水の水質保全を担当する部局は、この種の水質汚染事故の第一報が入る。こうした状況は、毒物、劇物、危険物に関しても同様で、毒物、劇物の製造等の監視指導担当部局、危険物を所管する消防担当部局がこれらに係る事故情報を把握することになっている。

したがって水道事業者は、

- 保健所及び公衆衛生担当部局
- 公共用水域・地下水の水質保全担当部局
- 毒物・劇物の製造等の監視指導担当部局
- 危険物を所管する消防担当部局

等との密接な連携を図り、水質汚染事故が発生したという事実の早期確認に努める必要がある。

さらに、上流からの流出物質が有害化学物質の場合には、前述のように水道事業者だけでは対応が困難な事態も想定される。このような時には、河川管理者との適切な連携の下で淀川大堰を操作し（フラッシュ操作等）、有害物質の早期流下を図ることも重要な対応策である。現在の淀川大堰操作規則では、このような理由による操作を行うことは特例操作に含まれる内容である。堰の操作は、治水や利水の制約があり時期によっては難しい対応であるが、有害物質の早期排除には有効な対策でもある。上述の協議会等を通じた上流都市との連携による事故情報の把握と併せて、河川管理者との連携によるこのような対策の検討も必要である。

(3) 条例・要綱・要領の制定による水源保全の取り組み

水道水源の上流域内に廃棄物処分場やゴルフ場等が建設されたり、砂利採取等が行われたりした場合、こうした施設や行為に伴う廃水や流出水による水道水源の汚染が懸念される。このため、地方公共団体の中には条例・要綱・要領を制定して、汚染原因となる施設の建設を抑制又は阻止しようとするところもあり、こうした事例は平成13年4月現在でおよそ200箇所に及んでいる（表5.2.10）。

表5.2.10 水源保全等に関する条例・要綱・要領

都道府県名	名称に水源保全 (保護)を含む	名称に地下水 を含む	名称に環境保全・ 保護・整備を含む	その他 (川を守る等)
1 北海道	余市町・苫小牧市・ 恵庭市			
2 青森	青森市			
3 岩手	宮古市・山田町			田野畑村
4 宮城	仙台市・白石市		本城町	
5 秋田				
6 山形				
7 福島	猪苗代町・いわき市		福島県	
8 茨城	水戸市			茨城県
9 栃木			真岡市・上三川町	
10 群馬	長野原市			桐生市
11 埼玉			鳩山町・嵐山町・ 毛呂山町・川本町・ 越生町	
12 千葉	君津市・木更津市・ 袖ヶ浦市・市原市・ 白浜町・神崎町			長柄町
13 東京	大島町	八丈町	三宅村・神津島村	
14 神奈川		座間市・秦野市・ 開成町・中井町・ 真鶴町	川崎市・南足柄市	
15 山梨	甲府市・敷島町・ 田富町・須玉町・ 明野村・三富村	一宮町・河口湖町・ 白州町・高根町・ 鳴沢村・豊富村	勝山村	
16 長野	信濃町・箕輪町・ 宮田村・青木村・ 安曇野村	松本市	長野県・須坂市・ 高遠町	
17 新潟	上越市・刈羽村		六日町	
18 富山				
19 石川	鶴来町	松任市・寺井町・ 内灘町・美川町・ 野々市町・根上町・ 鳥屋町・能登島町・ 辰口町	金沢市・鹿島町	
20 福井			高浜町	
21 岐阜	関市・古川町・ 岩村町・山岡町・ 東白川村		美山町・伊自良村	
22 静岡	伊東市・下田市・ 韮山町	土肥町・三ヶ日町・ 大須賀町	富士市・富士宮市	静岡市
23 愛知	藤岡町・東栄町・津具村			
24 三重	津市・久居市・ 亀山市・尾鷲市・ 伊賀町・白山町・ 三雲町・嬉野町・ 一志町・青山町・ 阿山町・大安町・ 紀伊長島町・明和町・ 海山町・度会町・関町・ 北勢町・藤原町・ 南島町・員弁町・		多気町	

表5.2.10 水源保全等に関する条例・要綱・要領

都道府県名	名称に水源保全 (保護)を含む	名称に地下水 を含む	名称に環境保全・ 保護・整備を含む	その他 (川を守る等)
	南勢町・美里村・ 大山田村・島ヶ原村・ 美杉村・宮川村			
25 滋賀	彦根市・栗東町		近江町	滋賀県
26 京都		長岡京市・向日市・ 城陽市・大山崎町	大山崎町	
27 大阪	河内長野市			
28 兵庫		山東町	三木市	加古川市
29 奈良	奈良市・室生村・ 山添村			
30 和歌山	串本町			
31 鳥取	岩美町		国府町・船岡町	
32 島根	大田市		斐川町	
33 岡山	吉永町・川上町			
34 広島	呉市・東城町			高野町
35 山口	本郷村		岩国市	
36 徳島	阿南市			
37 香川				
38 愛媛	松山市			西条市・今治市
39 高知				
40 福岡	宗像市・筑紫野市・ 福岡町・若宮町・ 宇美町・須恵町・ 川崎町	豊前市・岡垣町・ 志摩町	大野城市	
41 佐賀	北波多村			
42 長崎	加津佐町・大瀬戸町・ 琴海町・時津町・ 西彼町・西海町	大村市・口之津町・ 三井楽町		
43 熊本	菊池市	白水村		
44 大分	庄内町・日出町		玖珠町	
45 宮崎			都城市	砂土原町
46 鹿児島	開聞町・知名町	与論町・喜界町		山川町
47 沖縄	宮古島上水道企業団 (4市町村)			

条例(要綱)の名称をもとにして4通りに分類した。

- ：水源保護(保全)を含む
- ：地下水を含む
- ：環境保全・保護・整備を含む
- ：その他、川を守る等を含む。

資料) 朝日新聞(平成13年5月1日)、水道水質辞典をもとに作成

5.3 東京都23区を対象としたケーススタディ

5.3.1 水道施設の現状等の整理

1) 概要

東京都の水道水源と水道施設の概要を図5.3.1に示す。

(1) 水源施設、取水・導水施設

東京都の水源施設は、多摩川系と利根川系及び荒川系に大別できる。多摩川系施設は東京都水道局が保有し、かつ直接管理しており、利根川系及び荒川系施設は国土交通省及び独立行政法人水資源機構が管理している。

(2) 浄水場

都の浄水場は11箇所、その施設能力は日量686万 m^3 であるが、これらの施設の中には、老朽化等により施設能力が低下しているものがある。また、玉川浄水場は、原水水質の悪化により水道用水としては休止中である。

東京都最大の施設能力を有する朝霞浄水場は、利根川及び荒川系の原水を秋ヶ瀬取水堰から取り入れ、高度浄水を採用して処理を行っている。また、原水を東村山浄水場と相互連絡できる施設（原水連絡管）も有している。

千代田区は朝霞浄水場から、江戸川区は金町浄水場から送られてきた水が給水されている。

(3) 給水所、排水施設

都の保有する配水池の総容量は、浄水場及び給水所を合わせると平成16年度末現在で約320万 m^3 となっている。

また、都内の公道等には、配水本管（内径400mm～2,700mm）及び配水小管（内径50mm～350mm）が合計2万5,021km布設されており、制水弁等の付属設備が設置されている。

図5.3.1 水道水源と水道施設の概要

5.3.2 地震発生後の被害想定等の整理

1) 被害想定の経緯

平成 9 年 8 月、東京都は、中央防災会議の南関東地域における直下地震の切迫性の指摘及び阪神・淡路大震災の教訓を踏まえ、全国で初の直下地震による被害想定、「東京における直下地震の被害想定に関する調査報告」を公表した。

それから約 10 年が経過し、道路や通信などインフラの整備、中高層建物の増加、人口の都心回帰など、東京の都市状況は大きく変化した。また、平成 17 年 2 月には、中央防災会議首都直下地震対策専門調査会が、これまでのデータの蓄積や新たな知見をもとに、首都中枢機能の継続性確保の視点から、国として初めて首都直下地震の被害想定を公表した。調査にあたっては、想定した 18 地震のうちで、特に地震発生の蓋然性が高く、被害規模も大きい東京湾北部地震を重視している。

これをうけて東京都では新たな被害想定を作成が行われ、平成 18 年 3 月、「首都直下地震による東京の被害想定」としてまとめられた。

本ケーススタディにおいては、「首都直下地震による東京の被害想定」をもとに被害想定を行うが、モデル地域として選定した千代田区及び江戸川区における被害が最も大きいものとなるよう、被害想定的前提条件を以下の通りとする。

表5.3.1 被害想定的前提条件

種類	東京湾北部地震
震源	東京湾北部
規模等	M7.3 震源の深さ約30～50km
気象条件等	冬の夕方 18時 風速6m/s (風速については、他に15m/sにおける想定がなされているものもあるが、本ケーススタディで用いる想定は6m/sを前提条件とする。)

資料)「首都直下地震による東京の被害想定(最終報告) 本編」平成 18 年 3 月 東京都

2) 被災後の水需要の想定に関連する被害

(1) 建物被害

「首都直下地震による東京の被害想定（最終報告） 本編（東京都）」によると、地震によるゆれ、液状化及び急傾斜地崩壊（急傾斜地崩壊による半壊はなし）が原因で全壊あるいは半壊する建物被害は以下の通りである。

千代田区における建物被害は、全壊 764 棟（6.1%）、半壊 1,967 棟（15.6%）であり、江戸川区における建物被害は、全壊 12,377 棟（11.4%）、半壊 23,500 棟（21.6%）となっている。以上より、千代田区及び江戸川区における建物被害率を 21.7%、32.9%とする。

表5.3.2 ゆれ・液状化による建物被害

上段：棟数、下段：%

		千代田区	江戸川区	東京23区
全壊	損害額が住家の時価の50%以上	764	12,377	124,509
		6.1%	11.4%	7.3%
半壊	損害額が住家の時価の20～50%	1,967	23,500	323,500
		15.6%	21.6%	18.9%
合計		2,731	35,877	448,009
		21.7%	32.9%	26.2%

資料)「首都直下地震による東京の被害想定（最終報告） 本編」平成 18 年 3 月 東京都

(2) 帰宅困難者

地震が起こった場合、電車等の交通機関の停止や自動車の利用禁止に伴い、帰宅したくても帰宅できない人が、帰宅困難者として算出されている。滞留者の行動はアンケート調査に基づき推計されており、前提として、震度 5 以上のゆれで交通機関は点検等のため停止し、また夜間に入るなどして運行再開に時間がかかるため、滞留者の帰宅手段は徒歩のみとされている。

「首都直下地震による東京の被害想定（最終報告） 本編（東京都）」によると、冬の平日午後 6 時に発災した場合、千代田区の帰宅困難者は、約 57 万人（都内第 1 位）江戸川区は約 4.3 万人と想定されている。

表5.3.3 帰宅困難者数

	千代田区	江戸川区
帰宅困難者(人)	570,885	42,669

資料)「首都直下地震による東京の被害想定（最終報告） 本編」平成 18 年 3 月 東京都

なお、主要なターミナル駅における帰宅困難者数をみると、東京駅では約 14 万人と想定されているが、これらは千代田区における帰宅困難者数の内数となっている。

5.3.3 地震発生後の水需要の算定

1) 検討の概要

今回、モデル地区として設定した東京都千代田区及び江戸川区を対象として、地震発生時の水需給についての検討を行った。

検討にあたっては、「首都直下地震による東京の被害想定（最終報告） 本編、資料編、手法編（平成 18 年 3 月：東京都）」、「東京都水道局震災応急対策計画（平成 12 年 1 月：東京都水道局）」を基本とし、文献等により想定される水需要を加算した場合及び停電の影響を考慮した場合を追加することにより、

- ・ ケース 1（基本ケース）
- ・ ケース 2（必要水量加算ケース）
- ・ ケース 3（停電影響考慮ケース）
- ・ ケース 4（必要水量加算ケース + 停電影響考慮ケース）

の 4 ケースについて想定を行った。

2) 本検討における条件設定

(1) 人口

居住人口

居住人口については、入手可能な直近値として千代田区は平成 17 年 12 月 1 日現在、江戸川区は平成 17 年 3 月 1 日現在の人口を用いた。

水道供給人口

発災後も通常通りに水道を使用することができる人口（水道供給人口）は、「東京圏における防災空間ネットワーク形成推進方策策定調査報告書（平成 8 年 3 月：自治省消防庁震災対策指導室）」を参考に、以下のように設定した。

$$\text{水道供給人口} = \text{居住人口} \times (1 - \text{断水率}) \times (1 - \text{建物被害率})$$

断水率：供給可能量の項で詳述

建物被害率は、全ケースとも表 5.3.2 の通りとする。

なお、本検討では、被害を受けた建物はすべて水供給できないものとしているが、今後、全壊、半壊等の家屋被害程度別人口と断水被害とが整理できる場合には、これらを考慮して水道供給率を算定する必要がある。

断水・自宅外避難人口

断水及び建物等の被害により水道を使用することができない人口を「断水・自宅外避難人口」と定義し、以下のように設定した。

$$\text{断水・自宅外避難人口} = \text{居住人口} - \text{水道供給人口}$$

帰宅困難者

滞留者及び帰宅困難者の行動は、アンケート調査に基づき推計されており、東京都へのヒアリングによれば、帰宅困難者は概ね 4 日目には 0 になるものと考えることができる。そのため帰宅困難者は、発災後 1 日は被災地に留まり、3 日までに順次減少し、4 日目には 0 になるものと仮定した。

表 5.3.4 帰宅困難者の想定（全ケース共通）

	千代田区	江戸川区
帰宅困難者(人)	570,885	42,669

資料)「首都直下地震による東京の被害想定（最終報告） 本編」平成 18 年 3 月 東京都

勤務者

勤務者は、「平成 16 年事業所・企業統計調査報告（簡易調査） 第 5 表 産業小分類、区市町村別事業所数及び事業者数（平成 18 年 2 月：東京都）」における、千代田区及び江戸川区の事業者人口をもとに、業務活動の復旧にあわせ算出した。

ただし、公務員については、平成 16 年度調査が簡易調査であり調査が行われていないことから、平成 13 年度事業所・企業統計調査報告における従業者数を用いた。

まとめ

発災直後から水道復旧までの居住人口、水道供給人口、断水・自宅外避難人口、帰宅困難者、勤務者の推計値は以下の通りとなる。

千代田区においては、昼間人口が多く夜間人口が少ない業務集積地であることから、帰宅困難者の減少や勤務者が水需要に大きな影響を及ぼすと考えられる。

一方、江戸川区においては、夜間人口が多いことから、水道供給人口や断水・自宅外避難人口が水需要に大きな影響を及ぼすと考えられる。

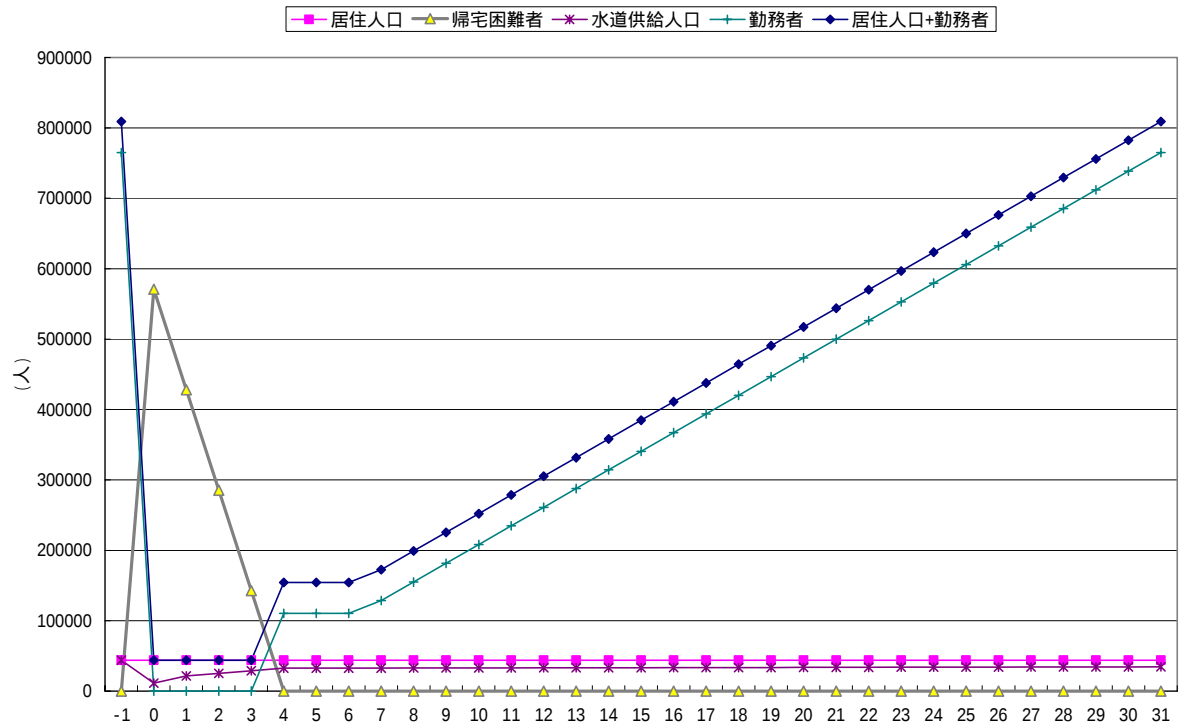


図 5.3.2 千代田区の人口

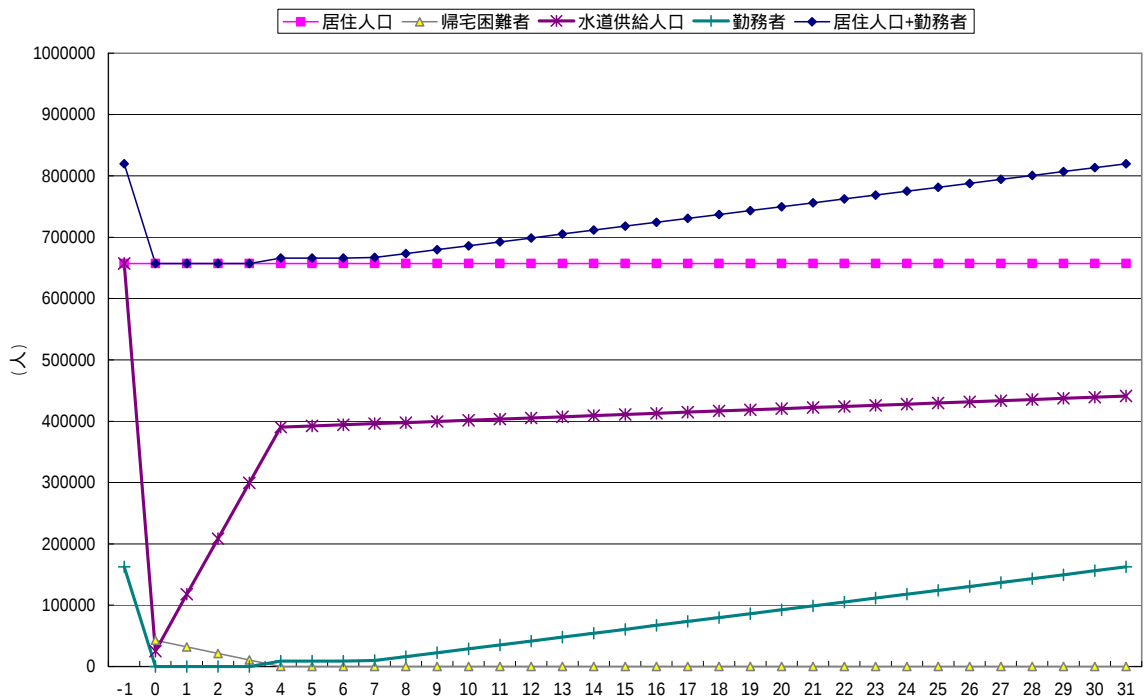


図 5.3.3 江戸川区の人口

(2) 必要水量の検討

必要生活水量

必要生活水量は、水道供給人口と断水・自宅外避難人口にそれぞれの原単位を乗じて算出した。なお、勤務者の必要水量については、業務活動水量の中で算定した。

水道供給人口に乘じる原単位は、平常時と同様に使うものと考えて、250L/人/日とした。断水・自宅外避難人口に乘じる原単位については、ケース1及びケース3は、「東京都水道局震災応急対策計画（平成12年1月：東京都水道局）」より、時系列的応急給水目標水量に応じて設定した。ケース2及びケース4は、「京都市防災水利構想」の中で示されている阪神・淡路大震災の被災市民の平均使用水量を参考とし、地震発生から3日まで及び4日から10日まで、飲料に限らず生活全般に必要と想定される水量を設定した。

表 5.3.5 必要生活水量原単位

単位：L/人・日

	東京都 計画 目標水量	阪神・淡路の被災市民の使用平均水量					採用値	
		飲料系	生活系	雑用系	合計	備考	ケース1 及び ケース3	ケース2 及び ケース4
発災～3日目	3	7	2	7	16	混乱期 (～約1週間)	3	16
4～10日目	20	10	4	9	23	緊急救援期 (～2週間)	20	23
11～20日目	100	13	7	12	32	安定救援期 (～約6週間)	100	100
21～30日目	250						250	250

資料)「東京都水道局震災応急対策計画(平成12年1月改定)」 東京都水道局
「京都市防災水利構想」防災水利構想検討委員会

必要業務活動水量

a)業務活動水量の考え方

業務活動用水は、発災後も業務の継続が求められる以下の業種を考慮し、必要水量を設定した。

- 役 所・・・迅速に情報を収集し、対応にあたるべき機関であり、業務継続が必要。
- 放送局・・・発災後に必要な情報を提供する機関であり、業務継続が必要。
- 病 院・・・被災者の手当て等を行うことが予想され、発災直後から通常と同様又は通常以上の水量を確保することが必要。
- 銀行等・・・その業務内容から一般企業に先んじて業務活動を継続又は再開する必要。

● ケース1 及び ケース3

発災日から3日間は各需要者の自助努力により必要な業務活動水量が確保されるものとした。4日目以降は、役所、放送局、病院、銀行等(銀行、信用金庫、郵便貯金取扱局。以下、「銀行」という。)が業務活動を再開するものとした。7日目以降は上記以外の一般企業が順次業務を再開するものとし、7日から水道復旧の30日まで線形的に業務活動水量が増加するものとした。

● ケース2 及び ケース4

役所や放送局、銀行は、発災直後から通常と同じ水量を必要とするものとした。

被災者の対応などで平常時以上に必要水量が増加すると考えられる病院について

は、発災直後からピーク時の水使用量に対応することが必要であるとし、原単位を設定した。

以上を整理すると、各ケースの業務活動の復旧に関する条件設定は表 5.3.6 の通りとなる。

表 5.3.6 業務活動の復旧に関する条件設定

段階	時期	復旧している業種	
		ケース1及びケース3	ケース2及びケース4
1	発災～3日目	(自助努力)	役所、放送局、銀行 病院(ピーク時対応)
2	4～6日目	役所、病院、放送局、銀行(復旧)	
3	7～30日目	上記以外の一般企業が線形的に復旧	上記以外の一般企業が線形的に復旧

b)使用水量の算定

使用水量は、表 5.3.7 に示す庁舎・事務所の原単位を用い、勤務者は「平成 16 年事業所・企業統計調査報告(簡易調査) 第 5 表 産業小分類、区市町村別事業所数及び事業者数(平成 18 年 2 月:東京都)」に示される平常時の従業員数をもとに水道の復旧にあわせて計上し、算出した。

また、病院については、表中の床数あたりの原単位を用いて「東京都の医療施設(平成 16 年)(平成 18 年 3 月:東京都)」の病院と診療所の合計床数を乗じて算出した。

表 5.3.7 建物種類別の水使用量の実績

建物種別	年平均一日使用量	単位	ケース1 及び3	ケース2 及び4	備考
庁舎・事務所	127	l/人・日	平均値	平均値	n=96 $\sigma=65$ 多少のテナントは含む
病院	1,290	l/床・日	平均値	平均値 + 2 σ	n=45 $\sigma=572$ 平均値 + 2 σ をピーク時の水量と仮定 (正規分布を仮定。平均値 $\pm 2\sigma$ で 95.4%)

資料)「空気調和・衛生工学便覧<第 13 版> 4 給排水衛生設備設計編 p.107」空気調和・衛生工学会

表 5.3.8 必要業務活動水量

ケース 1 及びケース 3

項目		千代田区	江戸川区	23区	備考
必要業務活動水量 (m^3 /日)	発災～3日目	0	0	0	需要者側で必要水量を確保
	4～6日目	17,515	4,437	151,948	役所、放送局、病院、銀行
	7～30日目	92,628	35,125	-	上記以外が線形的に回復

ケース 2 及びケース 4

項目		千代田区	江戸川区	23区	備考
必要業務活動水量 (m^3 /日)	発災～6日目	20,943	7,692	258,928	役所、放送局、銀行 病院(ピーク時対応)
	7～30日目	92,628	35,125	-	上記以外も線形的に回復

(3) 供給可能水量

千代田区、江戸川区の供給可能水量

千代田区及び江戸川区における平常時の配水量は、23 区部への配水量にそれぞれの区の年間使用水量比率を乗じて求め、断水率、停電の影響を考慮し、供給可能水量を算出した。

供給可能水量 = 平常時の配水量 × (1 - 断水率) × 停電時の配水率

断水率

断水率は、阪神・淡路大震災の水道被害データから求めた被害率に基づき、想定地震のゆれ、液状化の発生状況、水道管の管種、管径等を考慮して、上水道の配水管被害率を求めている、「首都直下地震による東京の被害想定（最終報告）」（平成 18 年 3 月 東京都）の手法を基に想定を行った。以下にその概要を述べる。

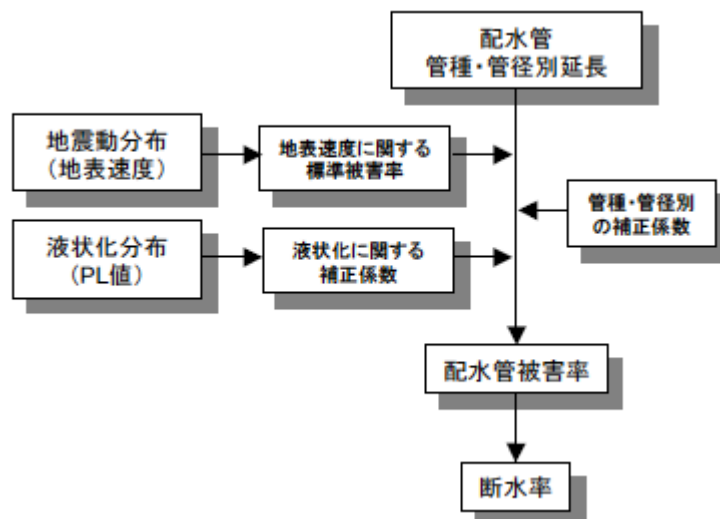
「首都直下地震による東京の被害想定（最終報告）」における想定手順

断水率は、地表速度分布と液状化分布により算出した配水管（排水本管、排水小管）の物的被害率により求める。

変電所被災による広域的な停電が生じた場合、拠点施設の給水機能の停止により一時的な断水が発生する。しかし、系統切り替えによる電力の回復が即時的に進み、それとともに断水も回復することから、拠点施設の被災による機能停止は対象としていない。

配水管の被害率と断水率との関係は、阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害実態に基づき設定された川上（平成 8 年）の手法を採用する。

配水管の被害率は、阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害実態に基づき設定した標準被害率を、液状化危険度ランク別及び管種・管径別に補正する。



資料)「首都直下地震による東京の被害想定（最終報告）」 手法編」平成 18 年 3 月 東京都

配水管の被害率と断水率の関係式

(阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害実態に基づく)

【地震 1 日後】供給支障率 = $1 \div (1 + 0.307 \times (\text{配水管被害率})^{-1.17})$

配水管の被害率 (箇所 / km) = 配水管被害数 (箇所) / 配水管延長 (km)

配水管被害箇所数 = 標準被害率 × 液状化危険度ランクによる補正係数
× 管種・管径別の補正係数 × 延長

資料)「首都直下地震による東京の被害想定 (最終報告) 手法編」平成 18 年 3 月 東京都

また、水道供給事業者側の観点から考えれば、発災直後の水供給可能量についての検討が必要であり、断水率も発災 1 日後よりも発災直後の方が大きい。したがって、発災直後の断水率については、東京都が公表している発災 1 日後の断水率から、配水管被害率を以下に示す供給支障率の算定式を用いて本検討において算出した (内閣府防災担当ホームページ <http://www.bousai.go.jp/manual/w-3-a.htm> 参照)。

【地震直後】供給支障率 = $1 \div (1 + 0.0473 \times (\text{配水管被害率})^{-1.61})$ — *

復旧日数の算出

- 被害想定結果をもとに、現状の復旧能力 (復旧手順等) を前提として、復旧日数を算出。なお、現行の体制上、延焼火災等を考慮し、復旧対象地域を限定する必要がある場合は、除外して算出。
- 地震発生後 3 日間は、被害状況の調査及び配水系統の切り替え作業を実施し、発災 4 日後から本格的な復旧作業を開始。

資料)「首都直下地震による東京の被害想定 (最終報告) 手法編」平成 18 年 3 月 東京都

地震発生後の断水率について、東京都は現状の復旧能力 (復旧手順等) を前提として算定を行っている。本検討における想定地震の場合には、区部においては 30 日で復旧するものと発表されている。

ただし、発災により水道管が被害を受け漏水が起こった場合は、断水区間を最小限にするため、制水弁を閉じて被害箇所を給水ネットワークから切り離す作業が行われるため、制水弁の閉止前後で、断水率が大きく異なることとなる。東京都の想定では、4 日後の断水率が急激に小さくなることが予想されるため、「東京における直下地震の被害想定に関する調査報告 (平成 9 年 8 月 : 東京都)」をもとに本検討において設定した。

表 5.3.9 に、本検討に用いる断水率 (%) を示す。

表 5.3.9 断水率 (%) の想定 (全ケース共通)

	千代田区	江戸川区	23 区
発災直後 (* 式より本検討において算出)	67.2	94.3	77.2
1 日後	37.4	73.3	46.3
4 日後 (本検討設定)	5.7	11.5	-
31 日後	0	0	0

資料)「首都直下地震による東京の被害想定 (最終報告) 本編」平成 18 年 3 月 東京都
ただし、発災直後は本検討において算出。4 日後は、本検討において設定。

なお、発災 2 日後、3 日後及び発災 5～30 日後の断水率については、線形的に変化するものと仮定し、本検討において算出した。

地震による停電

東京電力へのヒアリングによると、東京都区部の応急復旧までの日数は最長で 7 日と想定されているが、段階的な復旧計画については不明である。このため、ケース 1 及びケース 2 では停電の影響を考慮せず、ケース 3 及びケース 4 については、最悪の事態を想定し、発災直後から 6 日目まで全地域で停電が継続するものとした。

停電時配水量は、停電時目標配水量に対して、自家用発電の整備率が平成 17 年 4 月時点で約 8 割に達していることを考慮し、23 区の使用水量の比率に乗じて算出した。（平成 17 年 3 月 22 日東京都水道局報道発表資料より）

これをもとに、千代田区、江戸川区の年間使用水量比率に基づき、それぞれの区の停電時配水量を設定した。

3) その他

今回の必要水量及び供給可能水量を算定するにあたり、水道以外の支援体制、消防用水、ごみ収集車の洗浄水や清掃工場のボイラー水などのごみ処理にかかる水量、倒壊家屋等から発生する瓦礫を除去するのに用いる防塵用水については考慮していない。消防用水は発災直後から数日分、ごみ処理にかかる水や防塵用水などは、発災後約 1 週間後から数週間程度、不足する可能性も考えられるが、利用用途から考えて必ずしも水道水である必要はなく、雨水等の利用を検討するのが望ましいといえる。

また、帰宅困難者を支援するため、首都圏の 8 都県市では、行政から「災害時帰宅支援ステーション」に指定されたコンビニエンスストア等が飲料水・トイレ・災害情報を無料提供する協定を結んでいる。このような帰宅困難者を支援する対策は、就業地だけでなく、帰宅路沿線でも重要である。そのため、帰宅困難者の帰宅起点となる都心の千代田区などのみではなく、特に帰宅者が多いと予想されている、千葉県方面への帰宅路線上に位置する江戸川区内においても、支援対策は重要なものになると考えられる。

なお、神戸市水道局へのヒアリングによると、阪神・淡路大震災の水道復旧過程で最も必要としたのが断水の復旧時に通水するための水である。漏水箇所の確認の際、水压をかけ破損箇所を特定することになるので、破損箇所が多いと大量の水が消費される。東京都全体あるいは千代田区及び江戸川区において通水に必要な水量を推定するには、具体的な被害箇所と復旧作業を想定し、詳細な検討を要するものと考えられるが、これらの検討を行うためには不確定な要素が多い。そのため、本検討においては、復旧にあたっての通水に必要な水量は見込まないこととするが、今後、配水ブロックなどの単位で検討を行うことが望ましいと考えられる。

4) 検討結果

ケース 1 からケース 4 における必要水量と供給可能量については、それぞれ次ページ以降の図表「必要水量と供給可能量の関係」の通りとなった。

ケース 1 では、千代田区、江戸川区とも全体としては水道水の供給量に不足が生じることはな

いものと考えられた。必要な水量が加算されたケース 2 では、発災から 3 日目までの必要水量が大きく増加し、江戸川区で発災日に約 13,400m³ の不足が生じる結果となった。また、停電の影響が長期化した場合を考慮したケース 3 では、江戸川区で発災日から 6 日目までの間で不足が生じる可能性があり、最大で約 12,300m³ と推計された。必要水量を加算し、停電の影響も考慮したケース 4 においては、千代田区で発災日に約 15,100m³、江戸川区で発災日から 6 日目まで 15,500 ~ 18,650 m³ 程度の水量不足が生じることが示された。

なお、必要水量を供給可能量が上回り、全体としては水量が確保される場合でも、需要者側からみれば、断水率が 0 になるまでは蛇口からの水が利用できない住民あるいは事業者がいるということであり、完全復旧までの対応を別途検討する必要があると考えられる。

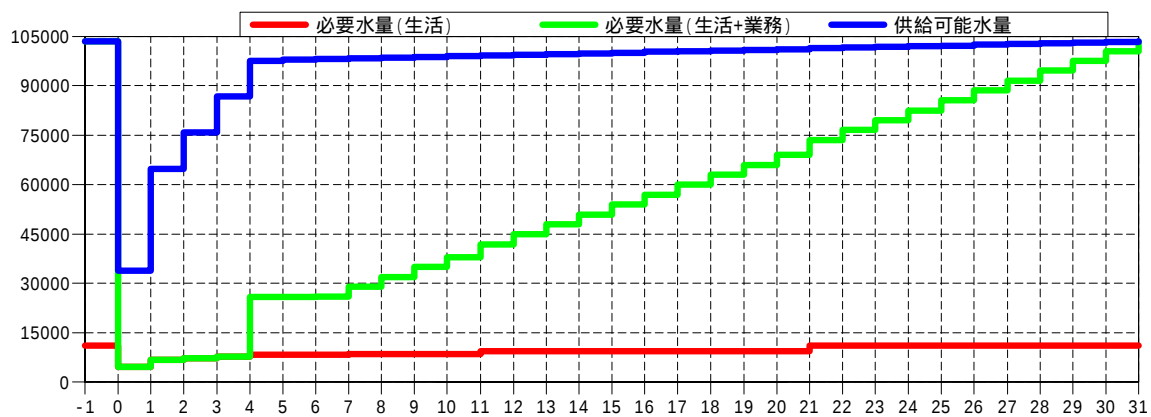


図 千代田区

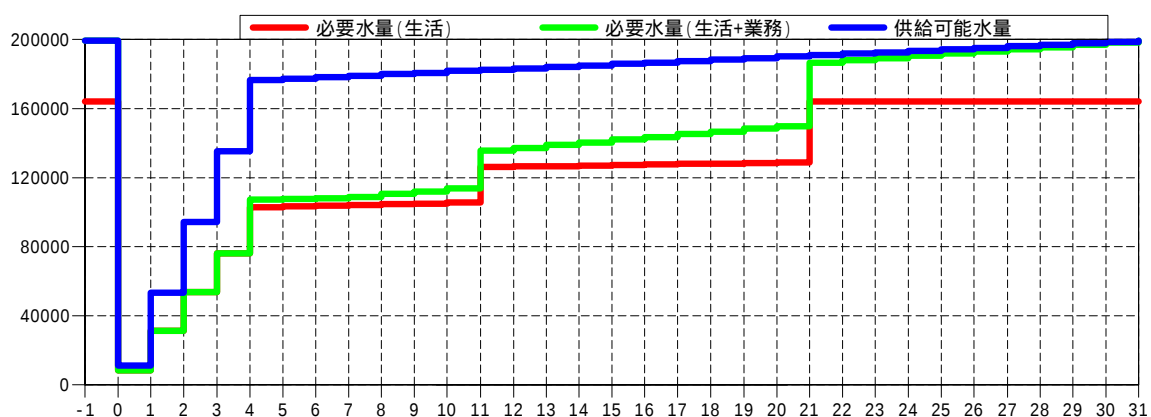


図 江戸川区

図 5.3.4 地震発生後の必要水量と供給可能量の関係（ケース 1）

表 5.3.10 想定条件（ケース 1）

項目		千代田区	江戸川区	23区	備考
人口(人)		43,954	657,233	-	千代田区:人口(H17.12.1現在) 江戸川区:人口(H17.3.1現在)
給水人口(人)		40,339	646,571	8,409,085	H16年度
帰宅困難者数	発災直後	570,885	42,669	3,457,113	H18東京都直下地震想定結果
	4日後	0	0	0	4日目には帰宅困難者はいなくなると想定
断水率(%)	発災直後	67.2	94.3	77.2	本検討において算出
	1日後	37.4	73.3	46.3	H18東京都直下地震想定結果
	4日後	5.7	11.5	-	本検討において設定
	31日後	0	0	0	H18東京都直下地震想定結果
建物被害率(%)		21.7	32.9	26.2	H18東京都直下地震想定結果
必要生活水量 (L/人・日)	3日目まで		3		東京都震災応急対策計画(H12)
	10日目まで		20		
	20日目まで		100		
	30日目まで		250		
必要業務活動水量 (m ³ /日)	発災～3日目	0	0	0	需要者側で必要水量を確保
	4～6日目	17,515	4,437	151,948	役所、放送局、病院、銀行
	7～30日目	92,628	35,125	-	上記以外が線形的に回復
平常時配水量(m ³ /日)		103,617	199,433	3,251,000	23区配水量×使用水量比率(H16)
使用水量(m ³ /年)		35,476,525	68,281,946	1,113,079,839	H16年度実績

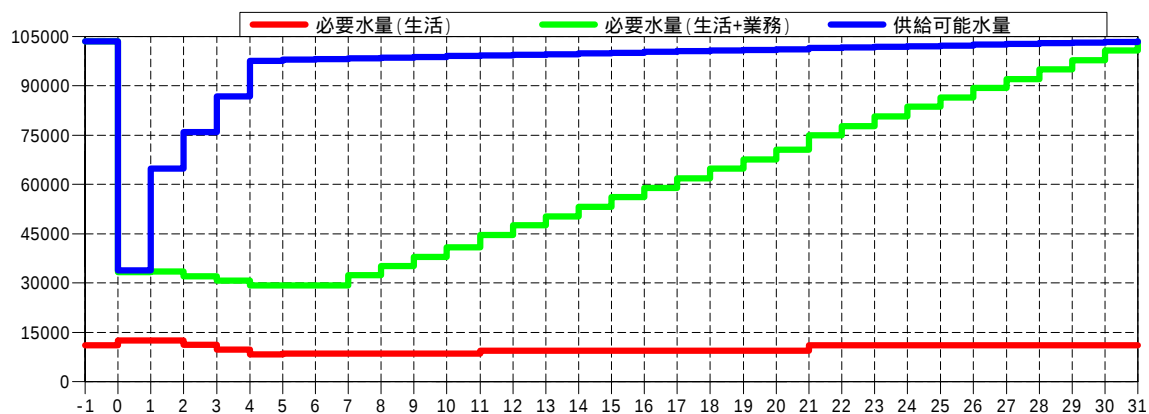


図 千代田区

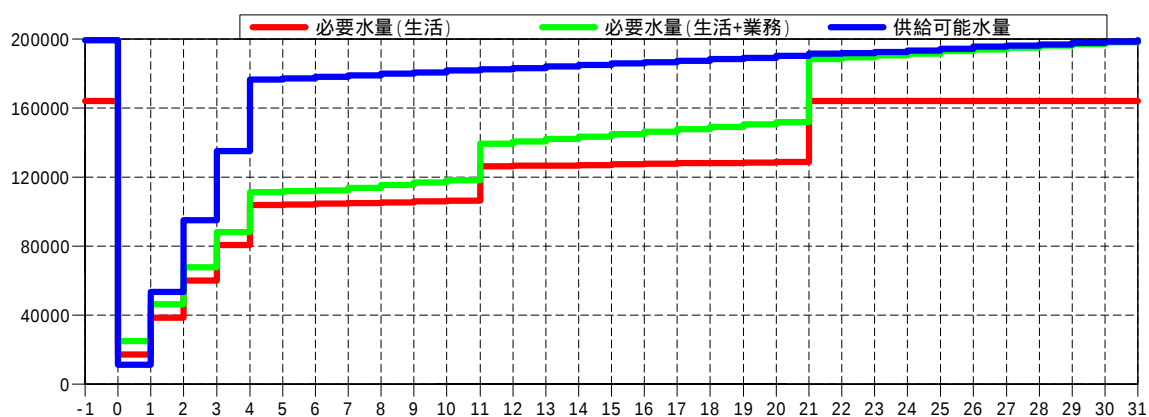


図 江戸川区

図 5.3.5 地震発生後の必要水量と供給可能量の関係（ケース 2）

表 5.3.11 想定条件（ケース 2）

項目	千代田区	江戸川区	23区	備考
居住人口(人)	43,954	657,233	-	千代田区:人口(H17.12.1現在) 江戸川区:人口(H17.3.1現在)
断水率(%)	発災直後	67.2	94.3	77.2 本検討において算出
	1日後	37.4	73.3	46.3 H18東京都直下地震想定結果
	4日後	5.7	11.5	- 本検討において設定
	31日後	0	0.0	0.0 H18東京都直下地震想定結果
建物被害率(%)	21.7	32.9	26.2	H18東京都直下地震想定結果
帰宅困難者数(人)	発災直後	570,885	42,669	3,457,113 H18東京都直下地震想定結果
	4日後	0	0	0 4日目には帰宅困難者はいなくなると想定
必要生活水量 (L/人・日)	3日目まで	16		東京都震災応急対策計画(H12)及び 京都市防災水利構想
	10日目まで	23		
	20日目まで	100		
	30日目まで	250		
必要業務活動水量 (m³/日)	発災 ～6日	20,943	7,692	258,928 役所、放送局、銀行 病院(ピーク時対応)
	7～30日目	92,628	35,125	- 上記以外も線形的に回復
平常時配水量(m³/日)	103,617	199,433	3,251,000	23区配水量×使用水量比率(H16)
使用水量(m³/年)	35,476,525	68,281,946	1,113,079,839	H16年度実績

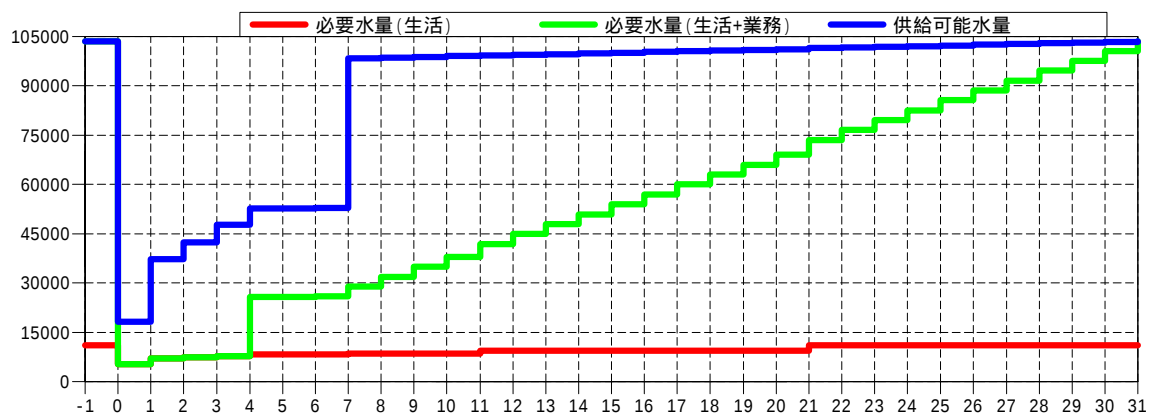


図 千代田区

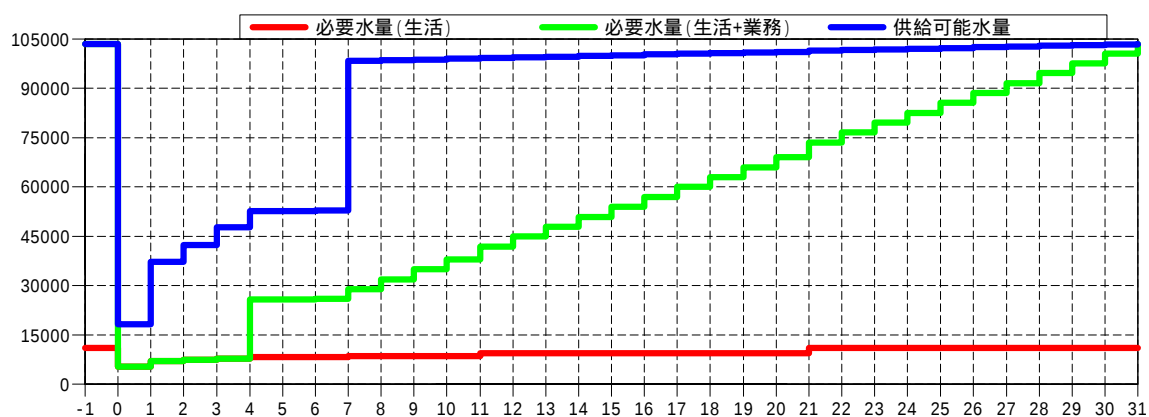


図 江戸川区

図 5.3.6 地震発生後の必要水量と供給可能量の関係（ケース 3）

表 5.3.12 想定条件（ケース 3）

項目		千代田区	江戸川区	23区	備考
居住人口(人)		43,954	657,233	-	千代田区:人口(H17.12.1現在) 江戸川区:人口(H17.3.1現在)
断水率(%)	発災直後	67.2	94.3	77.2	本検討において算出
	1日後	37.4	73.3	46.3	H18東京都直下地震想定結果
	4日後	5.7	11.5	-	本検討において設定
	31日後	0	0.0	0.0	H18東京都直下地震想定結果
建物被害率(%)		21.7	32.9	26.2	H18東京都直下地震想定結果
帰宅困難者数	発災直後	570,885	42,669	3,457,113	H18東京都直下地震想定結果
	4日後	0	0	0	4日目には帰宅困難者はいなくなると想定
必要生活水量 (L/人・日)	3日目まで	3			東京都震災応急対策計画(H12)
	10日目まで	20			
	20日目まで	100			
	30日目まで	250			
必要業務活動水量 (m3/日)	発災直後	0	0	0	需要者側で必要水量を確保
	4～6日目	17,515	4,437	151,948	役所、放送局、病院、銀行
	7～30日目	92,628	35,125	-	上記以外が線形的に回復
平常時配水量(m³/日)		103,617	199,433	3,251,000	23区配水量×使用水量比率(H16)
停電時配水量(m³/日)		55,791	107,382	1,750,459	停電時総配水可能量(H17.4実績)×23区 使用比率(H16)×使用水量比率(H16)
使用水量(m³/年)		35,476,525	68,281,946	1,113,079,839	H16年度実績
その他		7日目に電気が完全復旧すると仮定			

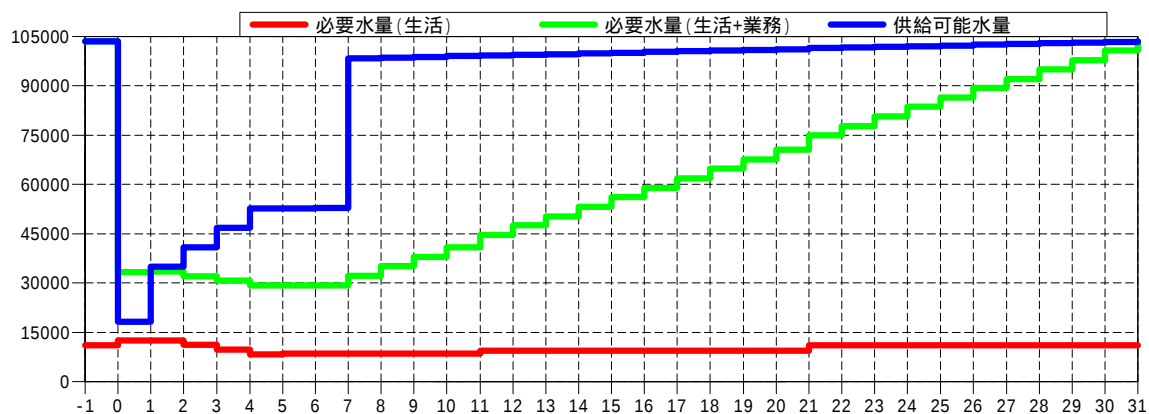


図 千代田区

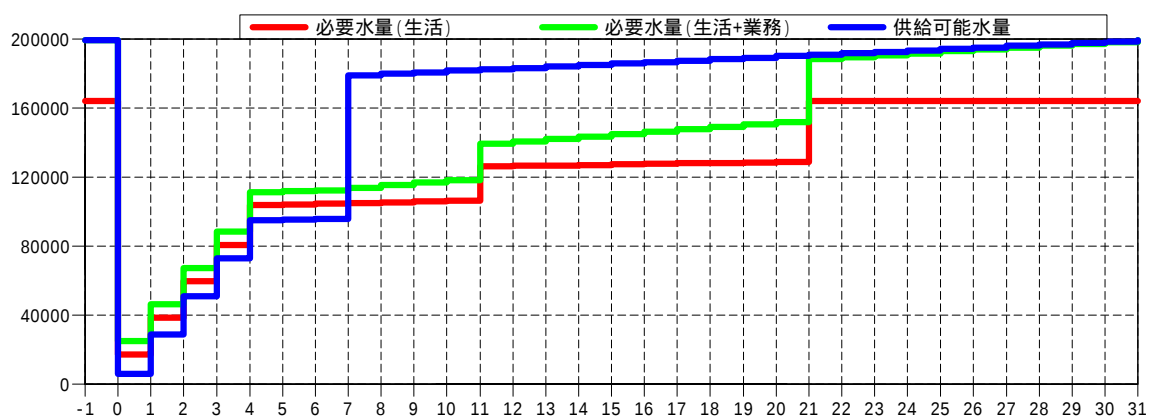


図 江戸川区

図 5.3.7 地震発生後の必要水量と供給可能量の関係（ケース 4）

表 5.3.13 想定条件（ケース 4）

項目		千代田区	江戸川区	23区	備考
居住人口(人)		43,954	657,233	-	千代田区:人口(H17.12.1現在) 江戸川区:人口(H17.3.1現在)
断水率(%)	発災直後	67.2	94.3	77.2	本検討において算出
	1日後	37.4	73.3	46.3	H18東京都直下地震想定結果
	4日後	5.7	11.5	-	本検討において設定
	31日後	0	0.0	0.0	H18東京都直下地震想定結果
建物被害率(%)		21.7	32.9	26.2	H18東京都直下地震想定結果
帰宅困難者数	発災直後	570,885	42,669	3,457,113	H18東京都直下地震想定結果
	4日後	0	0	0	4日目には帰宅困難者はいなくなると想定
必要生活水量 (L/人・日)	3日目まで	16			東京都震災応急対策計画(H12)及び 京都市防災水利構想
	10日目まで	23			
	20日目まで	100			
	30日目まで	250			
必要業務活動水量 (m³/日)	発災直後 ～6日	20,943	7,692	258,928	役所、放送局、銀行 病院(ピーク時対応)
	7～30日目	92,628	35,125	-	上記以外も線形的に回復
平常時配水量(m³/日)		103,617	199,433	3,251,000	23区配水量×使用水量比率(H16)
停電時配水量(m³/日)		55,791	107,382	1,750,459	自家発配水量(H17.4実績)×23区使用比率(H16)×使用水量比率(H16)
使用水量(m³/年)		35,476,525	68,281,946	1,113,079,839	H16年度実績
その他		7日目に電気が完全復旧すると仮定			

5.3.4 水利用に関するリスクの回避・低減方策

1) 水道事業体の自助努力による対応

(1) 施設耐震化

東京都では、基幹施設及び管路の耐震化を実施しており、基幹施設については甚大な被害が生じないものと想定されている。

管路の耐震化については、管路全体の耐震性を強化するため、管路の新設や取替え等においては、耐震管(耐震性の高い材質や継手構造の管)を使用することを基本とする方針を立てている。なお、材質や継手などが耐震性の低い管、配水上の基幹となる路線や河川横断管など、震災対策上重要な路線を優先的に耐震管に取り替えていくこととなっている。

また、コンピュータを用いて、管路地図とともに、管路口径、管種、埋設年度などの管路情報の他、管路の健全度等の管路診断情報を効率的に管理するシステムを活用し、送配水管路の維持管理や迅速な事故対応、計画的な更新を行っていくこととしている(以上、東京水道新世紀構想-STEP21- <http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/jigyo/step21/05.htm>参照)。

なお、現在の東京都の管路耐震化率は、18.3%(平成18年2月末実施アンケート調査結果。資料編参照。)となっている。

(2) 停電対策

東京都では、停電時の給水能力向上のために、自家用発電の整備を行っている。

今回のケーススタディで基本としたケース1では、停電対策の効果として、千代田区、江戸川区ともに配水量が不足することはなかった。しかし、停電が長期化したと仮定した場合、江戸川区では発災日から6日目までに、最大で約12,300m³/日の水量が不足すると推計された。必要水量を加算し、停電の影響も考慮したケース4においては、千代田区で発災日に約15,100m³、江戸川区で発災日から6日目まで15,500~18,650 m³程度の水量不足が生じることが示された。

停電時配水量は、停電時目標配水量に対して、自家用発電の整備率が平成17年4月時点で約8割に達していることを考慮し、23区の使用水量の比率に乗じて算出した(平成17年3月22日東京都水道局報道発表資料より)。

今後、停電時の浄水供給確保率を向上させていく計画である。

また、停電時は、浄水場の自家用発電により電力が供給されるが、自家発電は都市ガスによる運転が想定されており、浄水場へのガス管は耐震化されている。万が一、ガス管が破損した場合、備蓄燃料による運転となるが、各施設とも概ね1日は運転出来るよう、自家用発電の燃料が確保されている状況にある。

(3) バックアップ対策

東京都では、効率的な水運用や非常時のバックアップ機能を強化するため、給水所間等における相互融通機能を充実することとしている。

具体的に施策の展開として、以下のようなものがある(東京水道新世紀構想-STEP21-

<http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/jigyo/step21/05.htm>参照)。

相互融通機能を充実する

幹線の延伸、整備や二系統受水に必要な管路整備

給水所の整備を推進する

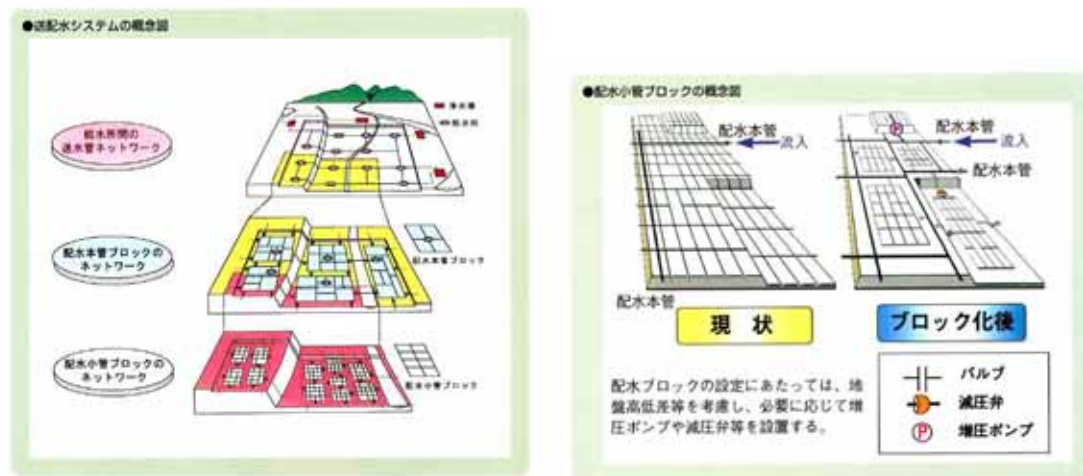
配水区域面積差、地盤高低差の解消

各給水所で計画一日最大配水量の12時間分以上の配水池容量の確保(需要の時間変動への対応と事故時や震災時等への対応)

経年・劣化した給水所の計画的更新・改造

配水区域のブロック化

ブロック化パイロット事業の実施やブロック化計画策定及び実施



資料) 東京都水道局ホームページ

図 5.3.8 送配水システムと配水小管ブロックの概念図

(4) 応急給水・復旧に係る施設・体制の整備

地震が発生し水道施設の破損等により飲料水の供給が停止した場合には、都（水道局）及び区は、直ちに応急給水を実施するとしている。以下に、「千代田区地域防災計画(平成 16 年 9 月：千代田区)」、「江戸川区地域防災計画第 2 編震災編第 1 部震災応急計画（平成 16 年度修正：江戸川区防災会議）」及び東京都水道局ホームページより、応急給水・復旧に係る施設・体制の整備についてまとめた。

応急体制の整備

東京都では、緊急時における応急体制について以下のように定められており、断水区域を最小とする緊急配水調整を行い、断水区域を限定し、給水を継続しながら応急復旧を実施することとしている。

- 給水対策本部の設置
- 動員体制の確立
- 職員の再配置

応急給水

震災時の応急給水は、都（水道局）区の役割分担に従い、協力して次により行う。

a) 給水拠点での都区の役割分担

- 応急給水槽からの給水は、区が応急給水に必要な資器材等の設営及び被災者への応急給水を行う。
- 浄水場（所）・給水所では、都は応急給水に必要な資器材等の設営を、区は被災者への応急給水を行う。

b)運搬給水

○ 医療施設等への応急給水

後方医療機関となる医療施設及び重症重度心身障害児(者)施設等の福祉施設について、所在地区行政機関から都災害対策本部を通じ緊急要請があった場合は、都が車両輸送により応急給水を行う。

都災害対策本部を通じ緊急要請があった場合で、車両輸送を必要とするときは、給水タンク、角型容器等の応急給水用資器材を活用し、都水道局保有車両及び雇上げ車両などによって輸送する。

なお、生命維持に必要な最小限の飲料水として、1人1日3Lを基本として供給する。

c)拠点給水

応急給水槽・浄水場(所)・給水所等で応急給水を行う。

千代田区では、発災直後の混乱がおさまった後は、給水拠点を地区救援センター(区立小学校等を指定)又は避難所等(区立小・中学校等)に移設させ、災対区民生活部が給水活動を実施する。

表5.3.14 給水拠点一覧(近接施設を含む)

	給水施設		確保水量
千代田区 (近隣も含む)	芝給水所	港区	26,600 m ³
	本郷給水所	文京区	20,000 m ³
	日比谷公園内・応急給水槽	千代田区	1,500 m ³
	東郷元帥祈念公園内・応急給水槽	千代田区	1,500 m ³
	上野恩賜公園内・応急給水槽	台東区	1,500 m ³
	都立一橋高校・小規模応急給水槽	千代田区	100 m ³
江戸川区	西瑞江給水所	江戸川区	6,600 m ³
	葛西給水所	江戸川区	13,300 m ³
	都立篠崎公園	江戸川区	1,500 m ³
	区立宇喜田中央公園	江戸川区	1,500 m ³
	区立小岩公園	江戸川区	1,500 m ³
	都立大島小松川公園	江戸川区	1,500 m ³
	葛飾区立新小岩公園	江戸川区	1,500 m ³
	都立葛西南高等学校	江戸川区	100 m ³

資料)「千代田区地域防災計画」平成16年9月 千代田区

「江戸川区地域防災計画 本編第2編第1部震災応急計画」平成16年度修正 江戸川区防災会議

資器材の保有

千代田区及び江戸川区のそれぞれが応急給水用資器材を確保しており、各地域防災計画に明示している。

表5.3.15 事業所で保有の応急給水用資器材（千代田区）

	給水タンク 1m ³	角型容器			応急 給水栓	ホース			エジソン ポンプ
		10L	20L	30L		20m	5m	1m	
中央支所	3基	100個	150個	—	4基	2本	2本	2本	—

資料)「千代田区地域防災計画」平成16年9月 千代田区

表5.3.16 応急給水用資器材（江戸川区）

	給水タンク			ろ過機	給水袋	ポンプ
	1m ³	0.5m ³	20L			
区備蓄分合計	40個	2個	632個	36台	15,000枚	5台

資料)「江戸川区地域防災計画 本編第2編第1部震災応急計画」平成16年度修正 江戸川区防災会議

施設の復旧

平成18年3月に東京都から発表された上水道の被害想定及び復旧予測については、復旧までの具体的な復旧活動等は示されていない。しかし、「東京都水道局震災応急対策計画（平成12年1月改定）」では、復旧活動について以下のような想定がなされている。

表5.3.17 段階的な管路復旧目標（参考）

段階	復旧活動		復旧想定 箇所数
発災～3日目	重要路線を優先し被害状況を調査 必要に応じた断水、系統変更作業の実施 効率的な復旧に向けた計画の作成	人員、材料等の体制が整い次第、可能な限り復旧作業を行う	63 (2%)
4～10日目	重要路線を優先し復旧作業を実施する。 ・断水、系統変更作業の実施 ・修繕(復旧)作業 ・復旧に伴う通水作業	主に、第一次重要路線の復旧	752 (25%)
11～20日目		主に、第二次重要路線の復旧	1,867 (62%)
21～復旧まで		主に、一般路線の復旧	2,993 (100%)

注)被害想定及び管路復旧想定は、平成9年8月に発表した「東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書」の数値を採用した。

資料)「東京都水道局震災応急対策計画（平成12年1月改定） 資料2-1」東京都水道局

平成12年発表の「東京都水道局震災応急対策計画」では、あらかじめ決められている重要路線、重要点検箇所を優先して、被害状況の把握が行われることになっている。その後、必要に応じた断水、系統変更作業が実施（制水弁閉止）されると同時に、効率的な復旧に向けた計画が作成される。ここまでの復旧は、発災から3日目までと想定されている。

その後、路線の優先順位を考慮して断水・系統変更作業、修繕（復旧）作業、復旧に伴う通水作業が行われる。これが4日目から順次行われ、復旧まで30日と想定されている。

平成 12 年発表の復旧活動は、平成 9 年の被害想定に基づいたものであるが、想定された被害にあわせて復旧体制を整備し、時系列的に復旧目標を設定することで、復旧活動が円滑に進み、その進捗が把握しやすいように復旧計画が立てられている。平成 18 年の被害想定についても、同様の計画が立てられ、復旧までの日数が算出されている。

2) 関係機関との連携による対応

今回のケーススタディでは、水道供給者側からの必要水量及び供給可能量の検討を行った。ところが、必要水量を供給可能量が上回り、全体として水量が確保される場合でも、個々の需要者レベルで見れば、断水率が 0 になるまでは蛇口からの水を利用できない住民あるいは事業者がいるということである。そのため、飲料水のみならず生活用水が不足する場合の対応について、検討しておくことが重要である。

断水が生じた場合、水道の代替として考えられるのは、ボトルウォーターや井戸水、河川水の利用であるが、ここでは井戸水、地下鉄トンネル湧水、雨水貯留水、河川水の利用について述べる。なお、以下の記述は、第 3 回 緊急時水循環機能障害リスク検討委員会（平成 18 年 3 月 15 日）で発表された資料 2-1 を参考にしたものである。

(1) 緊急時における井戸水の利用

利用可能性

a) 千代田区

千代田区内の浅部地下水は、江戸川区の浅部地下水よりも塩類濃度も低い。そのため、今後も、H16 年度の全井戸利用実績（878m³/日）程度の量は、飲用を除く生活用水全般への利用が期待できる。ただし、江戸川区同様、すべてポンプ揚水であるため非常用電源の確保が必要である。

b) 江戸川区

江戸川区内の浅部地下水は、水質が良くないと考えられる。50m 以深の井戸を対象にすれば、飲用を除く生活用水全般に緊急時利用が可能と考えられる。H16 年度の利用実績は 1,468m³/日あるものの、すべてポンプ揚水であるため非常用電源の確保が前提となる。

利用時の連携

住宅や事業所が密集している区部においては、井戸水を飲用として利用することは望ましくないが、平常時の水質について保健所等が把握している情報をもとに、利用者が適切な判断のもと協力して利用する場合は、緊急手段として有効な場合もありうる。平常時に飲料用に利用されている井戸の周辺においては、水道事業体が飲用時の注意喚起等を行うことも重要である。

また、雑用水として利用しようとする場合は、ろ過等の方法について水道事業体や建築関連部署等で衛生工学的に指導を行うことが重要である。なお、千代田区の場合、雑用水としての利用に備えて「災害協力井戸」が 25 箇所指定されており（平成 8 年度指定済）、区民が直接給水を行うこととされている。

消防用水として利用しようとする場合は、事前の貯留がなければ利用は難しいため、環境あるいは水道関連部署と東京消防庁とが事前に情報を共有し、利用可能性について検討しておくことが望ましい。

(2) 緊急時におけるビル貯留水等の利用

利用可能性

千代田区及び江戸川区では、学校のプールや受入槽などの水の備蓄を呼びかけ、ビルなどで普段使われている雨水利用槽などの活用を地域防災計画に盛り込んでいる。飲用を除く生活全般に適用できると考えられる。

利用時の連携

利用については区の地域防災計画で位置づけ、水道部局と建設部局とが情報を共有し、ろ過等の簡易な濁度の低減方法等について指導を行うことも重要である。

(3) 地下鉄トンネル湧水の利用

利用可能性

千代田区の内外近傍には複数の地下鉄トンネル内湧水の排水ポンプ場があり、定常的なトンネル内湧水は、飲用を除く生活用水全般に適用できると考えられる。ただし、緊急時に確実に利用するためには、非常時電源を確保する必要がある。

利用時の連携

東京地下鉄株式会社などと水道、下水道、消防部局が情報を共有し、利用にあたって取り決めを行っておくことが必要である。

(4) 雨水貯留水の利用

利用可能性

江戸川区及び千代田区内の雨水貯留水は、飲用を除く生活用水全般に適用できると考えられる。ただし、緊急時の利用を確実なものとするためには、日頃から貯留量について留意しておく必要がある。

利用時の連携

利用については区の地域防災計画で位置づけ、水道部局と都市整備局とが情報を共有し、ろ過等の簡易な濁度の低減方法等について指導を行うことも重要である。

(5) 緊急時における河川水利用

利用可能性

千代田区及び江戸川区の河川水質は概ね BOD(75%値)で 2~3mg/L であることから、阪神・淡路大震災時アンケート調査結果を踏まえると、消防用水やトイレ用水が主な用途になるものと考えられる。

消防用水の場合、水質レベルに対する要求はほとんどないため、利用用途としては最も可能性が高い。ただし、河川構造による障害（ポンプピット等がない）が多数報告されていることから、水質以外の面で利用が制限される。

なお、今回対象としている千代田区、江戸川区周辺の河川においては、以下のような特性が考えられる。

- 水量、水質

感潮区間であり水量としては、特に問題ない。しかし、海水が混入することがあるため用途が限定される可能性がある。

- 取水場所

江戸川区周辺を流れる荒川、江戸川などでは高水敷もあり、取水場所として考えられる箇所が多い。千代田区内を流れる神田川等は擁壁護岸となっているが、係船施設がいくつかあるため、これらを利用して取水できる可能性がある。

利用時の連携

取水場所、取水可能量等について河川部局及び消防庁の間で情報を共有し、具体的取水方法について検討を行う必要がある。

第5章の参考文献

- 1) 国土交通省河川局：全国の河川における「フレッシュ度」について、平成 17 年 5 月
- 2) 第 1 回緊急時水循環機能障害リスク検討委員会、資料 4-1、平成 17 年 11 月
- 3) 国土交通省淀川河川事務所：淀川管内図
- 4) 清水康生：震災リスクの軽減を目的とした大都市域における水循環システムの再構成に関する研究、平成 14 年 3 月
- 5) 淀川水質協議会：ホームページ (<http://www.yodosuikyo.jp/>)
- 6) 国土交通省淀川河川事務所：ホームページ (<http://www.yodogawa.kkr.mlit.go.jp/>)
- 7) 国土交通省河川局監修・社団法人日本河川協会編：日本河川水質年鑑 2003
- 8) 眞柄泰基監修：水道水質事典、日本水道新聞社、平成 14 年
- 9) 財団法人水道技術研究センター：浄水技術ガイドライン 2000、平成 12 年
- 10) 佐々木隆：上水高度浄水処理における水質管理と新しい固液分離技術
- 11) 日本環境管理学会編：水道水質基準ガイドブック、丸善株式会社、平成 16 年
- 12) 東京都総務局：首都直下地震による東京の被害想定（最終報告）平成 18 年 3 月
- 13) 東京都水道局：東京都水道局震災応急対策計画、平成 12 年 1 月
- 14) 東京都：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書、平成 9 年 8 月
- 15) 自治省消防庁震災対策指導室：東京圏における防災空間ネットワーク形成推進方策策定調査報告書、平成 8 年 3 月
- 16) 京都市防災水利構想検討委員会：京都市防災水利構想 ホームページ (<http://www.city.kyoto.jp/shobo/pdf/kyo-bousai.pdf>)
- 17) 社団法人日本水環境学会：「阪神・淡路大震災による水環境への影響と対策（報告書）」、平成 9 年 6 月
- 18) 東京都：平成 16 年事業所・企業統計調査報告（簡易調査） 第 5 表 産業小分類、区市町村別事業所数及び事業者数、平成 18 年 2 月
- 19) 東京都：東京都の医療施設(平成 16 年)、平成 18 年 3 月
- 20) 空気調和・衛生工学会：空気調和・衛生工学便覧<第 13 版> 4 給排水衛生設備設計編、2001 年 12 月
- 21) 内閣府防災担当：ホームページ (<http://www.bousai.go.jp/manual/w-3-a.htm>)
- 22) 千代田区：千代田区地域防災計画、平成 16 年 9 月
- 23) 江戸川区防災会議：江戸川区地域防災計画、平成 16 年度修正
- 24) 第 3 回 緊急時水循環機能障害リスク検討委員会、資料 2-1、平成 18 年 3 月
- 25) 東京都：平成 16 年都内地下水揚水の実態 (http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/kaizen/kisei/mizu/chikasui/h16yousui_data/h16index.htm)

6 緊急時のリスクに対応した連携方策（案）のとりまとめ

緊急時の水に関するリスクを回避・低減するための対策としては、まず水道事業者が自助努力として実施可能な対策を行い、それと同時に住民や事業者といった需要者側が自らリスクを回避・低減する対策を実施することを基本とする。そして、これらの対策に加えて、これまではあまり重視されてこなかった水道事業者とそれ以外の事業者等がそれぞれ連携し、水に関するリスクを最小化するための対策も実施していく必要がある。

こうした考え方を踏まえ、5.の「公共用水域の水質リスク」及び「都市域の水リスク」を対象としたケーススタディの結果をもとに、今後、連携が必要なリスク対策を中心に考え方を整理した。

6.1 リスク対策の考え方

6.1.1 実施主体別にみた水リスク回避・低減対策

4で示した緊急時の水に関するリスク回避・低減対策の大項目を実施主体別に分類すると、図6.1.1のようになる。図中の囲みのない対策については、それぞれの主体が個別に行うべき対策であるが、図中の二つまたは三つの円が重なった部分に位置する対策（囲みで示したもの）は、水道事業者、個人や家庭等の民間、水道以外の水循環に関わる事業者等が連携して行う必要がある対策である。

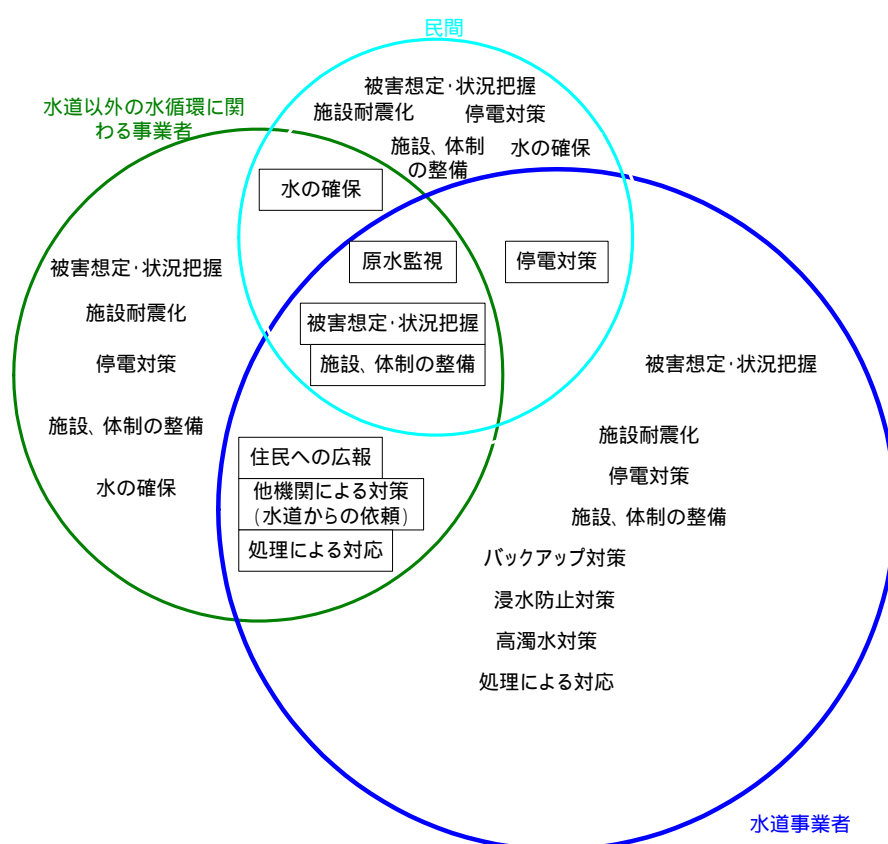


図6.1.1 実施主体別にみた緊急時の水に関するリスク回避・低減対策の分類

6.1.2 国の提言等における考え方

以下では、国の提言等を整理し、緊急時におけるリスクに対する実施主体別の基本的な考え方を示す。

総理府中央防災会議の首都直下地震対策大綱では、首都直下地震におけるライフラインの事前対策について、以下のように記されている。

「電気、水道をはじめとするライフラインは、災害時の救助・救命、医療救護及び消火活動などの応急対策活動を効果的に進める上で重要となる。

このため、地震時にライフライン機能が寸断することがないように、ライフライン事業者は、特に、3次医療機関等の人命に関わる重要施設への供給ラインの重点的な耐震化等を進める。道路管理者は、ライフライン事業者と協働して、共同溝や電線共同溝整備を推進する。

施設が被災した場合にも、機能停止に至らないよう、ライフライン事業者及び施設の管理者は、多重化、分散化を図る。

震災後の公衆衛生の保全、雨水排水機能の確保のため、下水道事業者は下水道施設の耐震化を進める。」

また、応急対策として、「首都中枢機関及び特に人命に関わる重要施設に対しては優先的に復旧させるなど、早期に復旧できるよう人材確保や資機材の配備など復旧体制を強化する。」こととされており、続けて「復旧にあたっては、各ライフライン・インフラ間の「相互依存性」にも考慮する。」とされている。

さらに、行政による公助の限界について明記し、自助及び連携の必要性について以下のように記されている。

「首都直下地震では、多様な被災事象が大規模かつ同時に発生して、その影響が全国、世界へと波及していく。膨大な規模に及ぶ被害を軽減させるためには、行政による公助だけでは限界があり、社会のあらゆる構成員が相互に連携しながら総力を上げて対処していく必要がある。」

このように、総理府中央防災会議の首都直下地震対策大綱では、ライフライン機能や交通機能の低下が生じないように、緊急時の事前、事後それぞれに、ライフライン事業者等が自ら実施すべき対策が示されているのとあわせて、行政による公助の限界及び社会のあらゆる構成員の相互連携の必要性について指摘されている。

6.1.3 ケーススタディに基づく連携を必要とする対策の評価

6.1.2で述べたとおり、ライフライン機能の低下に対して、行政による公助だけでは限界があり、社会のあらゆる構成員が相互に連携することが必要との認識が「総理府中央防災会議の首都直下地震対策大綱」に示されている。また、5で実施したケーススタディでは、水道事業者が自ら行うべき対策を実施するだけではリスクを回避・低減するのに十分でなく、量的かつ質的な被害が大規模化あるいは長期化する可能性が示唆された。

関係者間の連携が重要という上記の認識を踏まえ、4で挙げた連携を必要とするリスク対策のうち、特にその必要性が高いと認識されるものを評価した結果が表6.1.1である。評価にあたっては、5の「公共用水域の水質リスク」及び「都市域の水リスク」のそれぞれのケーススタディから、重要性や緊急性が高いと判断されるものを二段階（☐, ☐)で評価し、総合評価としては、どちらか一方が ☐ であるもの、または両方に ☐ や ☐ が付けられたものを「より高い連携の必要性がある対策」とした。なお、それぞれのケーススタディにおいて関連しなかった対策については無印とした。

以下では、より連携の必要性が高い対策、連携が行われることが望ましい対策の順に、基本的な考え方を述べる。

表6.1.1 ケーススタディに基づく連携を必要とする対策の評価

実施主体 区分	リスク対策		評価			
	大項目	小項目	ケーススタディによる評価			総合 評価
			公共用水域		都市域	
3つの主体と もに連携	被害想定・状況把握	連携して行うべき被害想定と状況把握	浄水処理による対応可能性を把握する上で、下水処理場等の被災時における有害物質の流出想定を行う必要がある。	緊急時の迅速かつ的確な対応を可能とするため、被害想定をより精緻なものとする必要がある。		
		消防用水等の用途別必要水量の算定		用途に応じた応急給水対策を講じるため、用途別必要水量の算定を行う必要がある。		
	施設・体制の整備	水道以外の水源からの取水、運搬体制整備		水道からの供給が停止した場合であっても必要水量の供給が確保されるよう、代替水源からの取水、運搬体制を確立する必要がある。	○	
		資機材の保有		施設の応急復旧を迅速に行うため、独自または他機関との融通により、資機材の保有に努める必要がある。		
		緊急連絡体制の整備	水質汚染事故の状況を的確かつ迅速に把握し、適切な対策を講じるため、関係者間の相互連絡体制を整備しておく必要がある。	応急給水・復旧活動を迅速に進める上で、電気事業者や下水道事業者等との連絡体制の確立を図る必要がある。		
	原水監視	他機関からの情報収集による原水水質把握	上流の原水水質を単独で把握することは困難かつ非効率であるため、流域の関係者間で水質情報を共有化する必要がある。			
	水道事業体と民間で連携	停電対策	関係機関による停電対策の強化	水道水の供給リスクを軽減する上で、水道の基幹ルートに関連する施設の停電対策を強化することは有効である。	○	○
水道事業体と水道以外の水循環に関わる事業者等の連携	住民への広報	応急給水・復旧に関する情報		都市機能が集中する地域では、特に被害の影響が大きいため、応急給水・復旧に関する情報を的確に発信する必要がある。		
		水質に関する情報	浄水水質の安全性が懸念される場合には、住民に対して煮沸の実施等と呼びかける必要がある。	○ 衛生面の事故を防止する上で、応急給水及び代替水源の利用法について住民に周知する必要がある。	○	
	他機関による対策	河川管理者による対策(水道からの依頼)	取水停止時間の短縮を図る上で、堰操作によるフラッシュ放流等、河川管理者で対応可能な対策の実施が望まれる。			
		下水道における対策(水道からの依頼)	下水道に起因する被害を未然に防止するため、合流改善や施設耐震化等、下水道部局で対応可能な対策の実施が望まれる。	○		
	処理による対応	オイルフェンス等の設置(水道からの依頼)	汚染された水を取水することは施設上、好ましくないため、オイルマットの設置等、河川管理者で対応可能な対策を行う必要がある。	○		○
民間事業者と水道以外の水循環に関わる事業者の連携	水の確保	水道以外の代替水源の確保		水道水の供給が十分でない場合に備えて、水道以外の代替水源を確保しておく必要がある。	○	○
		水の運搬、管理等		井戸水や雨水の運搬、管理について、関係者間で平常時から調整を行う必要がある。	○	

総合評価の凡例 ：より連携の必要性が高い対策，○：連携が行われることが望ましい対策

6.2 より連携の必要性が高い対策

6.2.1 被害想定・状況把握

震災等の緊急時における水循環系の被害は、連鎖的影響を受ける。河川の水道取水施設が被害を受け、水道事業者において取水が困難になることがある。また、施設の物理的損傷などの理由から下水処理場が機能せず、未処理水の流出や合流管の損傷などにより、水道水源が汚染され、水道原水の取水停止に陥る場合もある。一方、停電被害に加えて水道供給の停止あるいは断水が生じた場合、下水処理場では冷却水が不足するために自家発電設備が稼動不能となり、処理機能や揚水機能が停止する可能性がある。しかし、各事業体においては、他のライフラインや水循環に関わる機関の被害想定結果あるいは結果の一部のみ把握されているに過ぎず、想定的前提条件に関する情報は共有化されていない。

また、用途に応じた応急給水対策を講じるため、用途別必要水量の算定を行い、相互に情報を共有しておく必要がある。消防用水の確保は行政にとって特に重要な問題であるが、消防用水が必ずしも水道水である必要がないことから、平常時における水道事業者と消防部局との連絡調整が十分なところは少ない。しかし、地震発生直後の断水被害想定結果や地区別の火災想定結果の詳細情報や消防用水の確保に関する情報などは、関係機関が共有化し、それぞれに対策を講じておく必要がある。

また、消防用水以外にも不足が予想されるのが、ごみ収集車の洗浄水や清掃工場のボイラー水などの他、倒壊家屋等から発生する瓦礫を除去するのに用いる防塵用水などである。これらは、震災後約1週間後から数週間後に不足する可能性が考えられるが、主に震災直後に必要とされる消防用水と同様、必要水量を算定し市町村がとりまとめを行っている地域防災会議の関係者などで情報を共有しておくべきである。

したがって、地域防災計画の策定においては、緊急時の迅速かつ的確な対応を可能とするため、地震被害想定的前提条件及び想定結果を関係機関で相互に把握し、被災直後の被害想定ばかりでなく、その後の復旧状況も考慮した時系列的被害想定も相互に調整を図り、各機関の完全復旧まで被害想定をより精緻なものとする必要がある。

一方、水質汚染事故については、地震によって下水処理場や工場等が被災し、これらの施設から未処理水や有害物質が河川に流出することが懸念される。このような場合、河川水質は通常の想定を遙かに超えて、浄水場での処理の強化だけでは対応できなくなるおそれがある。このため関係機関が連携して、非常時における有害物質の流出を想定した河川水質予測を行っておくことが望まれる。

6.2.2 施設、体制の整備

大規模地震が発生した場合、同時多発的に発生する火災が延焼するのと同時に、数多くの配水管・給水管が破損して断水被害が生じるため、水道事業者は漏水を許容して残った水を火災の激しい地域に送水すべきか、市民の飲料水として確保すべきか、選択を迫られる事態が起こりうる。このような事態は、実際に既往の被災事例でも報告されており、消防用水など重要な用途への水道からの供給が停止した場合であっても必要水量の供給が確保されるよう、井戸や河川等の代替水源からの取水、運搬体制を確立しておく必要がある。

また、社会経済活動の機能回復は、電気、水道、道路等のライフラインの復旧状況に大きく左右され、また、それぞれのライフラインの機能回復は、他のライフラインの復旧状況とともに変化するなど、様々な都市機能は相互に密接な関連性がある。応急復旧時に必要な資材や重機も他のライフラインと競合する場合があるため、独自または他機関との融通により、資機材の保有に努める必要がある。また、平常時から電気事業者や下水道事業者等の他事業者と緊急時の連絡体制の確立を図る必要がある。

一方、水質汚染事故時においては、的確な初期対応を図るため、事故の第一発見者（河川管理者である国土交通省の職員、事業体の職員、あるいは一般住民など）から関係各機関への情報の伝達が迅速に行われる必要がある。こうしたことを念頭におき、平常時においても他機関と綿密な連携を図り、被災後の復旧状況や水質汚染事故等の情報が迅速に共有されるような施設、体制の整備をしておく必要がある（図6.2.1）。



図6.2.1 緊急時における連絡体制のイメージ

6.2.3 原水監視

流域内に複数の都市が存在する地域では、上流域での都市活動が下流域に対して日常的に何らかの影響を及ぼしている。このような状態は地震等の災害時において顕著となり、例えば上流地域での地震発生に伴う下水処理場や工場等の除害施設の損傷、あるいはタンクローリー等の転落事故などに伴う汚染物質の河川への流出により、下流域の利水者が被る水質面のリスクは飛躍的に増大する。

河川水を浄水処理した後に飲料水として供給する水道事業者は、利水者の中でも河川水の水質に対する要求水準が最も高いことから、こうした水質リスクを事前に察知して適切な対応を図るため、例えば油膜計やアンモニア窒素計などによる取水地点での水質監視、あるいは魚類などを用いた浄水場内での毒物等の監視等を行っている。しかしながら、地震などの被災に伴って河川に流出する可能性のある数多くの物質に対して常時監視することは困難であり、また、特に小規模の水道事業者では、このような水質監視でさえ十分に行われているとは言い難い状況にある。

被災時に想定される水質リスクに対して、水道事業者は原水水質の異変を可能な限り事前に察知し、浄水処理の強化、あるいは一時的な取水停止と他の水源系統からの水運用の併用により、被害を軽減するための措置を図る必要があるが、こうした取り組みを水道事業者が単独で行うには限界があることから、水循環に関わる関係機関との連携により、水質監視・監視体制の強化、及び水質リスクを軽減するための各種対策を準備しておくことが必要である。

現在、全国の一級河川には、河川管理者である国土交通省が中心となり、水質汚濁防止連絡協議会が設置されている。こうした協議会には、河川管理者の他、上水道、工業用水、農業用水などの利水者が参画しているが、有害物質の河川への流出を関係者が早期に認知するためには、排出源としての工場や事業場にも参画を呼びかけ、異常事態の早期発見や早期解決に向けた情報共有を可能とする、水循環に係わる機関全体での情報ネットワークを構築することが望まれる。この仕組みの中で具体的に行う内容として、例えば以下のものが挙げられる。

平常時における準備

- ・関係機関に共通した常時監視が可能な項目の検討
- ・緊急時を想定した連絡・対応体制の整備（河川管理者，利水者，汚染原因者の参画）

緊急時における対応

- ・水質異常発見者またはあるいは水質事故の原因者による報告の義務付け
- ・予め整備された緊急時の連絡及び対応の実施

6.2.4 住民への広報

震災後などに住民へ広報すべき情報は、時系列的に変化する。発災直後から2、3日までは、断水状況や応急給水の実施場所などが被災者に必要とされるが、それ以降になると、これらに加えて復旧の見通し、入浴に関する情報などが求められるようになる。都市機能が集中する地域では、特に被害の影響が大きいが高層ビルなどへの水供給に関する対策については、被害想定ですら十分に把握されていない状況である。したがって、都市域における応急給水・復旧に関する情報の発信は、なお一層的確に行う必要があると考えられる。

水質に関する情報は、水道事業者がより積極的に周知に努めるべきものである。具体的には、ポリタンクなどにくみ置きされた水は沸騰させて飲むこと、水道管の破裂箇所からの噴出水や湧き水を飲用に使わないことなど、繰り返し周知することにより、衛生面の事故等を防ぐことができる。

これらの情報の発信については、個々の水道事業者が独自に行うよりも、一元的に発信される方が効率に間違いなく伝わるものと考えられ、保健所や市町村の防災部局など他機関との連携により取り組むべきである。

6.2.5 他機関による対策（水道からの依頼）

地震等の災害時において下水処理場や工場等が被災し、これらの施設から未処理水や有害物質が河川に流出した場合、浄水場では処理の強化や取水停止により対応を図ることとなるが、浄水処理による対応が困難となる原水濃度の継続時間が配水池の有効容量を超える場合、給水停止にまで至る可能性のあることがケーススタディより明らかとなった。このような状況に対して、水道事業者としては浄水処理の強化や一時的な取水停止と他の水源系統からの水運用の併用等の対策を図るとともに、堰操作によるフラッシュ放流等、河川管理者との連携による対策の可能性についても検討することが望まれる。

また、水道施設よりも下水処理施設の方が、施設の被災から復旧までに長期間を要する場合、下水処理施設の復旧状況に応じて水道供給の抑制を余儀なくされる可能性がある。このような現象は既往の被災事例でも見られており、下水処理施設の復旧状況が水道供給に影響を及ぼす可能性についても留意する必要がある。このため、下水道部局においては合流改善の他、施設の耐震化等の適切な対策を講じることが望まれる。

6.3 連携が行われることが望ましい対策

6.3.1 停電対策

電気事業者が行う停電対策は、電気事業者が自ら行うべき対策が中心であるが、水道や水道以外の水循環に関わる事業の基幹施設や、金融・保険、医療等の重要施設においては、断水リスクを軽減するため、自家発電設備の整備が必要である。また、これらの施設における停電の短期化、軽減化を図るため、電気事業者がネットワークを構築することも必要であり、そのためには電気事業者と他機関との間の綿密な連携が必要となる。

6.3.2 処理による対応

水源河川では、常に油流出等の突発的な水質汚染事故のリスクに晒されている。淀川における水質汚染事故の事例を表5.2.2に示したが、その原因に着目すると、交通事故のように原因が特定されているものもあるが、大半は原因不明となっており、関係者が事故の発生を早期に認知することが重要といえる。一旦、浄水場内に油で汚染された原水を取水してしまうと、浄水処理への障害や水道水に油臭をつけるだけでなく、凝集沈澱池やろ過池などの浄水施設が油で汚染され、これを復旧するために施設を洗浄・消毒したり、長期間にわたって浄水処理を停止させたりしなければならなくなることから、汚染された原水を取水することは極力避けるべきである。処理による対応としては、粉末活性炭の注入や薬品の注入強化といった水道事業者が自助努力として行う対策のほか、オイルフェンスやオイルマットの設置など、河川サイドで対応可能な対策も考えられることから、水循環に関わる機関の連携のもと、水源の段階で実施可能な処理による対応を講じることが必要と考えられる。

6.3.3 水の確保

震災時に不足する水量として算定された用途別水量のうち、必ずしも水道水を用いる必要のないものもある。用途別に整理すれば、消防用水及びトイレ用水等の生活用水がそうであり、代替水源としては、井戸水、ビル貯留水、地下鉄トンネル湧水、雨水貯留水、河川水、海水が挙げられる。

平常時においては、それぞれの水源において、用途別の必要水量算定結果を踏まえて、水循環に関わる各機関の供給体制、水備蓄・施設整備のあり方、取水場所及び具体的取水方法等について検討を行い、具体的対策を実施しておく必要がある。また、緊急時には、河川部局や消防部局等の水循環に関わる各機関で情報を共有し、迅速な対応にあたる必要がある。

7 今後の課題

本調査では、緊急時の水質リスク対策を検討するにあたって必要となる基本的事項を整理するとともに、モデル地域（淀川流域及び東京都23区）におけるケーススタディを通して、緊急時の水質リスク及び都市域における水利用に関するリスクを評価した。また、この結果を受けて、リスク等を回避・低減するための効果的な方策について取りまとめ等を行い、水道事業者が自ら行うべき対策の他、水循環に関わる機関の連携を必要とする対策、民間事業者等が自ら行う対策を抽出した。

この章では、今後さらに検討を進めるべき課題、及び重点的に進めるべきリスク対策の具体的内容について記す。

【緊急時における水質リスクの回避・低減方策に関する課題】

7.1 リスク論の観点からみた平常時と緊急時の供給水質のあり方

被災に伴う原水水質の悪化に対して、水道事業者は浄水処理の強化で対応を図るものの、供給水の水質は通常時よりも低下することが懸念される。また、浄水処理による対応が困難となり、水質基準値を超過するおそれがある場合には、給水停止に至ることとなる。水道事業者は、安全で良質な水道水を供給するため、水質基準を遵守することが不可欠であるが、一方、給水停止が様々な都市活動に及ぼす影響は甚大であるため、可能な限り通水の継続に努めることもまた、水道事業者に課せられた使命である。

このような認識のもと、病原生物、急性毒性物質、慢性毒性物質などの様々な水質項目が人体に及ぼす健康リスクと、飲用、雑用、消防などの利用用途を考慮して、緊急時における供給水質のあり方を整理することは意義があると考えられる。

7.2 浄水場でのリスク評価

緊急時における供給水質のあり方を検討する上では、浄水場に流入しうる有害物質に対して、リスク面からの評価を行う必要がある。この評価方法については、例えば次式により示される暴露マージン（MOE）を用いた方法があり、今後、具体的に検討を進めていくことが望まれる。以下、暴露マージンを用いた考え方の概要を示す。

$MOE = (\text{無毒性量 or 最小毒性量}) / \text{推定流入量} > \text{不確実係数}$
暴露マージン（MOE：Margin of Exposure）
暴露量がヒトや生物の無毒性量（NOAEL）に対してどれだけ離れているかを示す係数で、この値が大きいほど現時点の暴露量は有害性を発現するまでの余裕が大きいことを示す。
無毒性量（NOAEL：No Observed Adverse Effect Level）
実験動物を使った有害性試験で有害影響の頻度または強度が統計学的または生物学的に有意に増加しない最高の投与量を示す。
最小毒性量（LOAEL：Lowest Observed Adverse Effect Level）
有害な影響が頻度または強度において統計学的または生物学的に有意に増加した最低の投与量を示す。
不確実係数
安全係数に近い係数と考える。

- ・ 毒性量（濃度）については、浄水処理内容から評価する必要がある。
- ・ 推定流入量（濃度）については、取水位置での暴露分析の結果を活用する必要がある。
- ・ $MOE < 1$ の場合は、優先的に詳細な調査・解析・評価を行う必要がある。それ以外の場合には、下表に対応を分類する。
- ・ 「デ・タの不確かさ」を数値として明示し、評価構造に内部化している。不確か係数との相対比較でMOEの評価を行っている。仮に「悪影響の可能性あり」と判断されても、デ・タの信頼性の程度により、取るべきリスク管理の方策が異なる。

MOEと 不確か係数の 比較	不確か係数積 (U)		
	U = 10	10 < U 100	100 < U 10000
MOE > U	影響ないと判断 再評価の必要性について 考察	影響ないと判断 必要に応じ再評価の必要 性について考察	影響ないと判断
MOE U	悪影響を及ぼす事が示唆 され、優先的に詳細な調査、 解析及び評価等を行う必要 がある	悪影響を及ぼす事が示唆 され、詳細な調査、解析及 び評価等を行う必要があ る	悪影響を及ぼす事が示唆さ れ、詳細な調査、解析及び 評価等を行う
MOE算出不能	不足デ・タ(有害性あるいは暴露デ・タ)を早急に取得する		

7.3 非常時における浄水処理能力の見きわめ

淀川を対象としたケーススタディでは、地震によって下水処理場や工場等が被災し、これらの施設から未処理水や有害物質が河川に流出した場合の原水水質を予測した。また、浄水場で想定される除去率を河川水質予測結果に適用することにより、水道事業者としての対応可能性について評価を行った。この検討では、一般的な知見や水道事業者による室内実験の結果を参考にして、浄水処理による除去率を設定したが、日常的に経験している濃度範囲を遙かに超えた原水水質に対して除去率を定量化に示すことは困難であった。このため、水道事業者は非常時に流入しうる物質を日頃から把握し、各種の物質に対する浄水処理能力を定量化しておくことが望まれる。このような観点から、今後検討すべき課題として以下の事項が挙げられる。

○河川汚濁ポテンシャルを把握するための手法の検討

淀川を対象としたケーススタディでは、PRTR制度でリストアップされた物質とその取扱量を用いて、非常時に流入しうる物質と量の把握を行った。水道事業者はこのような取り組みを日頃から行っておくことが望ましく、その方法について検討することが必要と考えられる。

○浄水処理能力の精査

既往の事故事例、全国の浄水場の処理実態、浄水処理に関する一般的な知見をもとに、有害物質に対する除去能力に対する情報を収集・整理することが必要と考えられる。

7.4 水質の監視、管理に関する関係機関の連携

被災に伴って工場・事業場からの有害物質が河川に流出する等、想定される水質リスクに対して、水道事業者は原水水質の異変を可能な限り事前に察知し、浄水処理の強化、あるいは一時的な取水停止と他の水源系統からの水運用の併用により、被害を軽減するための措置を図る必要がある。こうした取り組みを水道事業者が単独で行うには限界があることから、水循環に関わる関係機関との連携により、以下に示すような水質リスクを軽減するための対策をあらかじめ検討しておくことが必要である。

検討事項

- ・ 関係機関において共通した常時監視が可能な水質項目、指標の検討
- ・ 緊急時を想定した連絡・対応体制の整備（河川管理者，利水者，汚染原因者の参画）
- ・ 有害物質の流出量、流出時間の的確な推定方法の検討及びこれらの情報の共有化
- ・ 水質異常発見者または水質事故の原因者による迅速で、的確な報告方策の検討

7.5 水源河川への有害物質流出における河川管理者等との連携

水源河川への有害物質の流出に対して、本検討では、浄水処理の強化、あるいは一時的な取水停止と他の水源系統からの水運用の併用等、水道事業者による自助努力の他、河川管理者等との連携として、河川流量のコントロールについて提案した。具体的には、汚染時間が長期間にわたることが想定される場合には、ダムや上流部の堰の操作によるフラッシュ放流による汚染継続時間の短縮や、下流の堰の操作による滞留防止などである。

しかしながら、ダムや堰の第一義的な目的は、治水・利水上の機能であり、現状の操作規則の中にこうした操作に関する記述は認められない。このため、緊急時におけるダムや堰の操作の実行可能性、効果等について、関係機関がどのような形で連携が可能かについて具体的な検討を行う必要がある。

また、さらなる緊急時における水質リスクの回避・低減方策について河川管理者、下水道事業者等との連携方策について、今後とも検討を行う必要がある。

【都市域における水利用リスクの回避・低減方策に関する課題】

7.6 地震被害想定及び状況把握等に関する関係機関との連携

地震に際しては、水道以外のライフラインの被害が相互に関連しており、停電などのように水道システムの機能低下につながるものがある。また、水道取水を行っている河川の上流域で地震が発生した時には、工場等からの有害物質の流出も想定され、取水に大きな影響を及ぼすことも予想される。

一方、水道復旧過程においては、ガスや下水道などと、復旧作業(資器材、業者など)が競合することもある。また、道路等の被害による交通規制や交通混乱は、応急給水作業や復旧作業の効率を低下させる。

しかし、現段階では、各機関が震源や地震規模等の基礎情報をもとに被害想定を行った後、それぞれの想定結果については、時系列的復旧状況など細部まで共有化されているとは言いがたい。

したがって、水道自体の構造物及び管路の被害予測のほか、関連部局との協議や地域防災計画等での被害予測に関する連携を強め、地区別被害状況や機能回復までの時系列的被害についての想定をより精緻に行っておくことが必要である。

7.7 社会生活を踏まえた総合的なシナリオの想定と対策の検討

震災時の水利用については、地域別想定結果をもとに社会生活等の復旧状況も考慮して検討する必要がある。行政機関(役所)は、震災直後も迅速に情報を収集し、対応にあたるべき機関であり、放送局は発災後に必要な情報を提供する機関であるため、どちらも震災直後から業務継続が必要である。また、病院は、被災者の手当て等を行うことにより、発災直後から通常と同様又は通常以上の水量を必要とする可能性がある。銀行等については、被災時に生じる様々な資金確保の局面に備えるためにも一般企業に先んじて業務活動を再開する必要がある。

そして都市域では、これらの機能が集積しているため、相互の影響を考慮しつつ、各機関の機能を維持する必要がある。したがって、これらの機関で想定される事象を時系列的に整理・算定し、その相互影響・供給可能性について検討を行い、機能が確保できるよう対策を講じる必要がある。

7.8 重要施設の耐震化と予備力の確保

前述の重要施設に至る管渠等が破損し、断水状態となった場合、従来は運搬給水による対応が行われていた。しかし、過去の阪神・淡路大震災や新潟中越地震においては、人工透析用の医療用水やX線撮影用の現像用洗浄水の不足の他、冷却用水の不足により人工呼吸器の停止や手術室の空調機能停止、治療用の照明不足などが生じた。

このような被害を教訓として、医療施設や福祉施設に至る管路を重要ルートと位置づけ、

耐震化や復旧の優先順位を高めることも必要である。

また、主要浄水場等が被災する場合も考慮し、予備力について検討を行う必要がある。震災により浄水場の一つが供給停止になった場合でも、予備力が確保されていれば対応が可能な場合がある。浄水場の施設能力の確認とあわせて、水源の多様化、配水系統のネットワーク化やブロック化を実施し、震災対策の強化を図る必要がある。

7.9 応急給水体制の整備

応急給水体制については、前述の水利用リスクの検討結果を受け、配水地の増設等により、バランスの取れた給・配水拠点を増強するとともに、応急給水や応急復旧に係る応急活動基地として必要となる設備をこれらの拠点に併設し、事後対策の充実を図ることが重要である。

また、重要施設が断水した場合には、これらの拠点を給水基地として給水車等による運搬給水を優先的に実践する。

一方、帰宅困難者のための飲料水等についても、その供給方法も含めて整備される必要がある。帰宅困難者数については、各自治体の地域防災計画において算定されているところも多くみられるが、それらの飲料水等の確保について、具体的検討がなされているところは少ない。給水栓からの応急給水ばかりでなく、ボトルウォーターの供給も含め、地域別に必要水量が確保されるべきである。

7.10 水道以外の代替水源確保及び取水方法の検討

震災時の消防用水については、水道が断水し消火栓からの水供給が困難となり、河川水や海水が利用されることもある。現在、東京都などでは、震災時の消防用水の確保は、水道に依存せず、貯水槽や河川などから確保することを前提としている。しかし、水道の消火栓からの水が利用できるか否かは消火活動にとって効率を大きく作用する。

井戸水、ビル貯留水等、地下鉄トンネル湧水、雨水貯留水、河川水など、水道水以外の代替水源はいくつか考えられるが、それぞれについて具体的取水方法、取水場所や制限取水量等について保健所や河川管理者等と消防部局で情報が共有化されているとはいいがたい。また、井戸水や河川水などの水質や利用可能性などは、都市域や農村など、地域の特性によっても大きく異なる。したがって、水道以外の代替水源の確保及び取水方法については関連機関が連携して、地域の特性に応じた検討を行い、緊急時の対応について取り決めておくことが必要である。