

II 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。

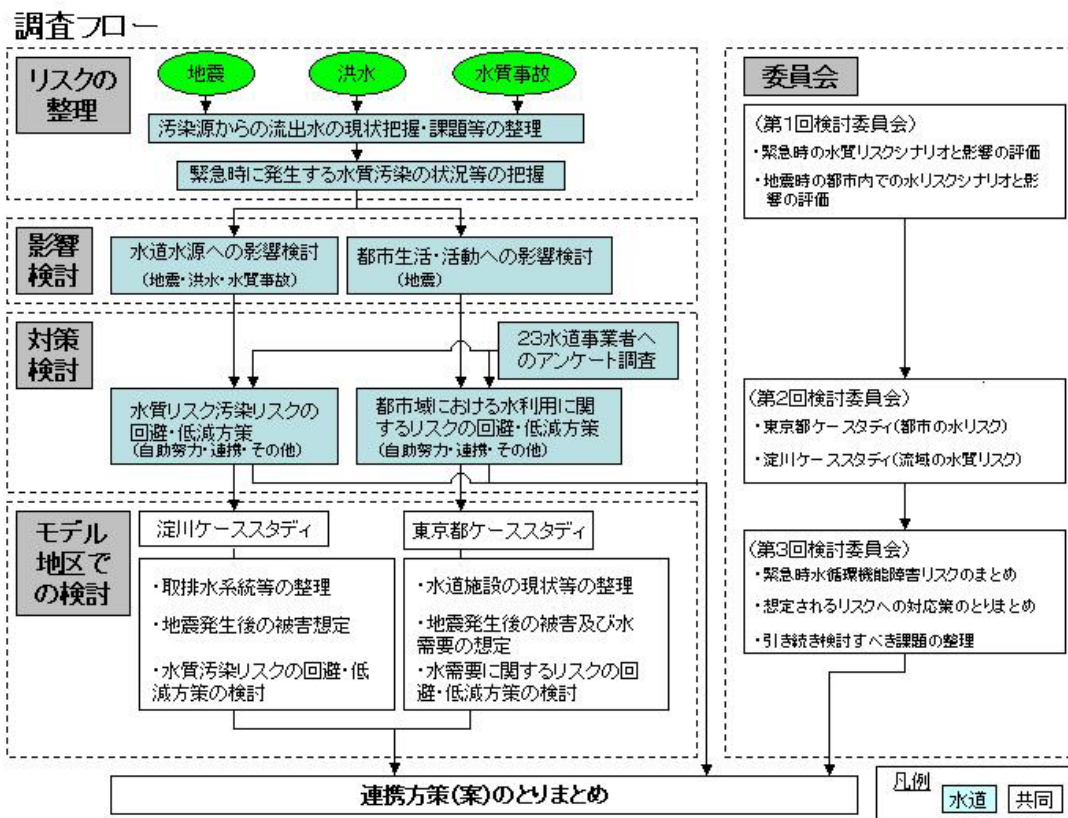


図 1.1.1 調査内容とフロー

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）。

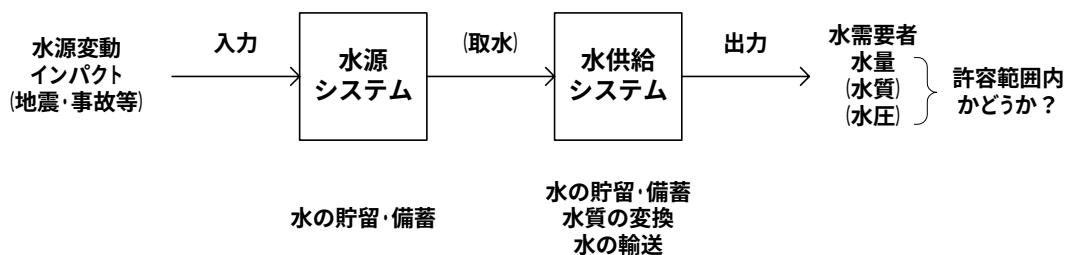


図 2.1.1 水の安定供給の概念

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。

- ① 頻度（回数）
- ② 規模（大きさ（地域的な広がりを含む））
- ③ 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。

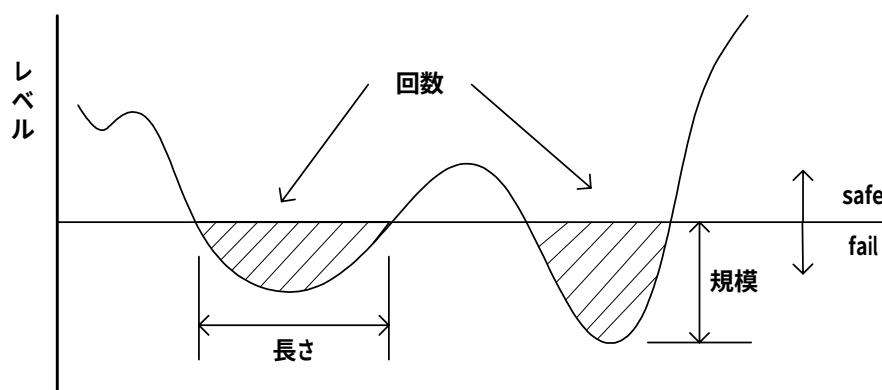


図 2.1.2 水危機の特性

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

- ① 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）
- ② 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阻害

- ・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阻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 ・島根県 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 ・島根県内 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 ・島根県 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 ・島根県内 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くと、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に、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、熊本県長岡村	
S36(1961).6	伊那谷水害	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		鳥羽市、名張市、嬉野市	
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	鳥根県西部豪雨	梅雨前線による集中豪雨	〔鳥根県〕 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、宮崎県〕 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〕 宮崎県内〔国富町、椎葉村〕	〔断水被害〕 北海道内 806戸 宮崎県内 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	〔宮崎県〕 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	宮崎県内	宮崎県内 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	〔宮崎県〕 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	宮崎県内	〔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 ・高濁水のための取水停止 ・停電による取水停止 〔断水被害〕 宮崎県内 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
		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>）

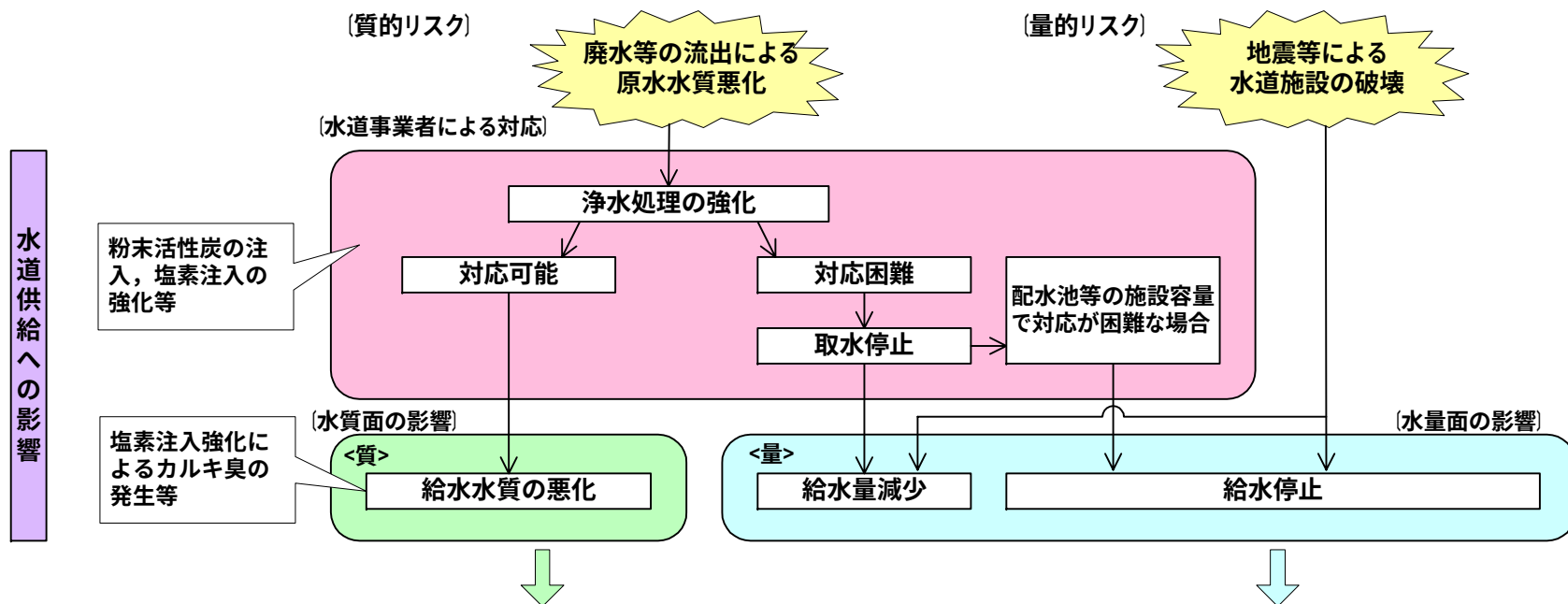
3 汚濁負荷による水道供給及び都市生活への影響

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) 車両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両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）

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）

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
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

① 被害想定の一貫性と他計画との整合

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。

② 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となるデータ（耐震性診断に必要となるデータ）
- ・ 管路の被害想定に必要となるデータ

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	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 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		
		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。

③ 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

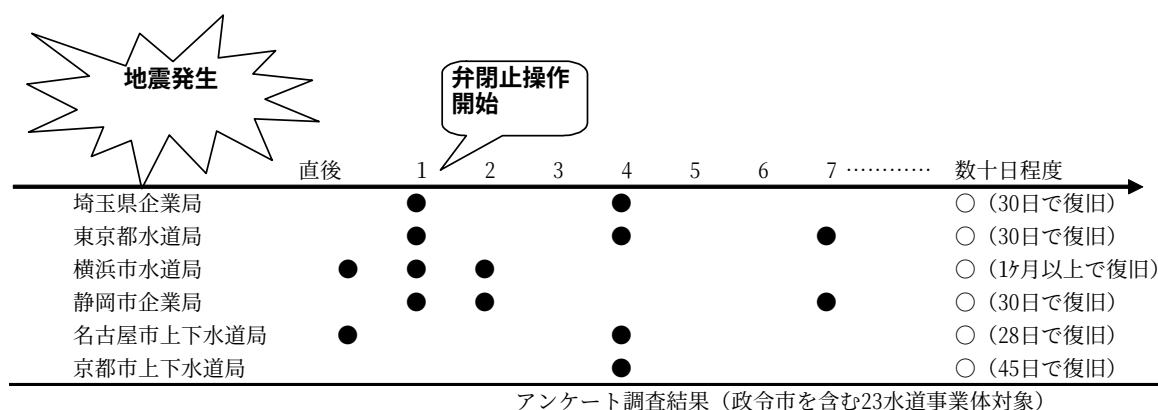


図4.2.1 時系列的な断水率算定

(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

① 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。

② 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（底版、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（底版下／底版 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（底版、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
	汚泥掻寄機	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

③ 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。

④ 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。

⑤ 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。

⑥ 電気機械類の耐震化及び、OA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。

⑦ 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。

- ① 既設配管とは別にループ状の配水幹線を布設する。
- ② 耐震性を有する管路を採用する。
- ③ 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。
- ④ ループ管には、数カ所の応急給水拠点を有し、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。
- ⑤ 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。

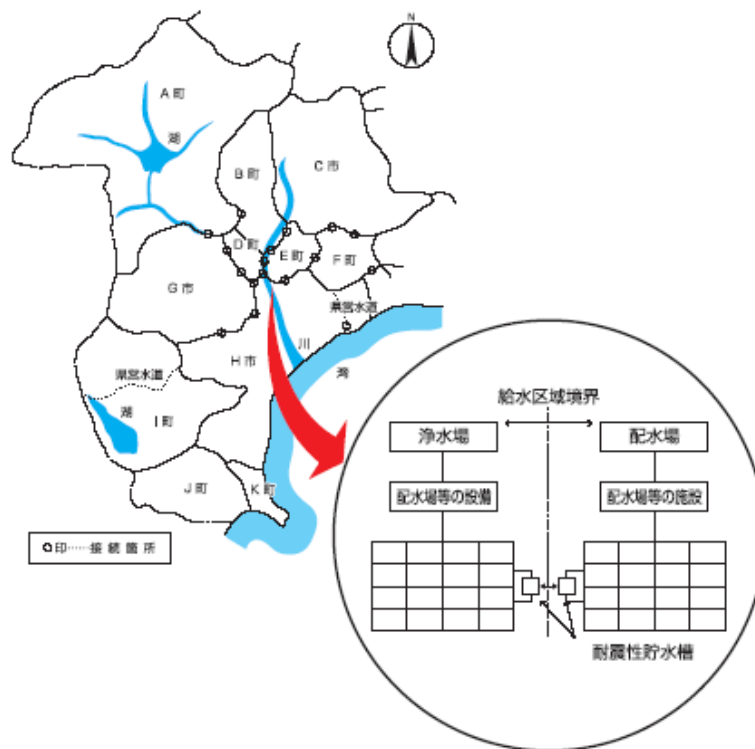


図 4.2.2 緊急連絡管の例

(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。

- ① 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。
- ② 配水管路を、幹線、本管、支管のように機能分割する。
- ③ 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。

- ① 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。
- ② 隣接ブロックからの連絡管で、バックアップができる。
- ③ 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。

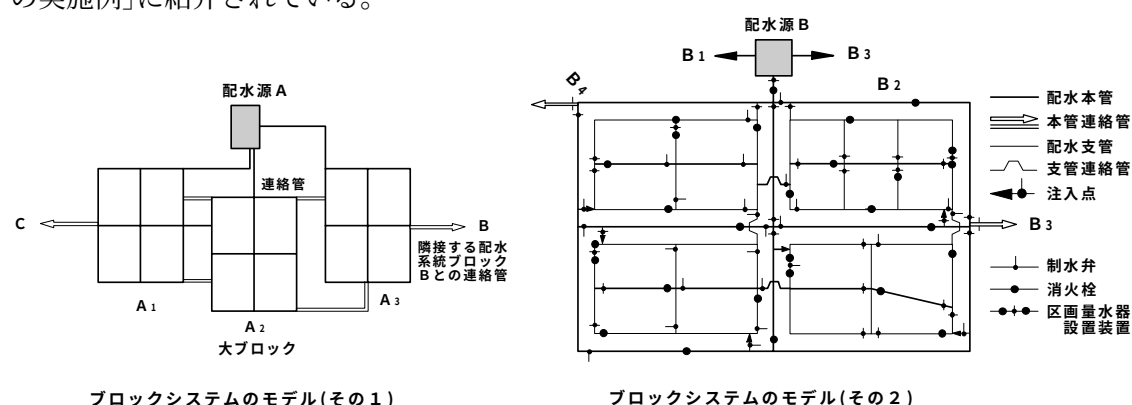


図4.2.3 ブロックシステムのモデル

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、耐震化の効率が低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。

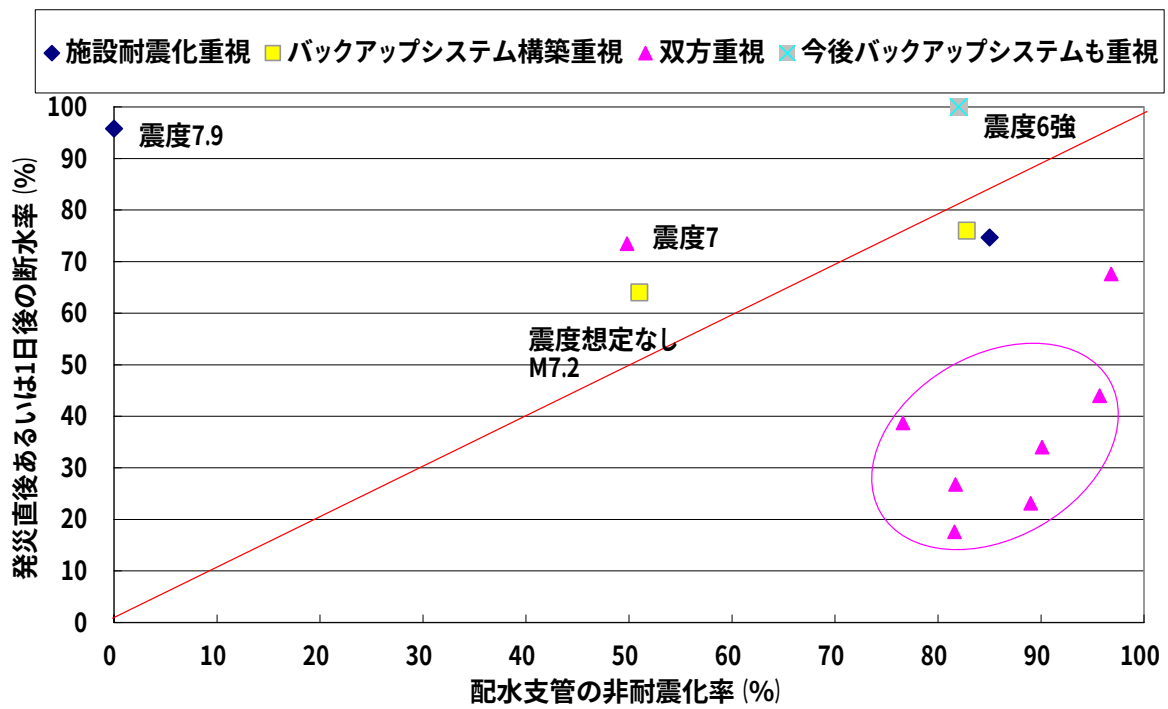
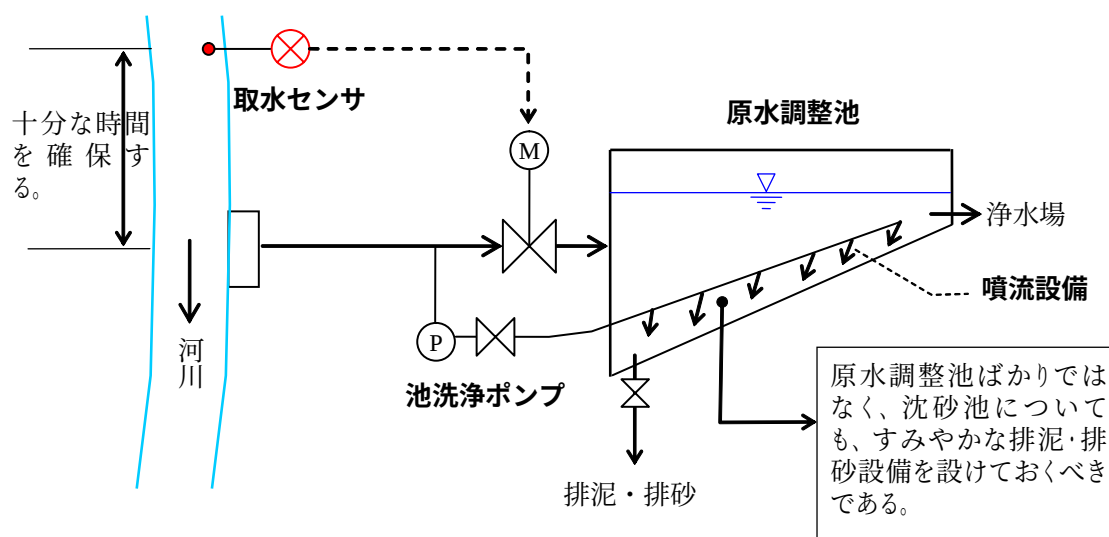


図4.2.4 断水率と耐震化の関係

(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

① 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。

② 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 水道施設の水害被害

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、縦方向に路面を侵食し、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。

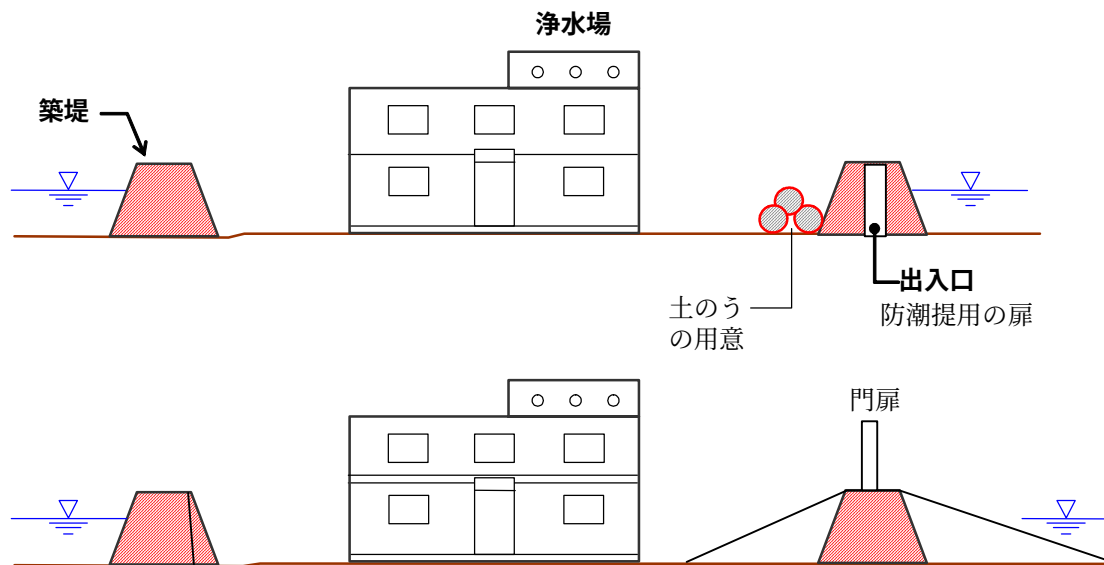
(1) 防水壁の設置

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、ヒービング、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

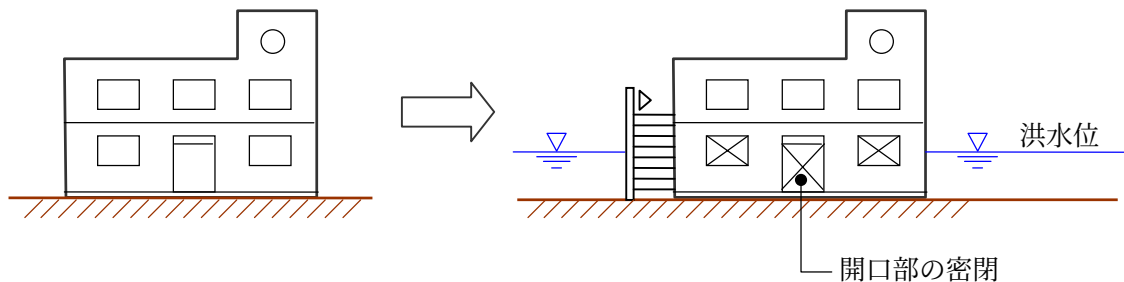
浸水した場合、浄水処理機能への影響を最小化するため、開口部の封鎖など、建物・池内部への浸水防止対策を検討する。

① 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）

② 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。

③ 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、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

① 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。

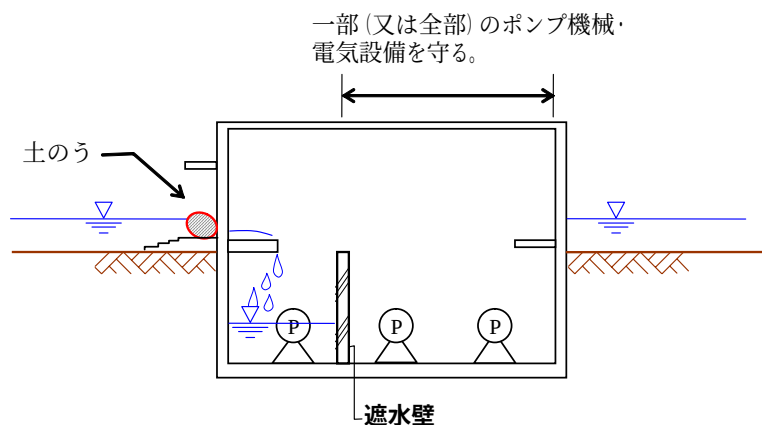
過去の水害被害では、フリーアクセス部の浸水により、中央監視制御設備が機能停止した事例がある。このため、機器だけでなく配線ルートへの保護にも留意する。

② 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)

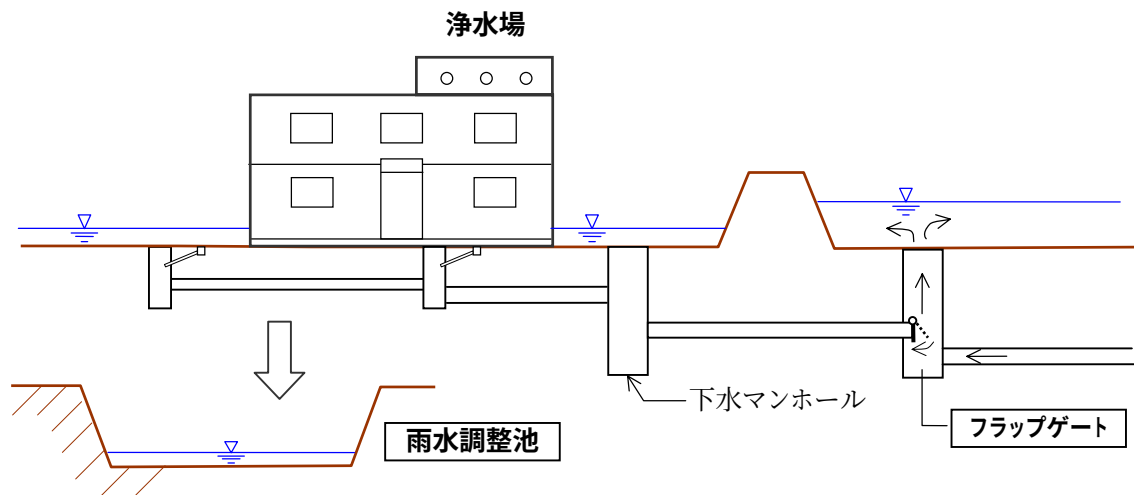
(4) 排水対策

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。

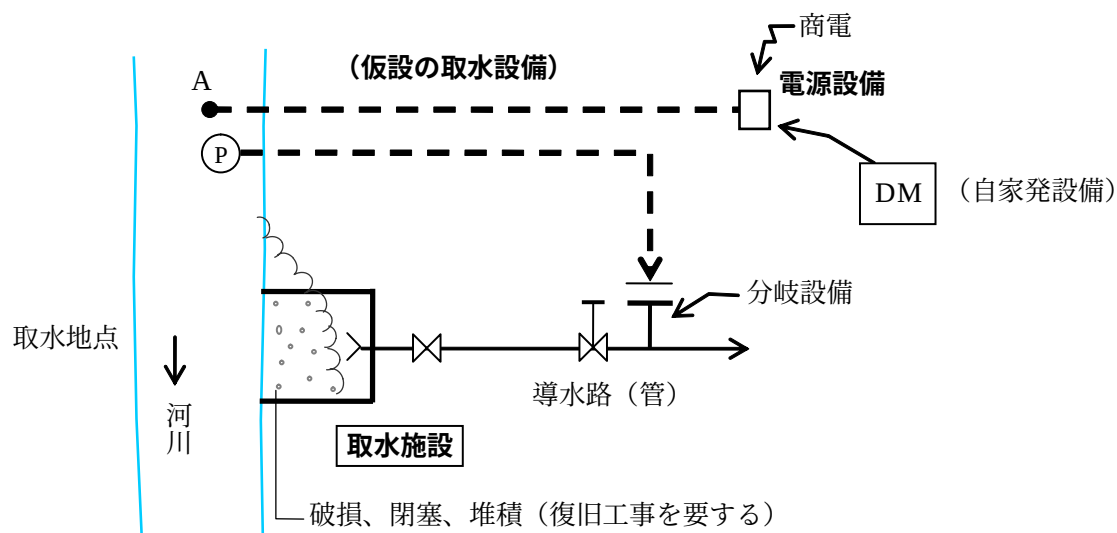
5) 高濁水対策

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（にごり水）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。

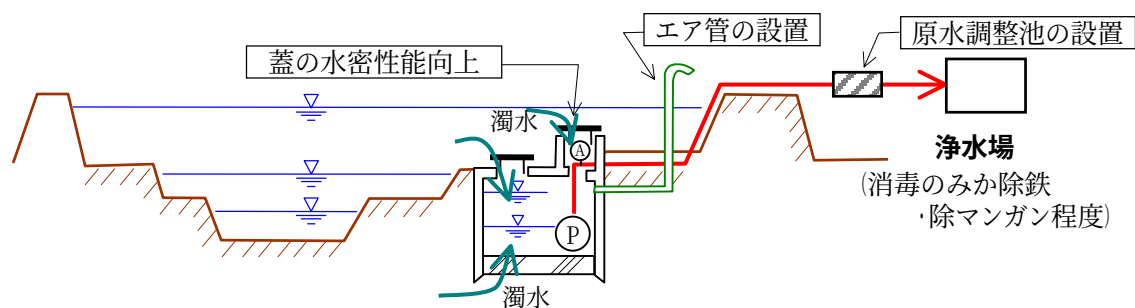


資料) 「水道の耐震化計画策定指針(案)の解説(平成9年5月)」水道技術研究センター

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〕

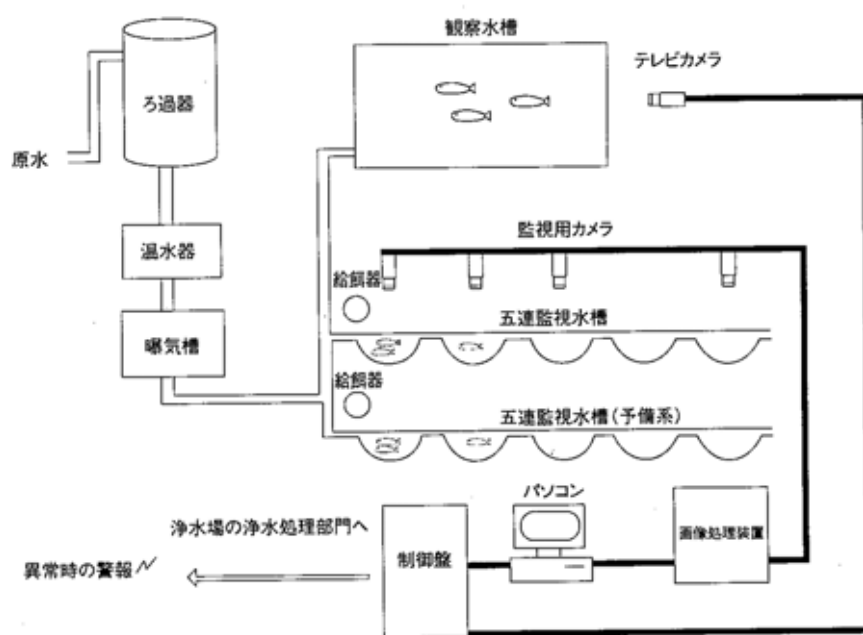
1) 原水水質の監視

(1) 水質計器による原水水質の常時監視

① 生物学的水質監視装置

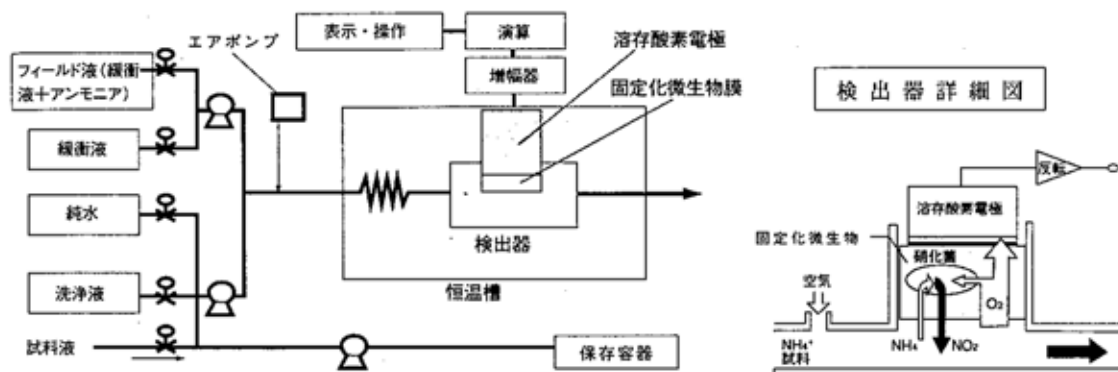
浄水場では、コイ、フナ、ウグイ、タナゴ等の水源域に生息する魚類を水槽で飼育し、目視観察をしながら、魚の遊泳行動に特別な異常が見られないことを以て、水の安全性を確認する一つの目安としている。これは、異常水質や多種多様な急性毒物に対して、魚類が敏感な反応を示すことを利用したものである。魚類の行動を常時観察していれば、水質汚染事故を早急に検知できることから、広く推奨・普及されている。このように、化学物質等の有害性を評価する方法に使用された生物は、脊椎動物、無脊椎動物、藻類、菌類等、多種にわたっており、近年では、細胞や遺伝子が用いられつつある。

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。



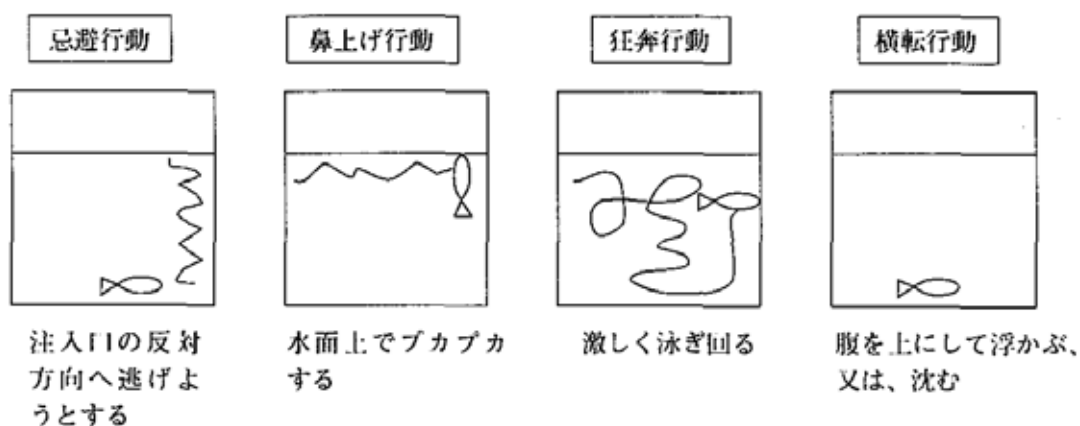
資料）社団法人 日本水道協会：突発水質汚染の監視対策指針（2002）、p.133

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）



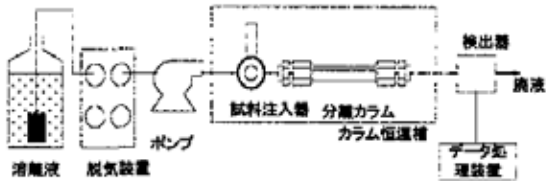
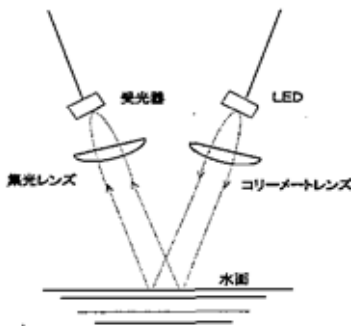
資料）社団法人 日本水道協会：突発水質汚染の監視対策指針（2002）、p.159

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

② 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見測できるため、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。

- ① 都県市（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
- ② 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
- ③ 都県市（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
- ④ 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。

① 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。

② 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。