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）。

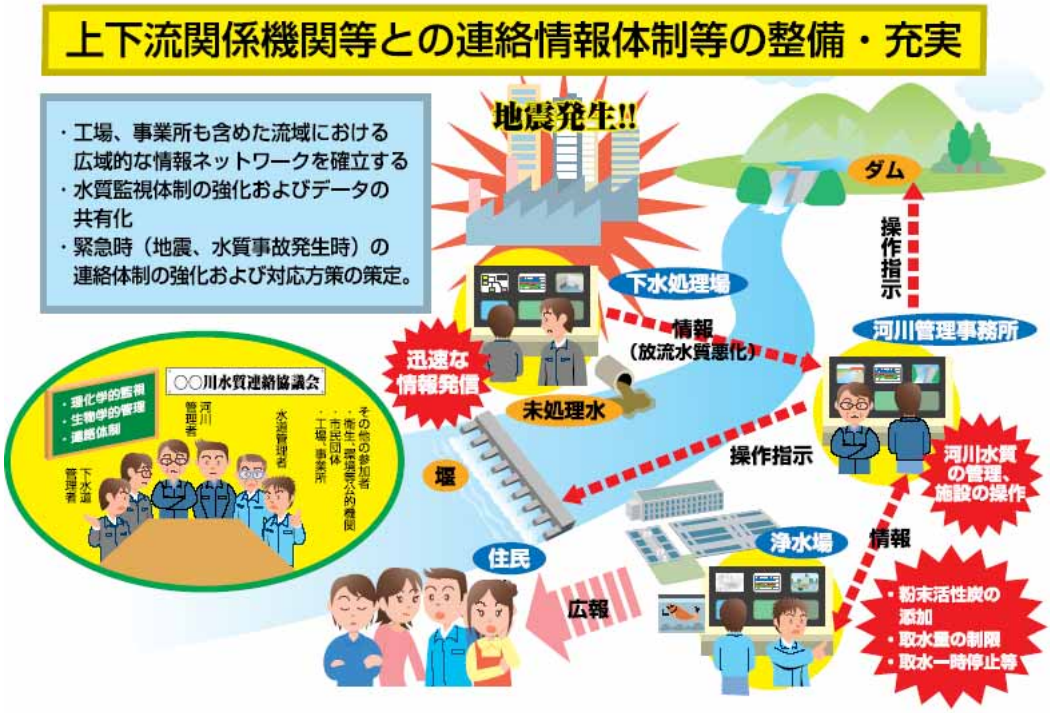

図6.2.1　緊急時における連絡体制のイメージ

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、緊急時においては、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＝（無毒性量 or 最小毒性量）／推定流入量　＞　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。
・ 「データの不確実さ」を数値として明示し、評価構造に内部化している。不確実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、デー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と不確実係数の比較	不確実係数積（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	不足データ（有害性あるいは暴露データ）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体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言いがたい。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。