

災害時における医療用水の安定確保に向けて

島崎 大*1 秋葉道宏*2

*1 国立保健医療科学院生活環境研究部水管理研究領域 *2 国立保健医療科学院

key words : 医療用水, 断水, 災害対策, 事業継続計画, 情報交換

要 旨

過去の震災においても、水道水の供給制限や断水により医療活動に重大な支障をきたした例が散見されている。災害時において医療用水を安定確保するうえで、各医療機関の医療用水供給に係る対策をハード面、ソフト面双方で整備しつつ、水道事業者など関係各所とのさらなる情報交換や連携を推進することを通じて、対策の実効性を高めることが望まれる。

1 はじめに

医療機関においては、平常時および災害時を問わず、医療用水を常時かつ安定して確保することが求められている。医療用水の主な用途は、様々な医療行為（診察、手術、透析、医療機器の洗浄と滅菌、感染症対策など）に加えて、入院患者の生活（調理、トイレ、入浴、洗濯など）や医療機関の施設運用（空調、ボイラー、清掃、散水など）と多岐にわたっている¹⁾。仮に災害等の発生により水道水の供給制限や断水が生じれば、上記の活動全般に多大な影響を及ぼし、緊急医療活動にも重大な支障をきたす。中でも、透析医療にはきわめて多量の医療用水が必要となるため、水道水の供給制限や断水はただちに深刻な事態を招くこととなる。

最近の例として、平成24年5月に発生した利根川・江戸川水系でのホルムアルデヒド前駆物質（ヘキサメ

チレンテトラミン）流出事故がある。この時は、同水系の複数の浄水場において水道水中のホルムアルデヒド濃度が基準値を超過したことにより、取水停止や給水停止の措置が取られ、千葉県内では5月19～20日にかけて5市で断水や減水が発生、約87万人が影響を受けたことが記憶に新しい。本誌においても、千葉県透析医会および千葉県臨床工学技士会が5月19日に合同災害対策本部を設置、同域内には慢性維持透析患者が約3,300名在住しており、1施設にて患者の移送を行ったことが報告されている²⁾。

さらに、災害等の発生によって医療用水の水質面にも変化が生じる可能性についても留意する必要がある。医療用水に求められる水質は上記の各用途に応じて異なっており、トイレの水洗用途であれば多少の汚染が生じて使用には差し支えがないものの、手術や透析治療などの医療行為に用いる水は、各々の目的にかなう水質レベルを常時保持することが必要である³⁾。特に透析用水は、原水である水道水の水質劣化が生じたことにより、医療施設内の透析用水製造装置による浄水処理に支障をきたした例がある⁴⁾。

本稿では、過去の災害等による医療用水供給への被害事例を概観し、災害時における医療用水の安定確保に向けた医療機関や関係各所の対策と、今後の課題点についてまとめた。

Toward stable water supply for medical facilities in disasters

Water Supply & Management Section, Department of Environmental Health, National Institute of Public Health

Dai Simazaki

National Institute of Public Health

Michihiro Akiba

2 災害時における医療用水供給への被害と回復の状況

2-1 都市直下型震災

20年前の平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）は、わが国で初めての近代的な大都市における直下型地震であり、甚大な被害をもたらした。本地震による死者は6,434人、重軽傷者は43,792人、住宅被害は639,686棟に及んだ。また、病院などの医療施設にも著しい被害が生じ、地震後の救命・救急活動に大きな影響を与え、病院の圧壊以外に水道施設の破損による透析医療の停止、手術部機能停止、滅菌業務不能など深刻な影響を受けた。

神戸市には2,251の医療施設、22,302の病床数があり、そのうち全壊・全焼被害が314施設に及んだ。また、上水道の断水に伴い、医療器具の滅菌不能、トイレ用水の不足、人工透析の不能、調理への影響等といった支障をきたし、給水が開始されるまでの約10日間にわたり閉鎖された施設もあった⁵⁾。臨海部の人工島にあった基幹病院では、交通網およびライフラインが寸断し「陸の孤島」となった。屋上にある飲用高置水槽と配管の破損、雑用高置水槽の亀裂が生じて漏水が生じた。このことにより、各病棟や電気設備等が直接的な物損を被っただけでなく、高置水槽への自動給水装置が作動し、地上の受水槽の貯留水をも失う結果となった。また、高置水槽の破損はその後の給水車による運搬給水の効率を低下させるとともに、水道事業者による上水供給の再開後も病院機能の復旧を遅らせるなど、断水の長期化および深刻化に拍車をかけることとなった^{±1)}。

兵庫県透析医会の集計によると、兵庫県下の104透析施設中66施設に建物被害があり、ライフラインの途絶した施設数は停電51、断水50、ガス停止42、電話不通19であった。ライフラインの途絶等により透析が不可能となった1,700人を超える患者が、兵庫県内外の透析施設で臨時透析を受けた⁶⁾。神戸市内の病院を対象とした被災時の医療用水供給の実態に関するヒアリング調査によると、医療用水の常時供給までに5日～2週間を要し、かつ、平常時使用量の数%～30%しか水量を確保できなかった^{±1)}。災害拠点病院を中心に9病院の給水状況をアンケートおよび聞き取り調査した結果によると、公共水道のみが7病院、公共水道と自己水源（地下水）併用が2病院であり、その

うち2病院が雑用水として雨水利用を行っていた³⁾。なお、震災後に新たに自己水源（地下水）併用に切り替えた病院があった。

2-2 中山間地域型震災

平成16年10月23日に発生した新潟県中越地震は、多数の貴重な人命・財産を奪ったのみならず、新潟県を中心とした地域に著しい被害を生じた。本地震による死者は68人、重軽傷者は4,795人、建物全壊は3,175棟、半壊は13,810棟であり、ライフラインにも多大な被害をもたらした^{±2)}。兵庫県南部地震と比較して被害の規模は小さいものの、中山間地域を中心として生活基盤に壊滅的な被害を及ぼした。

新潟県内全139医療施設の被災状況として、軽微なものも含めて47施設で被害があったことが新潟県災害対策本部により報告されている。特に建物被害が甚大な3施設については、全入院患者を他の病院へ移送する措置がとられた。ほぼすべての施設で、病院内部の給水設備および外部の水道管等が被害を受けて水供給が停止し、各病院の給水量は1日平均使用量の約1割から2割程度まで減少した⁷⁾。一部の施設では、施設内の配水管の破損と漏水が生じたことにより、半数の病室への浸水、通信機器の損傷や、水冷式自家発電機の稼働に支障をきたした例が報告された⁸⁾。また、特別入浴の中止などの節水対策を行った事例や、近隣の酒造メーカーから大型タンクローリーの提供をうけて大量の医療用水の輸送手段を確保した施設の事例もあった⁷⁾。

新潟県内において人工透析治療を実施している医療施設は50施設であり、5施設が被害を受けた。そのうち、透析治療がいっさい不能となった施設は震源地に近い3施設であり、治療床117床が使用不能となり、336人の透析患者が治療の場を喪失⁹⁾、近隣および遠隔地の透析施設で治療を継続した。3施設における透析不能期間は、2施設が2日間、1施設が6日間であった¹⁰⁾。

2-3 広域型震災

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）は、わが国の観測史上最大のマグニチュード9.0の超巨大地震であり、とりわけ地震に伴い発生した巨大津波等によって、東北地方を中心と

して北海道から関東地方までの広範囲に及ぶ未曾有の人的被害ならびに物的被害をもたらした。本稿執筆時において、本震災による死者は15,889名、行方不明者2,594名、重軽傷者6,152名、建物被害は1,218,607戸に及ぶ³⁾。兵庫県南部地震では建物崩壊による圧死が最も多く、負傷者数は死者数の約7倍に達したのに対して、東北地方太平洋沖地震では津波被害による死者と行方不明者が顕著であり、負傷者は比較的少なかった。また、長期間にわたり、慢性疾患を持つ被災者に対する医療ニーズの高い状態が続いた。

医療施設においては、岩手県、宮城県、福島県内の380病院のうち10病院が全壊、290病院が一部損壊を被り、医療機能の低下により被災直後における外来患者や入院患者の受入制限あるいは受入不可となる状況が見られた⁴⁾。浄水場や水道管等の水道施設への影響も著しく、全国の総断水戸数は256.7万戸に達し、この中には、津波や地震動等により甚大な被害を受けた岩手県(17.4万戸)、宮城県(62.2万戸)、福島県(41.8万戸)の他、液状化による被害が甚大であった茨城県(80.1万戸)、千葉県(30.1万戸)が突出して含まれた。断水は1週間以内に57%が解消したものの、余震による再度の断水等により応急復旧期間が長期化し、1万戸未満まで減少したのは6月末、復旧がほぼ完了したのは9月末と半年以上を要した(ただし、津波浸水による復旧困難戸数は除く)⁵⁾。

また、断水の発生等により医療施設での透析治療が不能となる事例が数多く報告された。平成23年末の日本透析医学会の統計調査および追加調査によれば、全国の314施設において透析室が操業不能に至っており、そのうち92施設は4日間以上に及んだ。操業不能の主な原因として、震度4以下は停電が、震度5弱以上では断水や施設・機器の破損が中心であった。操業不能に伴って161施設が支援透析を依頼、42都道府県の992施設において、のべ10,906名の患者を受け入れた⁶⁾。

2-4 台風・集中豪雨による水害

平成21年8月9日から10日にかけて来襲した台風9号により、兵庫県播磨北西部に位置する佐用町に深刻な風水害をもたらされた。過去最大の1日最大降雨量である326.5mmを記録し、死者18名、行方不明2名、家屋の全半壊891棟、床上・床下浸水899棟など

の被害を生じた。佐用町においては、一部の浄水施設の機能停止に伴って被災直後より水道が断水し、被災翌日から自衛隊および近隣水道事業者による応急給水を実施、8月26日には断水が解消した¹¹⁾。医療施設への被害として、自己水源(地下水)のみを用いている2施設のうち、1施設において泥水の水源流入と地下電気設備の水没による停電により、医療用水の供給が不能となった。給水車による直接給水のみでは医療用水の需要に満たないため、仮設パネル式受水槽(8m³)等に貯水して必要な水量を確保した。さらに、現地の健康福祉事務所の指導のもと、病院と水道事業者との間で協議を行い、安全な医療用水の給水確保のために簡易水道への接続を決定した。接続工事が完了するまでの約4カ月間にわたり、給水タンク車により約20~40m³/日の水道水を貯水槽等へ運搬給水した¹¹⁾。

平成25年7月18日および22日に山形県で発生した記録的豪雨では、同県内の寒河江川において濁度が約3,000度まで上昇、同河川を水源とする村山広域水道西川浄水場の処理能力を著しく超過したことにより、2回にわたりのべ47時間給水を停止した。このため、給水先である6市6町のうち、4市2町において最長8日間の減水や断水を生じ、最大時で約17万人の生活および経済活動に多大な影響を及ぼした¹²⁾、⁷⁾。山形県透析災害ネットワークおよび山形県による情報共有などにより、給水再開までの間の他施設への依頼透析や患者移動が円滑に行われた¹²⁾。

3 災害時における医療用水の安定確保に向けた取り組み

3-1 国の施策

前節でみたように、災害の規模にかかわらず、医療用水の供給が途絶えることによって、透析治療をはじめとする様々な医療行為にはただちに支障が生じる。国の施策では、平成17年に内閣府中央防災会議が「首都直下地震対策大綱」を策定、災害時の救助・救命、医療救護および消火活動など応急対策活動を効果的に進めるため、地震時に電気や水道等のライフライン機能が寸断することがないように、各事業者に対して、特に三次医療機関等の人命にかかわる重要施設への供給ラインの重点的な耐震化等を求めた。

平成26年3月の第347回中央防災会議において、当大綱を含む五つの大綱を廃止、全国で一体的に地震対策を進めるため、新たに「大規模地震防災・減災対

策大綱」を定めた。ライフライン機能の確保に関しては、当該施設の耐震化・耐浪化や人命に関わる重要施設への供給ラインの安定化、さらに、施設が被災した場合でも機能停止に至らないよう、多重化や分散化を図るとともに、停電時の非常用発電設備の整備や燃料の確保等を図るよう各事業者および管理者に求めた⁸⁾。また、当大綱では、津波による浸水が想定される地域における災害拠点病院を中心とした医療機関に対し、耐浪化の推進、津波浸水対策、非常用発電施設の整備と上層階移設ならびに燃料の確保、衛星電話、飲料水・食料・医薬品の備蓄、ヘリポートの整備等の充実に必要に応じて図ることを求めている⁸⁾。

厚生労働省では、平成17年度予算にて「重要給水施設配水管」への補助を新設、一定の要件のもとで、地域防災計画等に明記されている拠点病院への耐震管路を補助対象とした。平成20年には「水道の耐震化計画等策定指針」を更新し、医療水の確保について「1箇所当たりで大量の水を必要とすること、加圧給水車などによる給水方法が必要となることから、地域防災計画等に位置づけられた拠点医療施設については、施設ごとに必要水量・給水方法を検討する」との対応策を示した⁹⁾。また同省では、医療機関の耐震化促進に関して、災害拠点病院、救命救急センターおよび二次救急医療機関の耐震整備に対する補助を行うための基金を各都道府県に設置するなどの予算措置を行っている。その結果、平成25年8月時点調査における耐震化率（すべての建物に耐震性のある病院数を回答病院数で除した割合）は64.2%（5,476施設）、そのうち災害拠点病院および救命救急センターの耐震化率は78.8%（538施設）となった。なお、平成20年8月時点調査の耐震化率は50.8%（4,132施設）、災害拠点病院および救命救急センターは58.6%（331施設）であり、特に、後者の耐震化率は5年間で20%程度向上した¹⁰⁾。

3-2 水道事業者における対策

各地の水道事業者においても、過去の震災を契機として、災害時の医療水の安定供給に向けた体制の整備が図られてきている。東京都水道局では、平成18年度策定の「東京水道長期構想」にて、三次救急医療機関や首都中枢機関等への供給ルートとなる水道施設の耐震化を早期に実現することを掲げており、平成

22年度以降はこれまでの計画を大幅に前倒しする「水道管路の耐震継手化緊急10カ年事業」に取り組んでいる^{11)、12)}。さらに、平成25年度に改正された「東京都水道局震災応急対策計画」では、発災後の応急給水体制を整えるだけでなく、災害拠点病院等の重要施設への水道水供給にかかわる管路の被害について、発災後3日以内の復旧を目指すとしている¹³⁾。

横浜市水道局では、平成18年策定の「災害医療拠点病院等管路整備事業」の中で、従来は災害拠点病院等67か所の応急給水を給水車による運搬により対応することとしていたが、平成18年度以降は水道管の耐震化を実施し、災害時にも水道管からの給水を継続することにより、医療活動の停止を防止するとした¹⁴⁾。平成24年度において、市内の各医療拠点への配水支管の耐震化は完了し、配水本管の耐震化を進めているところである¹³⁾。なお、地震の発生等によって耐震化が未了の本管の破損が発生した場合には、前出の東京都水道局と同様、復旧に概ね3日間を要すると想定されており、その間は給水車による応急給水を行うとしている¹³⁾。

3-3 各医療機関における対策

このように、国や各地の水道事業者にて、災害時における医療水の安定的な供給を目指す各種の施策が行われている。しかしながら、実際に震災等の災害発生に伴って医療機関において断水が発生した場合には、当該地域の水道事業者や自衛隊が医療機関に対して給水車による運搬給水を行うものの、運搬給水による給水量および運搬回数の限界、周辺交通網の被害や渋滞状況、他の給水拠点（避難場所や福祉施設等）への運搬の必要性などから、被災後の医療水のニーズを十分には満たせず、結果として医療活動が滞る事態も起こりうる。このことより、原則としては、医療機関みずからも医療水の安定確保にむけた対策を講じる必要がある。とりわけ、被災直後から優先的に医療行為を継続することが求められる、災害拠点病院および地域の透析拠点病院における対策は以下のようなものである。

(1) 施設整備対策

施設整備等の「ハード面」では、

① 給水等設備の耐震化

- ② 災害等の非常時を想定した自己水源の確保
- ③ 各種の災害を想定した病院設備システム全体の設計と実装

があげられる。

上記の①について、病院施設の建物自体の耐震化率は前項に述べたように向上しつつあるものの、これは必ずしも、貯水槽や給水管などの施設内の給水設備が耐震性能を持つことを意味していない。前出の日本透析医学会による統計調査では、貯水槽を整備していたにもかかわらず使用不能となった50施設のうち、20%にあたる10施設が貯水槽や配管の損傷をあげている⁶⁾。耐震強度が確保された貯水槽の採用と据付け、伸縮性・可とう性・弾性のある配管の使用等が有効である¹⁴⁾。

②について、医療施設における自己水源としては地下水（井戸水）の採用が主であるが、さらに、雨水の貯留設備と雑用水の給水設備を別に保有することで配水システムを多重化し、医療行為や飲用、調理以外のニーズ（例えば入浴、トイレ用水等）に供する事例がある^{3, 15)}。なお、自己水源が確保できない場合には、震災等の発生により水道本管の破損が生じたさいに復旧まで概ね3日間が想定されるため、3日分を目安とした医療用水が備蓄できる貯水設備を備えることが望ましい。

③については、過去の震災においても、各々の貯水槽本体や配管の耐震性能は確保されており破損を受けなかったものの、給水システム全体として機能しなかった場合が散見された。一例として、高架水槽への揚水ポンプに自家発電系の電源供給が接続されていなかった、給水車から貯水槽に至るまでの経路が考慮されておらず補給が行えなかった、赤外線センサー式の水栓が停電により動作しなかった等の報告がある¹⁶⁾。これらは、いずれも設備システムの設計時における運用面での考慮が不十分であったためといえる。

(2) 運用面における対策

実際に、各種災害が発生したさいの運用等に関する「ソフト面」としては

- ① 医療機関の災害対策マニュアル等における医療用水供給計画の明確な位置づけ
- ② 医療機関および水道事業者等の外部機関との連携や情報交換の推進

があげられる。

①について、とりわけ先の東北地方太平洋沖地震を契機として、医療機関においても災害対応マニュアルに事業継続計画（business continuity plan; BCP）の視点を盛り込むことが求められており、平成24年度厚生労働科学研究においても「BCPの考え方に基づいた病院災害対応計画作成の手引き」が示されている¹⁷⁾。災害時の医療用水供給は、まさにBCPの基盤となる要素の一つとして位置づけられるべきと考える。また、米国疾病対策センター（US CDC）と米国水道協会（AWWA）は、2011年に「病院およびヘルスケア施設向け緊急時の水供給計画ガイド」¹⁵⁾を公開している。同ガイドでは、計画立案にさいしての重要な要素として、病院施設内の水利用監査を通じた医療用水の使用状況の把握、緊急時における最低限の必要水量の決定、代替給水手段の確保、定期的な演習の実施をあげており、おおいに参考になると思われる。

②については、上記ガイドでも計画策定にかかわる外部パートナーとして水道事業者、保健衛生部局、消防局等の参加を求めており、ことに代替給水手段の確保や緊急時の意思決定においては、各外部パートナーとの緊密な連携が必須であるとしている¹⁵⁾。医療従事者の側からも指摘されているように^{12), 16)}、多くの水道従事者は、現状では、医療機関において災害時に必要となる医療用水に関しての認識が希薄であると言える。ここで両者の連携例として、横浜市水道局による医療機関への応急運搬給水に係る課題検証および応急給水マニュアル作成の事例¹³⁾を紹介したい。

横浜市西区・保土ヶ谷区における当事例では、応急給水の対象となる管内の5医療機関（災害拠点病院および救急告示医療機関）への聞き取りにより、各機関の貯水槽容量および必要水量の情報を入手した。各機関を訪問して災害対策マニュアルを参照したところ、いずれも応急給水に係る具体的な対策に欠けていたことから、施設担当者等との協働により、双方の認識が一致した応急給水マニュアルを作成した。当マニュアルは、貯水槽までの進入経路、貯水槽の鍵の保管場所、給水車の駐車場所、給水ホース長、貯水槽が使用できない場合の対応などを、各機関の写真や図面とともにまとめており、他都市の応急給水隊でも即時に活用できる実践的な工夫を施した点が特筆される。

なお、災害等の発生によって水道水の水質劣化や水

質変化が生じる場合がある。過去には地震時に水道管の振動などにより堆積していた濁質が巻き上げられ、原水中の濁度が急上昇することで、透析用水処理装置のプレフィルターが目詰まりを起こした事例がある⁴⁾。また、管路の破損を伴う大規模な震災の発生時には、水道における衛生上の措置として、水道水中の残留塩素を平常時よりも高濃度とすることがあるため⁴⁾、水道水中の残留塩素濃度や、透析用水処理装置における除去能力の変化を確認する必要がある。このように、供給水の水量のみならず水質の面でも、医療従事者と水道従事者との間で情報交換を行うことが重要である。

4 おわりに

医療用水の確保は、平常時および災害時の医療活動を継続するうえで必要不可欠な基盤要素の一つであることは論を待たない。安全な医療用水を常時安定して供給するために、医療従事者みずからが医療用水の安定確保にむけた備えを整えつつ、水道従事者等の関係各所との間でのさらなる情報交換や連携の推進を通じて、より実効性の高い対策を構築していくことが望まれる。

文 献

- 1) 厚生労働省：水道の耐震化計画策定指針（案）更新委員会資料，2005。
- 2) 石丸昌志，内野順司，吉田豊彦：利根川・江戸川水系のホルムアルデヒド汚染による透析医療への影響と千葉県透析医学会の災害対策本部の活動報告。日透医誌，27(3)：463-467，2012。
- 3) 武井英理子，池内淳子，徳野慎一，他：災害時の医療機関の機能維持に関する調査—水の供給途絶を防ぐ—。日本集団災害医学会誌，14(2)：174-180，2009。
- 4) 島崎 大，金見 拓，岸田直裕，他：医療における水供給の課題—災害時の医療用水確保および人工透析用水の利用を例として—。保健医療科学，59(2)：100-108，2010。
- 5) 島谷幸宏，萱場祐一，房前和朋，他：大震災にみる河川の緊急用水・防災空間としてのポテンシャル。河川，587：56-70，1995。
- 6) 赤塚東司雄，山川智之：災害時の対応—現在（2）検証された対策と今後の課題点。臨牀透析，22(11)：1517-1524，2006。
- 7) 高田至郎，鎌田泰子，中尾真紀：新潟中越地震における病院ライフラインの被害と分析。神戸大学都市安全研究センター研究報告，8：377-391，2005。
- 8) 馬場美智子，東原紘道：新潟県中越地震における病院被害と災害，救急医療システムに関する調査分析。土木学会地震工学論文集，28，2005。
- 9) 鈴木正司：災害に学ぶ—過去から（3）2004年新潟県中越地震①教訓と対策，およびエコノミークラス症候群への配慮。臨牀透析，22（11）：1491-1497，2006。
- 10) 青柳竜治：災害に学ぶ—過去から（3）2004年新潟県中越地震②透析医療の支援について。臨牀透析，22(11)：1499-1504，2006。
- 11) 戸塚雅彦，木村詠美，吉田美香，他：兵庫県佐用町における被災水道の復旧支援等に関する検証。生活と環境，56(6)：30-34，2011。
- 12) 伊藤 稔：豪雨による断水被害と透析医療への影響—山形県の報告—。日透医誌，29(1)：53-57，2014。
- 13) 鈴木良輝：震災発生時の医療機関への運搬給水における課題の検証とマニュアルの作成。平成25年度全国会議（水道研究発表会）講演集，64：666-667，2013。
- 14) （公財）空気調和・衛生工学会：給水・排水設備の耐震対策。新版 災害時の水利用；丸善出版，東京，pp.169-183，2013。
- 15) 野溝貞良：災害に強い病院建築のポイント。病院・施設の防災“実戦”ハンドブック；経営書院，東京，pp.280-281，2006。
- 16) 鈴木明文：病院設備の災害対策ガイド・概要説明。第41回日本医療福祉設備学会，41，2012。
- 17) 本間正人，堀内義仁，近藤久禎，他：BCPの考え方に基づいた病院災害対応計画についての研究。厚生科学研究費補助金地域医療基盤開発推進研究事業「東日本大震災における疾病構造と死因に関する研究」（研究代表者：小井土雄一）。平成24年度総括・分担研究報告書；2013。

参考 URL

- ‡1) 神戸市立医療センター中央市民病院「大震災を体験した市民病院からの報告」http://chuo.kcho.jp/department/clerical_index/eq14（2015/1/30）
- ‡2) 新潟県防災局危機対策課「平成16年新潟県中越大震災による被害状況について（最終報）」http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/174saisyuhou.pdf（2015/1/30）
- ‡3) 警察庁緊急災害警備本部「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置」<http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/higaijokyo.pdf>（2015/1/30）
- ‡4) 厚生労働省「東日本大震災への医療面での対応について」<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/kentokai/tamokutekisen/3/pdf/shiryou1.pdf>（2015/1/30）
- ‡5) 厚生労働省健康局水道課「東日本大震災水道施設被害状況調査最終報告書」<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/houkoku/suidou/130801-1.html>（2015/1/30）
- ‡6) （一社）日本透析医学会東日本大震災学術調査ワーキンググループ「東日本大震災学術調査報告書—災害時透析医療展開への提言—」<http://www.jsdt.or.jp/jsdt/1641.html>（2015/1/30）
- ‡7) 山形県「村山広域水道受水団体断水対策マニュアル策定ガ

- イ ドライン」 http://www.pref.yamagata.jp/ou/kankyoenergy/020071/06/murayamakouikisuidou_dansuitaisaku.html (2015/1/30)
- ‡ 8) 中央防災会議「大規模地震防災・減災対策大綱(案)」
http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/34/pdf/34_siryos3-2.pdf (2015/1/30)
- ‡ 9) 厚生労働省健康局水道課「水道の耐震化計画等策定指針」
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/hourei/suidouhou/tuuchi/dl/07.pdf> (2015/1/30)
- ‡ 10) 厚生労働省医政局指導課「病院の耐震改修状況調査の結果」
<http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10802000-Iseikyoku-Shidouka/0000040996.pdf> (2015/1/30)
- ‡ 11) 東京都水道局「東京水道長期構想 STEP II ～世界に誇る安心水道～」
<http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suido jigyo/torikumi/seisaku/step2/> (2015/1/30)
- ‡ 12) 東京都水道局「東京都水道局大規模災害対策指針」
https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suido jigyo/shinsai/pdf/20120201_shishin.pdf (2015/1/30)
- ‡ 13) 東京都水道局「東京都水道局震災応急対策計画」
https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suido jigyo/shinsai/pdf/s_taisaku_1.pdf (2015/1/30)
- ‡ 14) 横浜市水道局「災害医療拠点病院等管路整備事業」
<http://www.city.yokohama.lg.jp/suido/kyoku/torikumi/anshin-oishi/saigai/iryokyoten-seibi.html> (2015/1/30)
- ‡ 15) 米国疾病対策センター, 米国水道協会「Emergency Water Supply Planning Guide for Hospitals and Health Care Facilities」
<http://www.cdc.gov/healthywater/emergency/drinkingwateradvisory.html> (2015/1/30)