

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

馬場美智子¹・東原紘道²

¹地震防災フロンティア研究センター 研究員
(〒651-0073 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通1-5-2)

E-mail:banba@edm.bosai.go.jp

²地震防災フロンティア研究センター センター長
(〒651-0073 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通1-5-2)

E-mail:higashi@edm.bosai.go.jp

医療機関は緊急時、平常時にかかわらず、人命に関わる重要な役割を担っているが、特に災害時においてその機能を保つことは、救急・災害医療の最低条件となる。医療施設は医療活動を行うために様々な機能を備えており、医療機能はこれらの要素や機能に依存関係している。本研究では、その関連関係を分析し、医療活動が継続可能となるリスク要因を抽出する。また、広域的な救護活動も検証し、被災地における災害医療について総合的に考察する。今後の医療施設計画と救急・災害医療支援システム検討に役立てることをめざして、新潟県中越地震の被害と救急・災害医療活動調査を通して検証を行う。

Key Words : disaster medicine, medical facilities, service continuity, risk management, Niigata-ken Chuetsu Earthquake

1. はじめに

新潟県中越地震では、兵庫県南部地震以来の大きな人的被害が発生し、施設被害が発生した医療機関もみられた。災害医療における災害時の医療機関が果たすべき役割は重大であり、より高度な災害・救急医療が求められるようになってきた。このような状況の下、災害・救急時でも医療機能が継続可能な建物・設備やシステムの整備は急務となっている。災害被害調査は、医療機関の防護問題の解決策検討のための要因・課題抽出において、重要な役割を果たすものである。

郭らは2003年宮城県沖の地震、宮城県北部の地震及び十勝沖地震における病院の建物・設備などの施設被害を調査し、震度との関係の分析を試みている¹⁾。ライフライン被害と震度との関係については、Nebilらが2005年新潟県中越地震の被害調査結果にもとづいて分析を行っている²⁾。これらの調査研究は定量的・統計的に医療機関の被害を分析し、被害要因間、医療機関の活動に及ぼす影響との関連関係には焦点をあてていない。一方で、医療機関の患者への対応に焦点をあて、分析を行っている研究もみられるが、その原因や経過については明確にしていない³⁾。

医療機関の防災方策、耐震化を検討する上で被害調査から得られる情報を分析することは重要であるが、被害を考察するだけでは本質はみえない。そこで行われる医療機関の活動が継続されることが最重要課題であり、定量的・統計的に被害を分析するだけでは不十分である。そこで本研究では、地震災害による医療施設の被害が医療機関に及ぼす影響とその対応に関わる要因の関連関係を分析し、リスク要因を明らかにする。また、医療機関の対応や病院の機能の継続性に着目して調査・分析を行うためには、医療機関の活動全般を把握し、医療機関をとりまく災害医療の全体像や実態を理解することが必要である。すなわち災害医療の包括的な視点から医療機関の活動をとらえ、要因を抽出していくことが重要であると考えられる。一方で、医療機関の対応には限界があり、他地域の医療機関や行政・関連機関と協力・連携関係を保ち、災害医療の質を総合的に向上させることも必要である。兵庫県南部地震の教訓から活発になった広域的な救護活動は災害医療において不可欠な要素となった。本研究では、救護活動やそれらを支援する情報システムについても検証し、総合的な観点から災害医療を考察する。

これまでこのような医療機能の継続性に焦点をあて、医療機関の被害やリスク要因を考察した研究は

非常に少ない。また、総合的な視点から、被災地における医療活動について考察した研究はみあたらない。本研究では、新潟県中越地震における医療機関の被害と対応に関する調査を通して、リスクマネジメントの観点から考察を加えた。

2. 新潟県中越地震の被害概要

(1) 人的被害

新潟県中越地震では死者46名、重傷者631名、軽症者4162名（平成17年4月5日現在）が発生し、兵庫県南部地震以降の地震災害による人的被害としては最大となった⁴⁾。特に長岡市、小千谷市、十日町市などで多くの死傷者が出た。人口に対する死傷者の割合を死傷率（人口/(死者+重傷者)）として求め、人的被害の指標とした。1%を超える地域は、震源やその周辺地域である小千谷市、山古志村、川口町、十日町市、長岡市、加えて見附市、旧堀之内町で高くなっている。死傷率が1%を超える地域と震度の関係を図-1、図-2に示す。

(2) 被害分布

新潟県が県内の医療機関に対して電話で行った被害調査⁵⁾にもとづきまとめた、医療機関の被害状況の分布を図-1と図-2に示す。医療機関全体でみると、深刻な被害が出たのは一部の医療機関で、その多くは震源や震源に近い市町村の医療機関であった。建物被害を受けた医療機関の分布図（図-1）をみると、死傷率が高い地域内とその近隣に位置している。設備・機器類の被害があった医療機関は、死傷率の高い地域とその周辺に加え、震源から離れた震度が小さい地域にまで広がっていることがわかる（図-2）。ここで示した被害の内容については、事項で説明を加える。

(3) 医療機関の被害概要

a) 施設被害

被害項目には、建物に関わる被害として、建物の構造部材の被害、非構造部材の被害、設備被害、他には、医療機関特有の医療機器等の被害や、什器・棚・コンピュータなどの器材がある。新潟県⁵⁾の医療機関の被災状況調査にもとづいて被害状況をまとめると、深刻な建物被害が生じたのは5件、設備被害が大きい医療機関は21件であった。医療機器被害は報告されていない。本研究で行った調査においても、医療機器自体の被害は非常に少なかった。医療機器の不全は、ライフラインの供給停止による影響が大きかったとみられる。

b) ライフライン被害

ライフライン被害は、水道管や電線によって施設に届けられるまでの公共サービスによる部分（施設外）と、施設に届けられてから施設内部の給水・給電等の設備に関わる部分（施設内）に分類できる。新潟県中越地震において震度5以上の地域の多くで

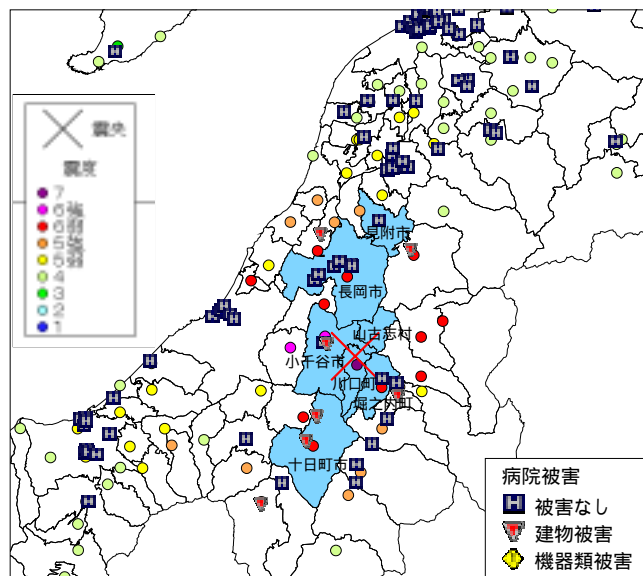


図-1 医療機関の建物被害

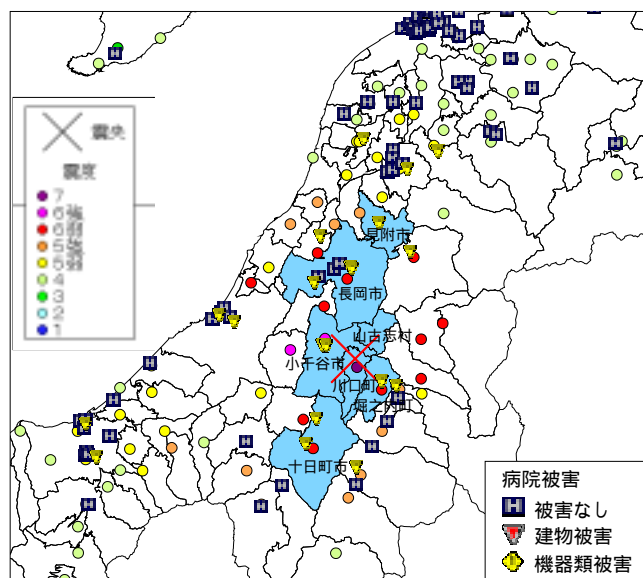


図-2 医療機関の設備・機器被害

表-2 医療機関の設備・機器被害

水道、電気、ガス、電話の供給停止や支障が生じた。ライフラインの復旧は、医療機関を優先的に行われるため比較的早い。しかし、施設外の復旧が早期に行われても、給水管などの施設内の被害の修復が行われていない場合、ライフラインの復旧は遅れるケースがある。新潟県中越地震でも、医療施設の被害により、ライフラインの復旧に差が生じている。

ここでは、公共サービスによるライフライン被害の概略を示す。施設内のライフライン関連被害については次章で考察する。

上水道

上水道は、震度6以上の地域では供給が停止した医療機関が多かった。自治体の対応が比較的早く数時間以内に給水車が県内外から到着したが、給水車到着までの数時間の水の確保が問題となる。

電気

電気は震度6以上の地域では供給が停止した医療

機関が多かった。災害時には電力会社が優先的に医療機関の電力復旧工事を行うか、電力供給車によって、5～10時間以内にほとんどの施設で復旧した。復旧までの時間をどのように乗り切るのが鍵となった。

ガス

都市ガスを利用している医療機関では震度6以上の地域では供給が停止した医療機関が多かった。プロパンガスを使用している地域や医療機関では支障がなかった。

電話

被害の大きかった地域では発災後、回線の輻輳により、小千谷市全域、一部の十日町市、長岡市の医療機関でつながりにくい状況となった。しかし、一部の病院を除いて地震当日未明にはほとんどの医療機関で通話が可能となっている。

3. 医療機関が維持すべき機能

医療機関の被害が医療活動に及ぼす影響とその対応を考察する前に、災害発生時に医療機関が維持すべき機能を以下に整理する。

医療機関内での対応

医療施設内においては、入院患者の安全の確保は第一義的に挙げられる。また外来患者に対しても救急医療の提供が求められる。入院患者への対応としては、医療機能の維持と生活機能の維持、外来患者への対応としては、外来患者の受入、救急医療機能の維持がある。

院外の機関との協力・調整

個々の医療機関ですべてに対応することは不可能である。他の医療機関、消防、行政、その他関連機関の協力や調整が不可欠である。入院患者を他の医療機関に搬送する必要がある場合には、他の医療機関・自治体・関連機関との連絡・調整する機能が維持されていなければならない。救急患者の受入においては、高度な救急医療を備えているか、それが不可能な場合は、それを救急隊に伝えるための手段や通信機能を維持している必要がある。また、他の医療機関の救援が必要な場合、他の医療機関や自治体、医師会などの関連機関と連絡できる通信手段を維持しておく必要がある。

4. 医療施設の被害と対応

本研究では、被害の規模、種類、震度などの要素を考慮し、ケーススタディの対象として聞き取り調査を行う医療機関を選別することとした。そこで、小千谷市の小千谷総合病院、十日町市の県立十日町病院、中条第二病院に加え、魚沼病院、田宮病院をとりあげ、建物被害、設備被害、医療機器・什器等への被害と影響について考察する。特に設備被害では、ライフラインと関連する被害について検証する。ま

た、医療機関への影響と対応の調査項目については、小堀ら⁶⁾の兵庫県南部地震における医療機関の被害調査項目を参考にした。表-1に調査対象とした医療機関の一覧を示す。

表-1 調査対象として医療機関

病院名称	開設者	病床数	所在地	特徴	災害拠点病院
小千谷総合病院	財団法人 小千谷総合病院	287床	小千谷市	近隣で唯一の透析病院	
中条病院第二病院	新潟県厚生農業協同組合連合会	精神科150床	十日町市	精神疾患の患者が中心	
県立十日町病院	新潟県	一般275床	十日町市	災害拠点病院	
魚沼病院	新潟県厚生農業協同組合連合会	一般131床 療養60床	小千谷市	比較的軽症者や一般的な疾患を対象	
田宮病院	医療法人楽山会	療養60床 精神437床	長岡京市	精神疾患の患者が中心	

(1) 小千谷総合病院のケース

建物への被害

小千谷市は震度6強を記録し、小千谷総合病院の800m西のK-net観測点（NIG019）では最大加速度15m/s²、最大速度が1.3m/sの地震動が観測された。小千谷総合病院は市街地の東西に渡る商店街の一角に位置し、東200mに信濃川が流れている。商店街付近の住宅などに大きな被害が見当たらなかったが、当病院の一部と200m西の商工会議所ビルが大破した。

当病院は3棟の鉄筋コンクリート（RC）建物から構成されている4)。赤の検査棟（RC3階建て）と青の東棟（RC7階建て）はS43とS44年、薄緑の西棟がS55年代、白の新館（S63年築）に建築された。

新館と西棟は非構造部材の損傷があったが、建物の損傷は軽微であった。一方、建設年代の古い東棟とMRIが設置されている検査棟に大きな損傷が生じた。東棟は一部の外壁が崩落したが、外観から大きな損傷が見られなかった。しかし、東棟の建物内部では、壁のせん断破壊が見られ、逆に言うと壁の配置により大きな破壊を免れたことと考える。東棟と同じ古い検査棟では、腰壁付き柱のせん断破壊が生じ、1階では大きな鉛直変形が見られ建物が大破した。

設備被害とライフライン

建築設備被害では、上水の給水管の破損や受水槽、高架水槽のひび割れなどの被害があった。これらの被害はライフラインの供給と密接に関係し、医療機能や給食などの生活機能に影響を及ぼす原因となる。実際に、給水官の破損により、上水道の復旧が遅れた。また、給水配管の破損による水漏れで、電話の配電盤が故障したことで、電話が不通になった。下水道の配管も施設内で破損し、トイレの水が流せず、使用不可となった。

他には、エレベーターの故障、窓ガラスの損傷、照明類の破損・落下、空調設備（ボイラー）、トランスの故障、ガスの破損などがみられた。

医療機器・什器等の被害

医療機器の最も大きな被害はMRIである。震動により大きく揺れ、固定器具がはずれて移動したが、故障の原因は揺れたことよりも、電源が停止したことにより、稼働が停止したことが原因とのことであった。修理費用は約三千万円が必要となった。他にも、X線テレビ、医療ガス・酸素ガス配管、無菌装置、ベッドサイドモニター、眼科レーザー、内視鏡など合計で約五百万円の被害があった。

什器や棚などの多くは転倒し、カルテ・資料・資材が散乱した。パソコンの本体、ディスプレイが転倒し故障したものもあった。病室、診療室、手術室などの空間は一時的に使用が不可能となった。また、病室のテレビがベッドの上に落下したり、人工呼吸器などの機器類が大きく移動するなどした。

医療機関への影響と対応

当病院は地震1週間後の11月2日に外来が再開し、2週間後の11月8日に被害の少ない西棟の病棟（約半数の病室）、12月13日に全ての病棟が再開された。その間も、地震発生直後から重症者は長岡市に搬送されたが、救急外来の診療は継続して行っている。

病棟には構造的な被害はなかったものの、壁にひび割れが生じ、病室のベッドや棚、医療機器などが移動・散乱した。また、S44 築の東病棟の給水管が破損し、たまたま居合わせた工事関係者によって約10分以内にバルブが閉められたが漏水した水が流れ込み、水が病室の床一面を覆った。このような状況の下、地震発生後、約半数の病室が使用できない状態になったことと、患者の安全を確保するために全患者をH2 築の本館棟のロビーに移動した。地震発生の翌日には、隣接する老人保健施設（免震構造）に約100名の入院患者を移動させた。人工呼吸器装着の必要がある重病患者は長岡市内の病院に搬送された。また、重病患者を中心に83名を、長岡市、三条市、柏崎市、新潟市などの新潟県内の病院に転院させた。23名の入院患者は前倒しして退院を促した。

ライフラインの供給がすべて停止した当院では、その対応に追われた。まず、給水管の破損により院内の給水機能が寸断され、貯水槽・高架水槽の水が利用できず、水の確保に非常な困難を来した。水の確保が困難になったことは、電気の確保にも影響している。当院では、非常時に備えて自家発電機を装備しており、停電後自家発電機への切り替えは円滑だったが、自家発電機の稼働の継続に問題が生じた。当院の自家発電機燃料は重油、水冷の旧式のもので、水冷式の自家発電機を稼働させるために水の確保は必須だった。しかし、給水管の破損によって冷却水タンクに水が供給されず、地下水の汲み上げ所からスタッフがバケツリレーで冷却水タンクに給水しなければならず、地震発生後の混乱時に余計な労力となった（図-3）。また、備蓄燃料で稼働でき

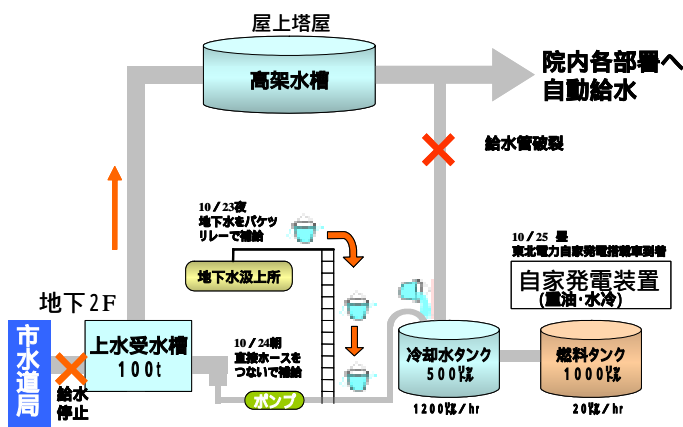


図-3 自家発電装置の維持⁷⁾

る時間は約40分程度であったため、40分後に人工呼吸器への電源が確保できなくなり、電気供給車が到着するまで医師らが手で呼吸器を揉んで対応する事態となった。

水の確保が困難になったことは、近隣で唯一の透析病院であり、約100名の透析患者を抱える小千谷総合病院にとっては大きな問題となった。発災が透析治療のない土曜日の夕方であったため、透析治療中の事故は発生しなかったが、2日後からの透析治療の問題に直面した。当院が抱える約100名の透析患者を別の病院に搬送するために搬送手段の手配、搬送先の病院の調整を行った。透析治療は約1週間後に再開している。

他にも、水を必要とする医療機器の使用に影響を及ぼし、レントゲン機器自体は損傷がなかったが、災害直後はレントゲン撮影が不能となった。

給水管の破損は、通信機能にも支障を来した。水漏れによって配電盤が損傷し、緊急用の回線も含めてまったく使用が不可能となった。3本の災害対応回線がひかれていたが、通常回線と同じ配電盤に設置されていたことが問題であった。携帯電話回線も使用できなかったが、院内に設置されていた公衆電話が使用可能であったため外部との連絡に活用された。

電話回線が使用できなくなったことは、入院患者の店員、透析患者の転院・搬送が必要となった小千谷総合病院にとって大きな障害となった。最も外部との連絡が必要となる発災後2日間通信手段が閉ざされたため、スタッフ、他の医療機関、消防、警察、行政機関との連絡が非常に困難をもたらした。地震発生後に重病の入院患者を緊急に他の病院に転院させる必要があったが、電話が使用できず、対応に遅れが生じた。また、透析患者、重症患者を受け入れる医療機関を特定する作業にも時間を要している。

ガスの停止により、給食の提供は停止し、特別な病院食の供給は不可能となり、おにぎりや救援物資が供給された。

このように建物、設備、ライフラインに複合的な被害が発生した小千谷総合病院であるが、それでも入院患者を一人も死亡させることがなかったのは、スタッフの対応能力、火災を想定した避難訓練、院長のリーダーシップによるところが大きい。また、

病院に隣接する免震構造の老人保健施設には被害がほとんどなく、空冷式の自家発電機も装備していたことから重要な役割を果たした。

(2) 県立十日町病院のケース

建物被害

病院で十日町も震度 6 強を記録し、県立十日町病院の 600m 西の K-net 観測点 (NIG021) では最大加速度 17m/s²、最大速度が 0.54m/s の地震動が観測された。当病院は、外来棟 (RC3 階建て)、北側の主病棟 (RC6 階建て)、主病棟北側の北病棟 (RC3 階建て)、主病棟東側の機械棟 (RC2 階建て) から構成されている。S62 年築の外来棟と北病棟に大きな損傷が見られなかったが、S60 年築の機械棟の短柱にせん断ひび割れなどの被害が生じた (写真-3)。また、外来棟と主病棟の渡り廊下の壁にひび割れなどの損傷が生じた。最も大きな被害が生じたのは主病棟で、北側と南側の短柱及び建物内部の耐震壁にせん断ひび割れ、2 階西南の隅柱にコンクリートの圧壊と鉄筋の座屈が生じ、補修のみでは病棟が使用できない状況になった。

設備・ライフライン被害

県立十日町病院では、エレベーターと空調が故障した以外は、目立った設備の被害はなかった。

ライフラインは水道、ガス、電気のすべてが供給停止した。電気は 10 時間以内に復旧し、ガスは安全のため病院内で一時停止し、3 日後に復旧した。水道の復旧は水道管の点検に時間を要したため災害発生から 6 日後の復旧となった。

医療機器・什器等の被害

医療機器に関する被害はほとんどなかった。什器や棚、コンピュータの本体やディスプレイなどの落下・転倒があったし、多少の被害があった。

医療機関への影響と対応

地震発生直後、建物と患者の安全確認のため、一旦全患者を屋外に誘導・搬出した。地震発生の時間帯が日勤、準夜勤の交代の時間だったので、病院内に居合わせたスタッフ数が多かったことが幸いした。安全を確認後、一時ロビー、廊下などに移動した。電気の復旧が早かったため、近隣の住民が病院内に避難していたため、病院内が混雑した。

地震発生の翌日、病院局の被害調査により建物が「安全」と判断され、病棟に患者を一旦戻したが、再度行われた建築業者による被害調査で「危険」と判定された。そこで、入院患者を被害のない別の病棟に移転させたり、退院間近の入院患者の退院を早めたり、別の病院に転院させる必要が生じた。病棟が閉鎖され、会議室 (8)、応接室 (6)、脳外科外来処置室 (3)、3 F 講堂 (20) に 37 床を確保し、一次救急を主とした病院機能とした。

ライフラインの供給が停止した後、自家発電機 (空冷) は問題なく稼働した。水は他府県からの給水車によって一日 100t が給水された。ガスはプロパンガスを使用し、屋外で給食の調理が行われた。

医療機能においては、日本大学などの医療チーム

の応援を受け、救急の患者を他に搬送することなく治療にあたった。また、被害を受けた病棟にある分娩室が使えず、泌尿器科の外来にて出産が災害発生後 3 日以内に 2 度行われている。災害発生後 3 日後の出産による子宮破裂にて緊急手術が必要となり、危険と判定された病棟にある分娩室で手術が行われた。実際には、危険と判定された病棟は倒壊の危険はないと思われたが、もし余震で被害が拡大するような事態になっていた場合、危険がなかったとはいえないケースである。

電話は輻輳のためつながりにくい状況が 2、3 日続いたが、消防や警察の無線が有効だった。災害発生後から、消防本部、警察、市の職員が地震発生直後から病院に駐在したため、患者受入病院との連絡手段の確保、搬送のための車やヘリコプターの手配を援助した。しかし、患者受入のための病院との交渉は医療機関の医師同士で行う必要があり、医療機関が独自の通信手段を持つ必要性が明確となった。

(3) 十日町市厚生連中条第二病院のケース

建物被害

中条第二病院は精神科を専門とし、H15 年に増築された本館と S42 年に建設された病棟からなり、何れも RC3 階建ての建物である。古い病棟に大きな被害が生じ、応急措置としてサポートを設けられた。大きな開口を持つ南側では、手前の壁付き柱にせん断ひび割れが生じたが、その他の長柱に目立った損傷が確認されなかった。しかし、北側の柱が腰壁と袖壁が付いており、せん断破壊が生じ、内側ではかぶりコンクリートが剥落した。なお、間仕切り耐震壁のひび割れが確認されなかった。

この病棟が地震の半年前に内部改修工事を終えたばかりで、耐震補強が行われなかった。隣接の一般患者を受け持つ中条病院もかなり古い 3 階建て RC 建物であるが、目立った損傷が見られなかった。

一方、平成 11 年に建設された中条病院に隣接する老人保健施設「きたはら」は、耐震性が優れていたためほとんど被害がなかったことから、全患者を「きたはら」に搬送した。

建築設備・ライフライン

建設設備では、エレベーターの故障以外は大きな被害はなかった。ライフラインでは、水道、電気、ガス、電話の供給が停止した。電気は、地震発生日の午前中に偶然に自家発電のテストをしていたこともあり、水冷の自家発電機が順調に作動した。人工呼吸器の電源の切り替えなども円滑に作動した。水は井戸水を簡単に利用することができたため、水冷式の自家発電機の出動には問題がなかった。燃料の重油は電気が復旧する約 8 時間分用意されていた。また、業者から燃料の調達をすぐに調達できる状況であった。一方で、患者を避難させた隣接の老人保健施設に自家発電機の電気が接続されていなかったことから、中条病院からコードを接続して電源を引かなければならなかった。災害発生から数時間以内には地元の企業などから小型発電機や投光機が持ち

込まれ、十分な電氣を得ることが出来た。水は他府県からの給水車により 1 日約 50t が給水された。食料品や薬品の備蓄は 2 日分ほどしかなかったが、他地域の医療機関や業者によって届けられ、不足に陥ることはなかった。

医療機器・什器等

建物の被害が大きかった中条第二病院では精神科が中心のため高度な医療機器への被害はほとんどなかった。什器や棚、コンピュータ類が落下・転倒し、被害が多少生じた。

医療機能への影響と医療機関の対応

中条第二病院の病棟の構造的被害は大きく、患者を早急に避難させる必要が生じた。中条病院の建物被害は比較的軽微であったが、地震発生直後、隣接する老人保健施設に全患者を避難させている。安全確認後、患者を病棟に戻すことが可能であった。しかし、中条第二病院では、病棟の 1 階部分の損壊が深刻であったため、耐震改修が終了するまで、他の病院に患者を転院させた。

水と電氣の確保には支障がなかったが、避難した老人保健施設に自家発電機を装備していなかったため、中条病院から電線を引いて供給した。ガスは数日間使用できなくなったため給食の準備などが不可能だったが、点滴や、胃道から栄養食品注入する患者が多く、大きな問題とはならなかった。医薬品、栄養食品は約 3 日分の備蓄があり、必要な種類が限定されているため充足していた。

24 日には、中条病院で内科の受付を開始しており、カルテを中条第二病院から中条病院にすべて移した。治療は医療機器類を老健に移して行った。24 日には人口呼吸器を使用する重症患者は別の病院に搬送された。25 日の午前中には、中条第二病院の患者を新潟県内の病院に転院させた。

(4) 魚沼病院のケース

建物被害

魚沼病院は建築年代が新しいこともあり、一部ジョイント部分がずれた以外はほとんど建物への被害はなかった。

設備・ライフライン

当院では手術室の転倒した棚が上水の給水管とスプリンクラーを損傷し、階下の看護執務室に水漏れを発生させた。他に、医療配管（液酸）の一部損傷がみられた。

ライフラインでは、水、電氣、ガス、電話の供給停止あるいは支障があった。電氣は空冷式の自家発電機が稼動し、貯水槽は満水であったため問題は発生しなかった。電氣の復旧が、地震発生から 5 日後と遅くなったのは、トランス 2 台が傾きその修繕に時間を要したためである。また、空調のためのボイラー 2 台のうち 1 台が破損した。ガスの復旧も、配管の破損や点検などで、地震発生から 18 日後となった。

医療機器・什器等の被害

医療機器の被害はほとんどなかった。什器・コン

ピュータ類の多くが落下・転倒し、損傷が多々あった。

医療機関への影響と対応

当院では、建物にほとんど被害がなく、地震後も継続して使用することができた。給水管の破損により手術室が一時的に使用不可となったが幸いにも、発災後 2 日間は手術室を使用する事態なく、地震後初めての手術は 3 日後であった。

ガス管に問題が発生し、給食の供給が長期間不可能となったが、他府県からの医療救護班が調理機能を装備していたため、ガスの復旧まで援護を受けた。電話回線は輻輳のため通じにくくなり、外部やスタッフとの連絡がとれなかった。

また、今回の地震ではデジタル X 線撮影機を積んだ特殊車が 1 台ではあるが派遣され、魚沼病院で活動した。水の確保の仕組みを強化すると同時に、このような特殊車の活用も合わせて検討していく必要がある。

小千谷総合病院に比べて被害が小さかったため、医療活動には大きな支障がなかった。しかし、被害が少なかったという情報が住民に伝えられず、当初被害の大きかった小千谷総合病院に患者が多く集まるという状況もあった。

(5) 田宮病院のケース

建物被害

建物への構造的な被害は深刻ではなかったが、東館（S44）の壁のひびわれがひどく、患者に心理的不安を与えたことから、東館の病棟から新館に患者を移動した。

東館は 5 年前に数千万円をかけて耐震補強されているが、今回の地震後、再度耐震補強している。

設備・ライフライン被害

受水槽（高架水槽に給水する）の一つと、高架水槽が破損した。塩素でステンレスが劣化したことが原因である。地震発生当日午後 11 時に長岡市に給水の要請をした。その後は、他府県からの給水車の支援を受けた。電氣は停電したが自家発電（空冷、8 時間）が切れる前に復旧した。ガスの供給は問題がなかった。

医療機器・什器等の被害

精神科中心のため、高度な医療機器などはなく、大きな被害はなかった。什器・棚・コンピュータ類は落下・転倒したが被害は特になかった。

医療機能への影響と医療機関の対応

高架水槽や貯水槽が破損した田宮病院では上水の復旧に 1 週間を要している。受水槽と高架水槽が損壊した田宮病院は、精神科の医療機関であることから、医療機能への支障は深刻ではなかった。しかし、入院患者の生活機能維持のための水の確保に窮した。受水槽に貯水できないため、給水車からポリタンクに給水を受けなければならず、地震による被害の最大の問題となった。ポリタンクは非常用に装備されてはならず、地震当夜一晩中開店していたホームセンターで調達された。給食の準備には水が不可欠であり、水が復旧する約 2 週

間後に給食が再開された。

5. 医療機関のリスク要因

(1) 医療機関の被害と対応の関連

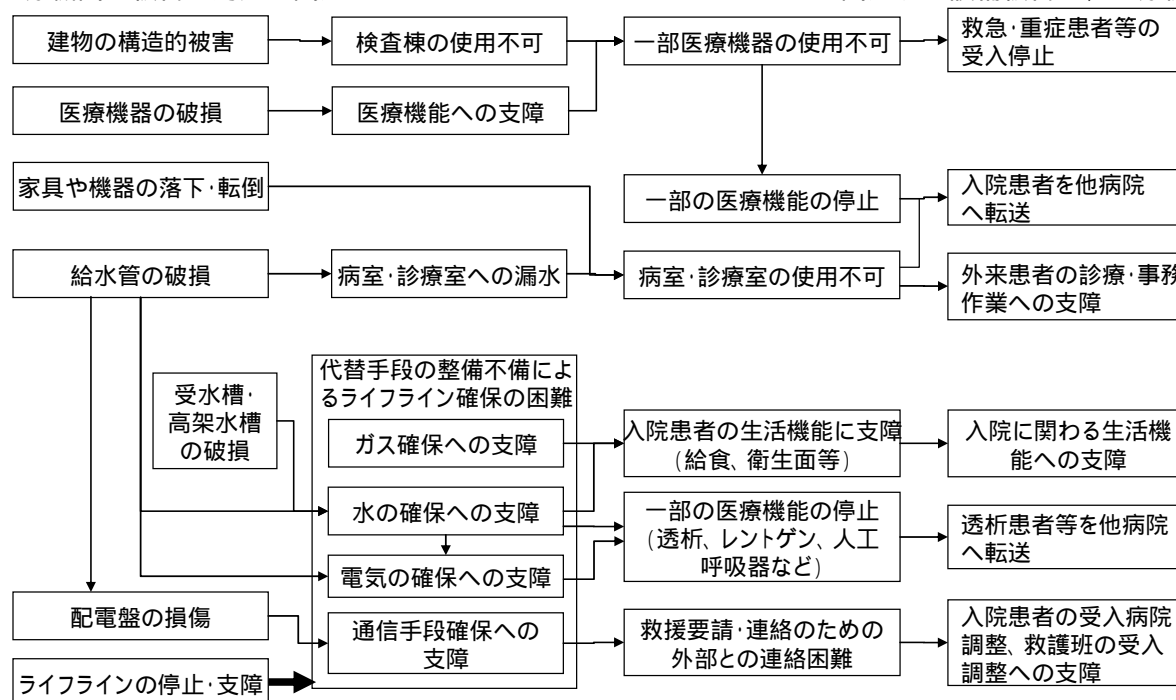


図-4 医療機関の被害・機能・対応の関連図

以上のように、医療機関の被害は連鎖的に新たな被害の原因となるようなケースもあり、その関連性を明確にする必要がある。また、被害要因によって医療機関に及ぼす影響も相互的な関係を持っている。医療機関の被害と対応調査にもとづき明らかにした要因間の関連関係を図-4に示す。この要因間の関連関係にもとづき、医療機関のリスク要因について考察を加える。

(2) リスク要因の考察

ここで、調査によって明らかとなった被災地における医療機関のリスク要因を以下に整理する。ここではリスク要因とは、医療機能の継続に支障を来す医療施設の物的な要素であり、4つのリスク要因として、建物構造の脆弱性、ライフラインに関連する設備の脆弱性、ライフラインの代替手段の装備状況、什器・機器類の設置における壁・床・天井などへの固定を挙げて、考察を加える。

建物構造の脆弱性

医療施設の被害は古い建物（S46年以前）における短柱のせん断破壊によるものである。柱のせん断破壊を防止する措置、建物耐力を高める耐震補強の必要性が再認識させられた。耐震補強は建物が一時的に使用できないこともあって、なかなか実施に踏

み切れない。しかし、建物の改修に合わせて、耐震補強も同時に実施することが推奨される。建物の構造的な被害は入院患者の生命を危険に曝すことから、入院患者の安全を守ることを念頭におく必要がある。

ライフラインに関連する設備の脆弱性

ライフラインに関連する設備被害は、医療機能に

支障をもたらすリスク要因である。給水配管や受水槽・高架水槽の脆弱性は、医療機能において重要なライフラインの一つである水の確保に大きな影響を及ぼすリスク要因であり、耐震化の推進が求められる。上水は、受水槽や高架水槽が無被害に保たれると、病院の種類にもよるが数時間から半日は病院の機能が保てる。半日賄える分量が保存できれば、その後は給水車の援護が受けられる。また、配管類の破損は、院内への給水に大きな支障を来すだけでなく、院内の漏水の原因となる。給水配管、医療ガス配管も含めて、破損しない材料や構造を検討する必要がある。

ライフラインの代替手段の装備状況

ライフラインについては、一時的に供給が停止することを前提として考えておくことが必要である。また、電気は自家発電機（空冷式）を装備し、いつでも稼働する状態に準備しておくことが必要である。前述のように、医療機関の電気復旧は優先的に行われるため、医療施設自体に問題がない限り、半日以内には復旧されることから、それまでの約10時間の電気を賄えばいいということである。中条病院・中条第二病院では、装備してあった自家発電機では不十分であったため、市民や業者が自発的に持ち込んだ自家発電機に大きく依存した。また、燃料となる軽油や重油の備蓄量が不足したため、業者が

緊急に調達することで間に合わせている。人工呼吸器などの生命維持装置の機能維持は生命にかかわる問題であり、停電することを想定して、準備を検討する必要がある。また、燃料の備蓄や確保についても検討しておく必要がある。

電話は、通常の電話回線に加え、非常用の回線や衛星携帯、無線などを装備しておくことが最低限必要である。公衆電話の設置も予備的に検討に加えられる。

什器・機器類の設置における壁・床・天井などへの固定

什器やコンピュータなどの機器類の落下・転倒によるケガ人は職員、患者両方で報告されていない。しかしながら、病室のテレビがベッドに落下したが、食事時間で患者がベッドから離れていたという幸運が重なったことを考慮すると、什器・機器類を固定していなかった状況は非常に問題である。また、什器・機器類が落下・転倒することで、書類や機材が散乱し、地震発生直後は診療・事務機能のための空間が使用できない状況となった。

医療機器の破損が大きかったのは小千谷総合病院のみで、今回の地震では直接的にはリスク要因とならなかった。重症患者は被害の少ない地域の病院に搬送されるため、高度な医療機器の必要性が高くなかったことにも起因する。しかし、高価なMRIが破損した小千谷総合病院の被害は大きく、今後の病院経営への影響も考えられ、医療機器類を固定しておくことで、このような被害を避けることができる。

コンピュータの破損も多々見られたが、今回の地震では明示的には大きな問題とはならなかった。今回の地震で被害を受けた医療機関の多くはカルテなどの情報を電子化しておらず、紙カルテを使用していたためである。しかし、今後電子カルテの普及が進んだ場合、新たな問題の発生も考えられ、コンピュータの固定はさらに重要な事項となるかもしれない。

交通路の遮断

医療施設とは直接的な関係はないが、交通路の遮断は、医薬品、食料品、燃料等の補充、患者の緊急搬送に大きな影響を及ぼす。代替の交通手段は、行政機関との連携・協力が不可欠であるが、交通路が遮断される可能性がある道路を想定し、医療機関としてできることを準備しておくことが求められる。

6. 救護活動と支援システム

(1) 救護活動

兵庫県災害医療センターや、国立病院機構災害医療センターは、急性期の災害医療を目的として、被災地で活動を行った。国立病院機構災害医療センターでは、発災直後DIS（災害情報システム）による被害推定結果を受けて派遣準備を始め、厚生労働省からの要請を受け、救護班が出発した。発災の翌日

早朝には小千谷市に到着し、魚沼病院、小千谷総合病院で医療活動を開始した。途中、救護班が派遣場所の指示を複数の組織から受け取ることになり、混乱が生じている。一方、兵庫県災害医療センターは、派遣の決断が発災の翌日であったことと、道路の状況がつかめず時間を要したことから、被災地に到着したのは発災の翌日の深夜となった。超急性期の救護活動としては、時期的に遅かったが、急性期の救護活動として、被災地の医療機関の支援、山古志村民の救出におけるトリアージ、情報収集・交換を行っている。

日本赤十字社の救護活動は災害救助法でもその役割が義務づけられており⁸⁾、全国の赤十字病院のネットワークを活用して、組織的な救護活動を展開した。その中でも特筆すべきなのは、ERU（緊急対応ユニット）と呼ばれる自己完結型の救護ユニット装備を有した赤十字の活動である。赤十字病院は、亜急性期の救護活動を展開し、長引く避難生活が起因となる内科系疾患や、精神的・心理的な疾患の治療にあたった。

東京都のDMAT（災害医療支援チーム）は、全国に先駆けて昨年度発足した。これまでは、規模の大きな事故など、東京都内での出動に限られていたが、広域活動としては初めての出動となった。今回の出動においては、広域出動の想定が行われていなかったことなどから、出動命令が遅れる結果となった。

国立病院機構災害医療センターの犬友⁹⁾らは救護活動における課題として、派遣要請・タイミング、移動手段、指揮命令、通信手段、派遣先、現地医療機関への支援医療のあり方、撤収もしくは2次隊要請の判断、初期医療支援の選別・判断をあげている。特に、派遣先の決定方法、派遣に関する指揮命令系統については問題点が多く残った。兵庫県災害医療センターの中山は、災害医療における災害拠点病院の役割が不明確であり、今後の救護活動、災害医療における位置づけや、他の医療機関・関連機関との連携体制についても検討する必要性を指摘している。長引く避難生活では、時間の経過と共に、急性期だけで慢性期の医療サービスももめられており、必ずしも発災直後に到着しなければならないわけではない。むしろ、時間の経過に応じて発声する医療サービスの需要と供給を調整するためのシステムが重要である。

(2) 広域災害・救急医療情報システム

厚生労働省が全国の自治体、災害拠点病院において運用を進めてきた広域災害・救急医療情報システムは、災害や救急の際に、医療機関の受入状態を把握するためのシステムとして開発された。

新潟県では広域災害・救急医療情報システムが導入され、新潟県中越地震発災直後からその運用が試みられたが、円滑に機能したとはいえない状況であった。その理由としては、刻々と変化する状況を把握し、情報を入力する時間的、労力的な余裕がなかったことがあげられる。今後広域災害・医療情報シ

システムを活用するためには、医療機関の負担とならないような入力方法や活用方法を検討していことが必要である。このような災害医療における情報システムの運用はまだ始動を開始した段階であり、システム自体の完成度や、運用マニュアルなどに多くの問題点を残している。

7. まとめ

今回の地震では、新しい医療機関が最新の技術を導入して計画されている一方、全国には耐震基準を満たさない医療機関が多く存在していることが浮き彫りになった。兵庫県南部地震では、医療機関のライフラインの被害が医療機能に影響を与えた要因として報告されているが、約10年経過して発生した新潟県中越地震においても、ライフラインの被害は問題となっており8)、個々の医療機関での取り組みは進んでいない状況である。その原因の一つとして、建物・設備の耐震化と医療活動との関係が明示的に医療関係者や建設業関係者に理解されていないことがある。そこで本研究では、単に施設被害を軽減するだけではなく、災医療機能の継続に着目した医療機関の危機管理計画策定の必要性を改めて示している。今後の取り組み課題を、以下のように纏めた。

- ・ 建物・設備の耐震化
- ・ 医療機器・コンピュータ・什器の地震対策（床や壁への固定など）
- ・ 非常時の通信手段の確保（無線や衛星携帯など）
- ・ 非常時のライフラインへの備え（空冷式自家発電機、貯水槽、プロパンガスなど）
- ・ 救護活動支援のための災害・被害情報システム
- ・ 緊急時の物資輸送・傷病者搬送のための交通手段と交通路

医療機関の被害と対応状況を考察すると、複数の要因が相互に関連して、医療機能への障害や問題を発生させていることが明らかである。医療施設の被害を軽減し、医療機能を継続させるためには、建物構造、ライフライン・設備、医療機器・備品の3つの要素を相互に検討し、リスクマネジメントの観点から検討する必要がある。

医療施設の建物は通常の建物と同じ耐震基準が設けられており、構造の耐震性のみを考えると問題はないかもしれない。しかし、特に医療機関の場合、建物の中で行われる医療活動という特殊性を考慮すると、中の設備の耐震性に関してはより厳しい基準を設ける必要がある。しかしながら、非構造部の設計において、地震を考慮した設計指針やガイドラインはなく、それらの耐震性分析と設計への適用に関

する研究を推進していく必要がある。

個々の医療機関の耐震性を高めると同時に、それだけには頼らない災害医療の枠組みの検討が重要である。被災地の医療機関を援護し、傷病者の救護を行う非被災地からの救護班の活動は、兵庫県南部地震以降大きく発展した。しかし、多くの救護班が被災地で医療活動を行った一方で、医療機関の活動場所、機関などの調整を行うシステムや体制が整っていなかったため、混乱の中で活動が進められていた状況であった。また、救護活動を行った医療機関からは、交通、被害状況などの情報に関する要望が聞かれた。正確な情報の供給や指揮命令系統の統一が今後の課題である。

謝辞：本研究は、文部科学省研究開発局地震・防災研究課の「2004年（平成16年）度災害調」研究助成による成果の一部である。また、調査にあたっては、被災された各病院の方々には多大なご協力をいただいた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 郭耕杖, 林康裕, 神原浩: アンケート調査に基づく病院の地震被害と震度との関係, 日本建築学会構造系論文集, No.586, pp.63-69, 2004.12.
- 2) Nebil, Achour, 宮島昌克, 池本敏和, 稲垣純一: 2004年新潟県中越地震における医療機関の被害分析, 土木学会地震工学論文集, 2005(投稿中).
- 3) 西野秀樹, 大西一嘉, 袁曉宇: 宮城県北部地震における被災病院の被害と応急対応に関する研究, 地域安全学会集, No.6, pp.291-296, 2004.11.
- 4) 新潟県: http://bosai.pref.niigata.jp/content/jishin/higai0405_0900.pdf, 2005.5.
- 5) 新潟県: 平成16年新潟県中越地震病院の状況(第10報), 2004.12.
- 6) 株式会社小堀鐸二研究所: 1995年兵庫県南部地震医療機関とその救急医療活動に関する調査報告 被災地における聞き取り調査, 1995.4.
- 7) 横森忠紘(財団法人小千谷総合病院): 新潟県中越大震災を経験して～地震直後の状況と復旧の経過.
- 8) 坪井栄孝, 大塚敏文監修, 国際災害研究会編, 医学書院, 1996.
- 9) 大友康裕他: 新潟県中越地震診療活動報告, 新潟県中越地震医療班等派遣報告会資料, 2004.

(2005. 6. 16 受付)

ANALYSIS OF DAMAGE OF MEDICAL FACILITIES AND DISASTER MEDICAL SYSTEM THROUGH SURVEY OF NIIGATA-KEN CHUETSU EARTHQUAKE

Michiko Banba, Hiromichi Higashihara

The role of medical facilities after disasters is important. Especially, medical facilities themselves are under risks to be damaged by earthquakes, and it is essential to maintain safety of medical facilities. In consideration of safety of medical facilities from earthquake disasters, countermeasures to strengthen structure to earthquakes to avoid collapse of the buildings are not enough. It is necessary to consider the issues particular to medical facilities, that is, continuity of medical activities and safety of inpatients. In this study, issues of disaster management are discussed from the physical and non-physical perspective through the analysis of risk factors of buildings, facilities and system related to the continuity of medical facilities. Also activities of medical facilities from other areas are researched to analyze activities of disaster medicine from the holistic perspective.