

# 災害時の透析医療と地域連携

—2022年福島県沖地震—

西内孝光\*1 標葉隆三郎\*1 馬目雅彦\*2

\*1 相馬中央病院 \*2 公立相馬総合病院

key words : 停電, 断水, 支援透析, 地域医療, 官民連携

## 要旨

2022年3月16日(水)23時36分、福島県沖を震源とするマグニチュード7.3、最大震度6強を福島県相馬市などで観測した。発災直後から相馬市内のほぼ全域で停電、断水、道路は一部に通行が困難な状況に陥った。通信手段の携帯電話、メール、Social Networking Service (SNS)等を利用可能であったが、停電のため固定電話は使用できなかった。

相馬中央病院では、停電、断水になったが、建物に大きな被害はなかった。透析センターに透析治療を継続できるだけの非常用電源は整備されておらず、透析を行うことはできない。公立相馬総合病院では、貯水槽等被災のために同じく透析ができない状況であった。

行政と東北電力、相馬地方広域水道企業団等の協力を得て、電源車と給水車の手配により透析治療の目途が立ち、相馬中央病院では3月17日(木)朝からの透析を開始することができた。

午後には、透析治療が行えない公立相馬総合病院の透析患者を公立相馬総合病院の医師、看護師、臨床工学技士の協力のもと、官民連携をとり支援透析を15人に対して行った。

翌日に復電のため商用交流からの透析治療を開始したが、透析中に停電した。その後人員を院内から招集し、手回しハンドルでの返血作業を余儀なくされた。電源車と給水車により透析治療が継続できた初めてのケースであった。

全国どこでも起こる可能性がある自然災害時の停電、

断水による透析不能や透析中の停電のトラブルに対して、本稿が少しでも参考になれば幸いである。

## 1 はじめに

血液透析治療には安定した電力と安全かつ大量の水、安定した透析資材の供給体制、そして人的要員が必要不可欠であることは周知の事実である。災害時において地域で透析医療を完結することができれば、移動距離もほとんど変わらずに治療後は自宅へ帰ることができる。これは患者に限らず透析スタッフにとっても利益があるものと考えられる。これが不可能な場合として、現在のコロナ禍での集団移動などの課題が残る。

相馬市は福島県の浜通り北部に位置しており宮城県と隣接し、人口は約3万4,000人である。透析施設は、民間の相馬中央病院と公立相馬総合病院の2施設で、約120人の透析患者を相馬市内外、隣県の宮城県より引き受けている。

## 2 震度6強の地震による停電と断水

2022年3月16日(水)23時34分、23時36分、福島県沖を震源とするマグニチュード7.3、最大震度6強の地震が立て続けに起こった。

病院被災は、停電、その後断水となった。透析センターに非常用電源は整備されておらず、このままでは翌日の透析治療を行うことはできない状況になった。公立相馬総合病院では貯水槽の破損等により同じく透析ができない状況になった。透析センター内の様子は、カルテ棚からカルテは崩れ落ち、書類ファイルが落下、



図1 カルテ棚からカルテの落下，書類などの落下  
2022年3月17日0時34分撮影



図2 給水車による給水活動  
2022年3月18日7時38分撮影



図3 早朝からの電源車による給電活動  
2022年3月17日5時55分撮影

透析液剤，そのほか消耗品などが散乱していた（図1）。この時点で停電ではあったが非常電灯等の明かりで，透析関連装置に大きな損傷，水漏れがないことを確認し，「日本透析医会災害時情報ネットワーク」に透析不可，被災あり，停電，と当時の状況を個人のスマートフォンで書き込んだ。

深夜から朝方にかけて，行政と東北電力，相馬市水道企業団等の協力のもと，電源車2台と給水車の手配により透析治療開始の目途が立ち，透析開始の準備を進めた。電源車は定格出力400kVA，燃料は軽油であっ

た。給水車は最大積載量3,000L，ポンプ駆動により加圧給水が可能なるものであった。

厚生労働省災害情報連絡室発表の「福島県を震源とする地震について」（第5報，令和4年3月17日13時00分現在）によると，日本透析医会災害情報ネットワークにおいて，福島県2施設（相馬中央病院，公立相馬総合病院）の透析不可を確認（3/17）。相馬中央病院については，水道・電気が止まっているが，給水車，電源車により応急措置ができており（図2,3），公立相馬総合病院にて透析治療を受けている17人に

ついて、相馬中央病院に振り替えて対応中(3/17)であることが報告された<sup>※1)</sup>。

### 3 支援透析(ベッド貸し出し)

公立相馬総合病院の患者15人に対して支援透析(ベッド貸し出し)、午後透析13人、夜間透析2人を行った。

患者登録等を目的とした患者情報を、受援側の公立相馬総合病院の看護師が事前に届けてくれた。その後当院医事課でカルテ作成を行い、受援側の臨床工学技士が患者受け入れ前に来院し、透析システムに透析条件等を入力した。幸いなことにカルテシステム、透析システム、透析装置が同メーカーであり、入力作業は難なく進んだ。消耗品については相馬中央病院の在庫を使用した。透析支援として、プライミング、透析中のアラーム解除などを行ったが、穿刺、透析中の対応、血液回収は受援側で行い、22時48分に予定透析を終了した。支援透析は復電に伴い1日で終了した(図4)。

今回の支援透析の成功は、相馬地域で透析患者を守るために官民の病院が協力して、地域医療の連携が機能を果たしたことに尽きる。両病院間の支援、支援透析は東日本大震災時にも経験しており、過去の経験から比較的スムーズに事が進んだ。

#### 発災から支援透析終了までの経過

2022年3月16日(水)

23時36分：マグニチュード7.3 震度6強、停電、断水

2022年3月17日(木)

6時41分：高圧応急用電源車より給電開始、透析剤溶解開始、透析装置の前洗浄開始

7時30分：給水車より給水開始

8時29分：透析開始 22人 当院患者

14時30分：高圧応急用電源車から商用電源へ切り替え工事(約50分)

15時34分：午後透析開始 9人 当院患者

15時55分：支援透析開始 13人 公立相馬総合病院

19時41分：支援透析開始 2人 公立相馬総合病院

22時48分：予定支援透析完了

### 4 電源復旧後の停電から手回しハンドルでの血液回収までの経過

2022年3月18日(金)

8時06分：透析開始 20人

10時38分：停電、血液ポンプバッテリー運転

10時43分頃～：バッテリー切れ17台、手回しハンドル操作、病棟、外来など人員を招集

10時50分：透析スタッフ、他職員による手回しハンドルでの血液回収開始(応援スタッフ含め20数人)

11時06分：20人血液回収完了

11時19分：復電

14時39分：電源切り替え工事開始(電力供給が不安定なため再度電源車依頼)

14時53分：電源車より給電開始、透析準備開始

15時09分：午後透析開始 16人

19時45分：本日予定の透析終了

20時04分：電源切り替え工事開始

20時25分：工事終了

被災から2日目、3月18日(金)午前予定20人を復電に伴い商用交流で透析治療を開始したが、透析開



図4 空きベッドを利用した支援透析風景

当院患者7人と公立相馬総合病院患者15人、各施設の患者対応にあたる両病院透析スタッフ 2022年3月17日16時頃

始から2時間32分後の10時38分に停電が発生した。透析装置の血液ポンプがバッテリー運転に切り替わった。約5分後、次々に血液ポンプが停止する事態に陥った。透析スタッフが手回しハンドルで血液ポンプを回しながら復電を待つが、20台中17台で手回しハンドル操作が必要であり、人手が足りなくなった。病院長が各部署に応援要請を行い、病棟看護師、外来看護師、事務職員など十数人に対し、手回し方向、速度などレクチャーし復電を待つが、停電から約12分後、電源復旧の目途が不明であったことから院長指示にて血液回収を行った。透析装置は全自動装置のため、17台のバッテリー切れ装置に回収用血液回路、5%ブドウ糖液500mLを接続し、手回しハンドルでの返血操作を行った。返血が終了したスタッフには持ち場へ戻ってもらった。その後復電し、体重測定後に患者は帰宅となった。透析時間は2時間弱から約2時間半であったが、追加の臨時透析は予定せずに体調不良等の場合は連絡するよう患者へ伝えた。翌透析は週明けとなったが、翌透析日までに体調不良等を訴えた患者はいなかった。

#### 4-1 血液ポンプのバッテリー切れ原因

透析装置運転履歴、透析装置操作マニュアルから推察すると、3月16日(水)14時30分：高圧応急用電源車から商用電源へ切り替え工事(約50分)時に透析装置のモードが「透析準備」であり、画面モニター表示、静脈圧・気泡などの体外循環系の監視が内蔵バッテリーにより継続されていたために、バッテリーを



図5 雪の降るなか行われた電力切り替え工事  
2022年3月18日20時20分撮影

すべて消費し、翌日の停電までにバッテリーが充電されなかった(図5)。

透析装置は日機装社製個人用多用途透析装置DBG-03が3台、DBB-100NXが20台である。停電時は前者2台、後者18台が稼働中であった。バッテリー切れはDBG-03が0台/2台、DBB-100NXが16台/17台でバッテリー切れのなかった1台は前日の停電時に工程が「プリセット」であり電源が切れていた。両装置とも同じバッテリーを使用しているが、DBG-03で血液回収までバッテリーが稼働した理由は現在のところ解明できていない。

#### 4-2 今後の対策

##### ・停電時の対応手順書の改訂

- ① バッテリー運転に切り替わったら $Q_b$ を70 mL/minに設定する。
- ② 治療中以外の装置は電源をOFFとする。
- ③ バッテリーの使用、テスト後は手動での連続充電を行う。
- ④ 手回し返血時の手順の改訂と必要物品の追加(5%ブドウ糖液500mL、返血用回路)

##### ・技術保持のため災害訓練の継続(1回/月)

- ① 緊急離脱
- ② 手回しハンドル操作
- ③ 緊急階段避難車での避難

#### 4-3 血液ポンプのバッテリーについて

取り扱い説明書によると、バッテリーが完全放電した状態では、装置の電源ONから満充電までは96時間、連続充電では8時間とされており、この満充電で30分の運転が可能と記載されている。

## 5 過去の災害とライフライン障害

1995年の阪神・淡路大震災でのライフライン障害は、停電が時間単位、断水は日単位、ガスは週単位で復旧することが報告されている<sup>1)</sup>。2019年の令和元年房総半島台風では、透析施設の21カ所で停電が発生し、全施設の復電が確認できたのは停電発生から10日後であったとの報告がある<sup>2)</sup>。

相馬中央病院では2011年の東日本大震災以降、これまでに3回のライフライン停止(表1)を経験しているが、行政、各機関の協力を得ることができ、断水

表 1 過去の災害とライフラインの状況 (相馬中央病院)

発生年	名称	停電	断水	ライフライン対応	支援透析
2022年	福島県沖地震	15時間	7日間	電源車, 給水車	あり
2019年	令和元年東日本台風	なし	6日間	給水車	なし
2011年	東日本大震災	なし	8日間	給水車	あり

時には給水車, 停電時には電源車の投入で, すべての災害で自施設での透析を継続でき, 支援透析も行うことが可能であった。



図 6 東日本大震災時の給水活動-1  
自衛隊の給水タンクから揚水 2011年3月11日21時19分



図 7 東日本大震災時の給水活動-2  
自衛隊の給水タンクから消防ポンプ車で揚水 2011年3月11日21時19分

### 5-1 2011年, 東日本大震災

震度6弱の地震による断水, 福島第一原子力発電所事故(相馬市は避難指示等はなし), 給水車により透析治療の継続が可能であった初めてのケースである。5日間の断水中は, 給水車で供給が不安定なため透析時間を3.5時間に短縮した。

初回の給水は自衛隊のタンクトレーラからであり, 消防のポンプ車で受水槽に給水した(図6,7)。

### 5-2 2019年, 令和元年東日本台風

台風被害でダムからの導水管破断による断水。

東日本大震災の教訓から断水時には透析施設に優先的に水の供給が行われることになっていた。透析条件(血液透析, オンライン血液透析濾過)などを変更することなく通常透析を実施した。水質の安全確保を担保する目的として, エンドトキシン検査, 生菌検査を連日行い, いずれも検出感度以下で経過した。透析治療で1日に使用する水の量を18tと試算した。

### 5-3 2022年福島県沖地震

震度6強の地震による停電と断水。電源車と給水車により透析治療が継続できた初めてのケースである。

透析条件などの変更をすることなくいつも通り行った。

過去の災害から断水時の給水車の水は飲料水であり安全は担保されている。しかし, 施設内の水の流れは, 給水車→受水槽→高架水槽→透析センターとなっている。地震の揺れにより, 水道配管内の経年劣化による錆などが水処理装置内に侵入する可能性もあり, 目視で汚れを確認し, フィルター交換時期を従来の2/3に早めた経験がある。

## 6 災害対策

相馬中央病院透析センターでの災害対策は東日本大震災以前から行っていた。これは, 宮城県沖地震を想定とする地震対策である。宮城県沖地震とは1978年6

月に宮城県沖で発生したマグニチュード7.4、当時の基準で震度5であり「1978年宮城県沖地震」と気象庁より命名された地震である。当時人口50万人以上の都市が初めて経験した、都市型地震の典型といわれた。この地震は、平均約38年間隔で起きていて、2005年の評価時点では、30年以内に発生する確率は99%といわれていた<sup>3)</sup>。

災害対策は、地震対策に限ったものであり、災害＝地震の認識であった。赤塚により提唱されている四つの基本的透析室内災害対策<sup>4)</sup>、①患者監視装置のキャスターはロックせずフリーとし、透析室内を自由に移動させる。②透析ベッドのキャスターはロックだけしておき、決して床面に固定しない（患者の乗降が危険なのでキャスターロックだけする）。③透析液供給装置、RO装置は床面にアンカーボルトで固定する。④透析液供給装置、RO装置と機械室壁面との接合部は、必ずフレキシブルチューブを使用する（壁面の配管はポリ塩化ビニルでよい。接合部のみ）。これらを基本とし、患者用、スタッフ用に地震に備える資料の配布、離脱訓練や非常持ち出しの確認、透析装置のバッテリーテストなどを実施していた。表1の災害や災害までに至らない震度5を超える地震を経験するたびに対策を追加した。例えば、止血弁内蔵透析用留置針の採用、透析中のベッド（電動式）の高さを一番低くする、止血用ベルトを回路固定に使用する、など。

2019年の「令和元年東日本台風」を契機に、相馬中央病院では2020年5月から「BCP行動計画書」「災害対応マニュアル」を運用している。これには、地震のほか、水害、そして原発事故も含まれており、透析治療の継続についても記載されている。

## 7 地域連携組織

災害時などには以下の組織と情報を共有している。

- 相双地区透析施設連絡協議会
- 福島県透析医療災害対策連絡会
- 地域医療連携推進法人ふくしま浜通り・メディカル・アソシエーション
- 仙南透析施設災害ネットワーク

## 8 支援側の医師から（標葉隆三郎：相馬中央病院）

危機管理で重要なことは、情報の一元化、意思決定

の一元化、情報の収集、これがリーダーの条件である。具体的な指示を出しつつ、歩きながら考える。臨機応変にひとつひとつ対策を立てていくしかない。多くの場合マニュアルは役に立たないことが多い。

部下、友人とのネットワークは大事に、お金、コネも大事である。希望を持たせ、期限を決めてひとつひとつつみ上げるとともに、批判をしないことである。高みの見物からは何も生まれない。誰かが決めて、とりあえずやることだ。

これが、東日本大震災以降の災害や、今回の地震で学んだことである。次に何が起こるかという次の問題を考える。想像力も大事である。

## おわりに

今回の被災の際は、相馬市役所をはじめとして東北電力ネットワーク、相馬市水道企業団などさまざまな方面からのご支援、激励を頂きありがとうございます。この場を借りて関係者の皆様に深く感謝します。

執筆内容の一部を、第65回日本透析医学会学術集会「給水車及び生活用水による透析施行時の水質評価～2019年台風第19号による断水～」(2021年WEB開催)、第103回福島腎不全研究会「透析装置のバッテリー切れにより手回しハンドルでの返血を経験して」(2022年6月WEB開催)として発表した。

利益相反自己申告：申告すべきものなし

## 文 献

- 1) 宮本 孝：透析設備の安全確認のポイントを知っておこう。透析ケア 2020；8：259-262。
- 2) 山川智之、赤塚東司雄、佐久間宏治、他：危機管理委員会報告 透析災害対策のアップデート：日本透析医学会危機管理委員会。透析会誌 2021；54(7)：329-336。
- 3) 米谷則美：緊急ワークショップ 地震災害時の病診連携—宮城県沖地震での教訓—。日本呼吸管理学会紙 2006；第15巻第3号：351-356。
- 4) 赤塚東司雄：透析室の災害対策マニュアル—震災に備える！ダウンロードできるマニュアル作成シートつき 改訂2版。大阪：メディカ出版、2012。

## 参考 URL

- ‡1) 厚生労働省災害情報連絡室「福島県を震源とする地震について」(第5報、令和4年3月17日13時00分現在) <https://www.mhlw.go.jp/content/10200000/000914366.pdf> (2022/7/18)