
[分担研究年度終了報告]

透析医療に影響を与える南海トラフ地震に関し、
行政の被害想定も踏まえた透析医療の
継続条件に関する研究

透析医療に影響を与える南海トラフ地震に関し、行政の被害想定も踏まえた透析医療の継続条件に関する研究

研究分担者 雨宮守正 さいたま赤十字病院腎臓内科 部長

研究要旨 南海トラフを震源とする地震は、約100～150年の間隔で繰り返し起きてきた。建物・住民・ライフライン・日常の生活などへの影響などその被害想定は甚大と言える。特に停電や断水は透析医療に多大な影響を与え、5.5～7.8万人という膨大な患者が一時的に透析を受けられなくなる可能性がある。自施設での透析が行えない場合は、地域内での支援透析を行う必要がある。地域内での支援透析が困難な場合は、遠隔地における支援透析が必要となる。そして遠隔地において問題になるのは、支援施設の確保、搬送手段、被災施設と支援施設の情報共有などが挙げられる。

一方、被災後の対応で最も大切なのは、被害状況の把握と初期対応といえる。これには地域ごと固有のネットワークを構築しておく必要がある。すでに対策がなされている地域もある。次に大切なのは、ネットワーク同士の統括と調整であろう。今後は地域ごとの代表者、それを統括し行政とも協力できるコーディネーターの任命が必要であろう。

今後起こり得る、大災害において、より多くの透析患者の透析を継続するために必要なことは、1) 地域内、ひいては地域同士の、ネットワークの構築、2) ネットワークを取りまとめるコーディネーターの任命、3) 自治体や行政との協力体制の確立、4) 情報を共有する仕組み、であると考えられる。

A. 研究目的

静岡県駿河湾から九州東方沖まで続く深さ約4,000メートルの海底のくぼみ、いわゆる南海トラフを震源とするマグニチュード(M)8前後の地震(南海トラフ地震)が、過去約100～150年の間隔で繰り返し起きてきた。被害は主に太平洋に面する地域に想定され、損壊、津波などによる浸水、その後起こる断水・停電など甚大なものが想定される。

一方、本邦における透析患者は、年々増加・高齢化をきたしており2019年12月31日時点で総数344,640人、平均年齢は69.1歳であった。この透析患者の約3分の1は南海トラフ地震の被害想定地域で治療を受けている。

そこで、今回の研究ではこれまで発生した南海トラフ地震につき振り返りを行った上で、透析医療に対する被害の想定・オペレーションを検討し、さらに透析医療における対策と課題について考察する。

B. 研究方法

南海トラフ地震、透析医療における対応について、インターネットを使用し検索を行い要旨をまとめた。

また埼玉県保険医療部医療整備課が編集し県内透析施設に配布している災害時透析医療確保マニュアルに掲載している内容を引用した。さらに透析医療における課題について、考察を加えた。

すでに公表されている資料からの引用と考察であるため倫理的な問題はないものと考えられる。

C. 研究結果

1. 南海トラフ地震と透析医療

(1) 南海トラフ地震とは

南海トラフは静岡県の駿河湾から九州東方沖まで続く深さ約4,000メートルの海底の溝(トラフ)であり、南側のフィリピンプレートが北側のユーラシアプレートの下に沈みこむ境界とされている。プレートとプレートがぶつかり合う場所であり、ここを震源とした海

溝型地震は過去から繰り返し起きてきたことで防災上もきわめて注目されている。

過去の歴史的文献，あるいは地質調査等から南海トラフを震源とする地震は，約 100～150 年の間隔で発生とされる。その震源域によってその名称は異なり，駿河湾から熊野灘を震源とするものは東海地震，紀伊半島沖から遠州灘を震源とするものは東南海地震，紀伊水道沖から四国南方沖を震源とするものを南海地震と称されてきた。

海溝型地震は一般に同時，あるいは時間をおいていくつかの震源が連動するケースがあることが知られている。東日本大震災の原因となった東北地方太平洋沖

地震の震源域は日本海溝に沿い約 500 km に及ぶ連動型地震であった。南海トラフ巨大地震は，東海地震，東南海地震，南海地震が同時に連動する南海トラフを震源とする地震の中で最大級のものとして想定され，政府でもその対応が検討されている。

(2) 南海トラフを震源とする地震の歴史 (図 1)

南海トラフを震源とする地震については，周期的に発生することが広く知られている¹⁾。歴史の記録に残る地震として，南海トラフを震源とする可能性の高い地震として最古のものは，日本書紀に記載のある 684 年に起こった白鳳地震である。その後も文献的に南海

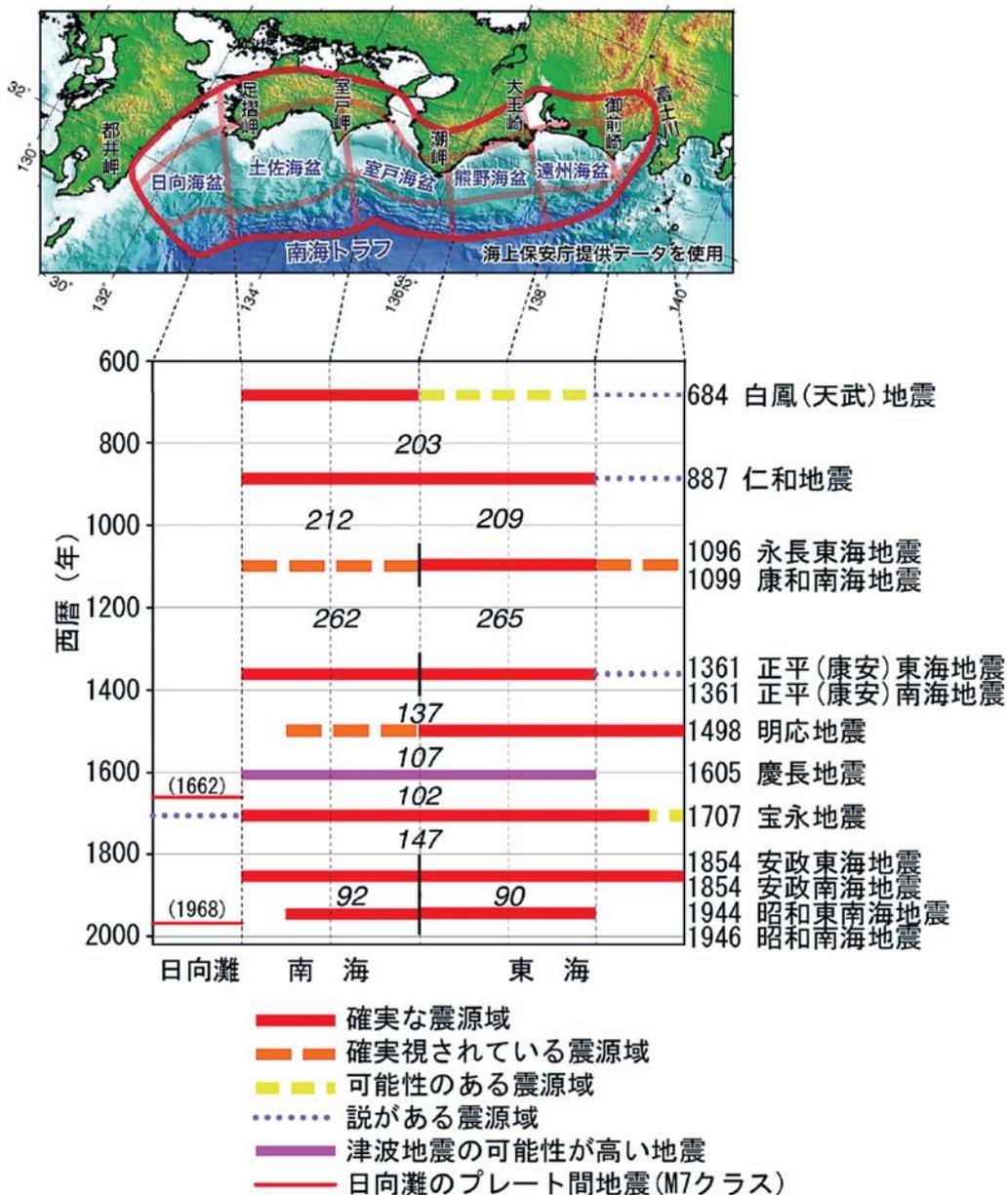


図 1 南海トラフを震源とする過去の地震とその震源域 (文献 1 より)

トラフが震源の可能性の高い地震はあるが、その中でも1707年10月に発生した宝永地震は、記録に残る南海トラフを震源とする地震として最大級のもので、震源域は東海沖から四国沖までの広範囲にわたる同時連動型地震であったとされる。津波の被害も各所で記録されており、広範囲にわたる甚大な被害があったことが判明している。

宝永地震の147年後の1854年に起こった安政地震では、熊野灘・遠州灘沖から駿河湾を震源とする安政東海地震の32時間後にほぼ同じ規模の紀伊半島から四国沖を震源とする安政南海地震が起きた連動型地震であった。この地震もやはり広範囲で津波被害が記録されている。

現在知られる最新の南海トラフを震源とする地震は、昭和東南海地震と昭和南海地震で、前者は1944年、後者は1946年に発生、2年の間隔で発生した連動型地震である。昭和東南海地震は、熊野灘から愛知沖を震源としたものであり、昭和南海地震は昭和東南海地震の震源域に隣接した西側の潮岬が震源であった地震であった。

前述のように、南海トラフを震源とする地震が周期的に起こっているのは明らかであるが、1944年の昭和

東南海地震は震源が過去の東海地震よりも西側であり、駿河湾から静岡沖にかけては久しく地震が起きていない地震空白域であることから、ここを震源とする東海地震は起こる可能性が高いとされ、1970年頃から対策が講じられてきた。

(3) 南海トラフ巨大地震の被害想定

東日本大震災が、それまでの地震の予測を大きく超える海溝型同時連動地震であったことから、南海トラフを震源とする地震についても、東海・東南海・南海の全ての震源域が同時に連動する巨大地震になる可能性もあるとして、被害想定の見直しがなされた。沿岸の人口密度が高い南海トラフ地震は東日本大震災と同規模であっても被害は大きくなるとされる。

2012年8月に発表された「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の報告によれば、想定される震源域が連動して起きる南海トラフ巨大地震ではMw9.0~9.1の規模になるという²⁾ (図2)。

南海トラフ巨大地震の震源の想定については様々なケースが考えられ、それぞれのケースをまとめると震度7が想定される地域は、約4,000 km²、震度6強以上が約2.9万 km²とされた。

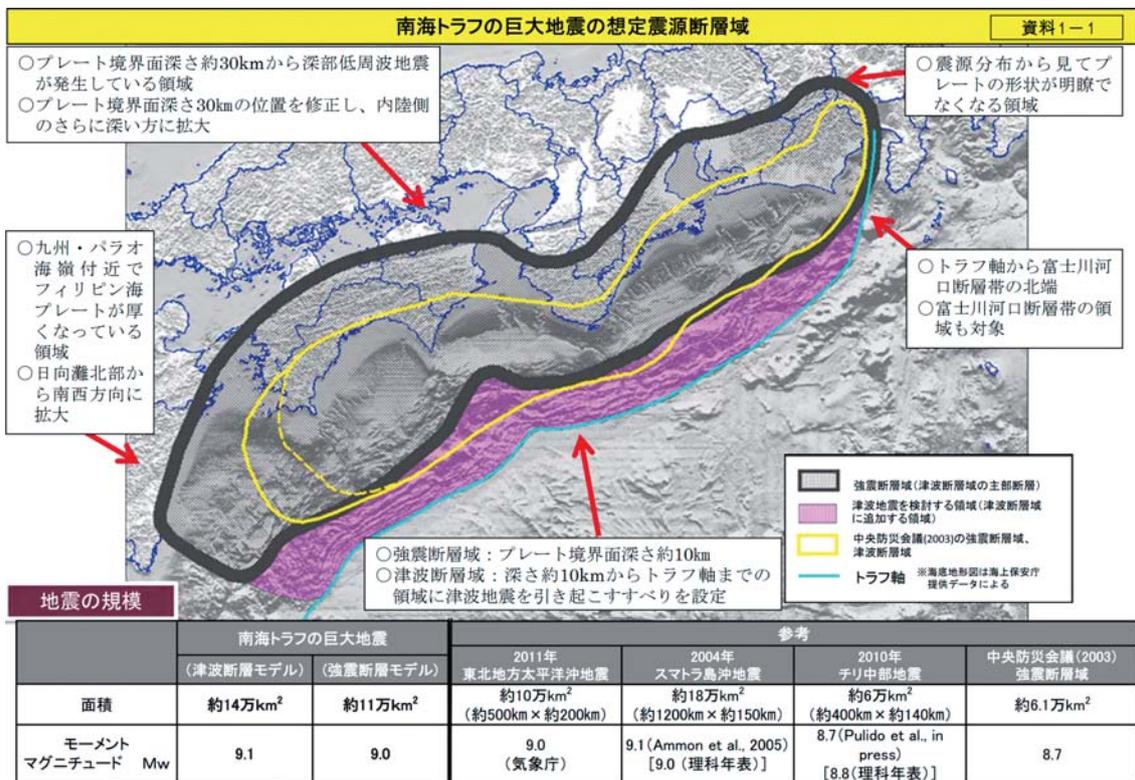


図2 地震の規模の比較
(文献2より)

2013年3月に報告された「南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）」によれば、被害想定のうち透析医療に特に関連があるのは以下のようなものであった^{3,4)}。

1) 建物・人的被害

発災直後は、地震の揺れにより、約62.7万棟～約134.6万棟が全壊、これに伴い約3.8万人～約5.9万人の死者が発生、また津波により、約13.2万棟～約16.9万棟が全壊、これに伴い、約11.7万人～約22.4万人の死者が発生、更に大規模な火災により、約4.7万棟～約75万棟が焼失、これに伴い、約2.6千人～約2.2万人の死者が発生する。

2) ライフライン

○上水道

・被災直後で、最大約3,440万人が断水し、東海三県の約6～8割、近畿三府県の約4～6割、山陽三県の約2～5割、四国の約7～9割、九州二県の約9割が断水すると想定される。

○下水道

・被災直後で、最大約3,210万人が利用困難となり、東海三県の約9割、近畿三府県の約9割、山陽三県の約3～7割、四国の約9割、九州二県の約9割が利用困難となると想定される。

○電力

・被災直後で、最大約2,710万軒が停電し、東海三県の約9割、近畿三府県の約9割、山陽三県の約3～7割、四国の約9割、九州二県の約9割で停電すると想定される。

○通信

・被災直後で、固定電話は、最大約930万回線が通話できなくなり、東海三県で約9割、近畿三府県で約9割、山陽三県で約3～6割、四国で約9割、九州二県で約9割の通話支障が想定される。

・携帯電話は、基地局の非常用電源による電力供給が停止する1日後に停波基地局率が最大となる。なお、被災直後は輻輳により大部分の通話が困難となる。

・インターネットへの接続は、固定電話回線の被災や基地局の停波の影響により利用できないエリアが発生する。

○道路

・基本ケースにおいて、道路施設被害（路面損傷、沈下、法面崩壊、橋梁損傷等）は約3万～3万1千箇所が発生すると想定される。

・陸側ケースにおいて、道路施設被害は約4万～4万1千箇所が発生すると想定される。

○空港

・中部国際空港・関西国際空港・高知空港・大分空港・宮崎空港で津波浸水が発生すると想定される。このうち、高知空港と宮崎空港では空港の半分以上が浸水すると想定される。

3) 生活への影響

○避難者

・避難者は断水の影響を受けて1週間後に最大で約950万人が発生し、避難所への避難者は1週間後に最大で約500万人と想定される。

○物資

・食料の不足量は、発災後3日間の合計が最大で約3,200万食と想定される。

・飲料水の不足量は、発災後3日間の合計が最大で約4,800万リットルと想定される。

・毛布の不足数は最大で約520万枚と想定される。

○医療機能

・重傷者、医療機関で結果的に亡くなる者および被災した医療機関からの転院患者を入院需要、軽傷者を外来需要とした場合、被災都府県で対応が難しくなる患者数は最大で入院が約15万人、外来が約14万人と想定される。

4) 透析医療への影響

透析医療に最も直接的に影響を与えるものは停電と断水であるが、上記の報告によれば復旧までの経過は下記のようなものとなる。

○停電

・運転を停止した火力発電所の運転再開は、2～3日では困難である。被災により電力需要が激減するため、直後に電力供給量が不足することはないが、翌日以降、電力需要が回復した時、計画停電を含む需要抑制が行われる場合がある。全国レベルでは、停電は供給ネットワークの切り替えにより順次解消され、3日後には停電の多くが解消さ

れるが、電力需要の回復により、計画停電を含む需要抑制が行われる場合がある。一方、被害の大きい地域では、発災直後9割が停電、3日後にも5割が停電しており、大部分が解消されるのは1週間後となる。

○上水道

- ・上水道は、停電よりも復旧が遅く、発災後1週間でも全国で約970万人～約1,740万人が断水のままと推定される。

(4) 透析医療における被害想定

前述のように透析医療に最も影響を与えるのは、停電と断水であるが、停電については、専門家の推定あるいは阪神・淡路大震災や東日本大震災の状況を見ても約1週間で概ね復旧するのに対し、断水についてはその復旧は遷延するため、断水の影響はより大きいと考えられる。

上記の報告から断水により影響を受ける透析患者数を2018年末の日本透析医学会の統計調査から算出すると、表1の通り、5.5～7.8万人という膨大な患者が一時的に透析を受けられなくなる可能性があり、1週間後も復旧が約5割であることから約4万人の透析難民が発生することになる。

(5) 南海トラフ巨大地震発生時の透析医療に関するオペレーション

透析医療は、電気と大量の水が少なくとも必要であり、災害でこれが失われた状況では透析治療を継続するためには、停電に対しては非常用発電または電源車による対応、断水に対しては給水車による対応が必要となる。しかし、血液透析は一人1回あたり最低でも約100Lの水が必要であり、熊本地震の際には、自治体の所有する2tクラスの給水車では足りず、自衛隊の持つ大容量給水車が主に対応したという経緯もあり、十分な給水ができない状況の地域も少なくないと思われる。

停電対応については、自家発電をあらかじめ準備しておく、という方策が考えられるが、燃料の保管や設置スペースの問題が大きいため、透析施設の自家発電の設置は多いとは言えず特に都市部の設置率は低い。東日本大震災では、被害を受けた透析施設で自家発電が有効に使われ、透析を継続できたとの報告⁵⁾もある一方で、全般的には必ずしも自家発電が透析医療の継続に有効に使われなかったとの報告もある。経営的にも自家発電を設置、維持するコストは大きく、診療所を含む全ての透析施設が自家発電を設置するのは無理があると言わざるを得ない。

断水、停電下で給水、電源確保が難しい場合、まず

表1 南海トラフ地震の断水による透析医療の被害想定

地域名	府県名	府県毎患者数	地域毎患者数	推定	下限	上限
東海3県	静岡	11,158	33,913	約6～8割	20,348	27,130
	愛知	18,783				
	三重	3,972				
近畿3府県	大阪	24,070	41,475	約4～6割	16,590	24,885
	和歌山	3,015				
	兵庫	14,390				
山陽3県	岡山	5,176	16,360	約2～5割	3,272	8,180
	広島	7,567				
	山口	3,617				
四国	徳島	2,811	12,086	約7～9割	8,460	10,877
	香川	2,750				
	愛媛	4,021				
	高知	2,504				
九州2県	大分	4,057	8,005	約9割	7,205	7,205
	宮崎	3,948				
合計		111,839			55,875	78,277

地域内での支援透析を行うこととなる。熊本地震では広範囲で断水になった一方、停電はほぼなかったため、断水のみが問題だった施設に給水することによって地域内での支援透析を完結することができた。東日本大震災はきわめて広範囲な停電が発生したが、自家発電を持つ施設が地域の透析患者を集中的に治療することでほぼ地域内での支援透析を完結することができた⁶⁾。

南海トラフ巨大地震においては、津波による広い範囲での被害が想定されており、特に高知や和歌山、宮崎など沿岸部に人口が集中する地域では、透析施設の被害が甚大になると共に、インフラが広汎に破壊され、東日本大震災以上に地域内での支援透析が困難な状況が想定される。

地域内での支援透析が困難な場合は、遠隔地における支援透析が必要となる。遠隔地において問題になるのは、支援施設の確保、搬送手段、被災施設と支援施設の情報共有、複数施設対複数施設の支援スキームの場合の患者の割り当て・トリアージなどであるが、南海トラフ地震で問題になるのは、津波被害で孤立し、交通アクセスに大きな障害が生じる可能性である。三重・和歌山・徳島の南部、高知など海岸沿いに平地がほとんどない地域では、津波により、道路の寸断などによって容易に孤立してしまう可能性が高く、支援透析のため患者搬送する場合も大きな問題になり得る。東日本大震災においても交通の寸断はあったが、道路の寸断は限定的であり、地域が陸続きということもあって患者の搬送経路に大きな問題は生じていない。

陸路による搬送が困難な場合は、空路を選択することになる。これまで2004年の新潟県中越地震、2011年の東日本大震災⁷⁾、同年の台風12号による和歌山県の被害⁸⁾で空路を使った患者搬送の前例があるが、東日本大震災以外はきわめて小規模なものであった。東日本大震災では自衛隊の輸送機を使って80名の透析患者を宮城県松島基地から北海道千歳基地まで搬送しているが、これは亜急性期に医療リソースが枯渇した病院からかなり準備に時間をかけて搬送したケースで、急性期の対応ではなかった。南海トラフ巨大地震後の支援透析のための搬送では、急性期に大規模かつ遠距離の搬送を必要とする事態も想定され、これは民間では不可能であるため、行政との緊密な連携が必要となる。

(6) 情報共有の問題

透析医療の災害対策においては日本透析医会災害時情報ネットワークを中心とした情報共有を行い、被災施設の情報を把握するとともに、支援透析の確保および調整を行う体制となっている。2015年のJHAT設立以降は、必要に応じ被災地に先遣隊を派遣し、急性期に情報発信が困難な被災地の医療者に代わり被災地からの情報発信を行うこととなった。

東日本大震災以降、通信インフラの災害対策が進み、当時の脆弱性はかなりの部分で改善されているが、それでも南海トラフ巨大地震においては、広範囲な通信障害が想定されることは前述の通りである。交通遮断によって先遣隊の派遣が難しい地域も想定されるが、南海トラフ地震発生時の先遣隊の意義は大きいと思われる。地域単位の派遣スキームの検討は必要である。また被災地域における迅速な被災状況の情報共有のためにも平時に日本透析医会の府県支部を中心とした地域単位の情報共有体制について整備が必要である。

2. 南海トラフ地震への対応と課題

(1) はじめに

予測される最大規模の地震が起こった場合、これまでに透析医療への影響が最も大きかった災害の一つである東日本大震災と比較しても、その範囲、被害想定は甚大なものとなる。そこで本項では、南海トラフ地震発生に対する透析医療における対応と課題について論じる。

(2) 被害状況の把握と初期対応

静岡県では、甚大な被害想定をふまえ、県の腎不全研究会が中心となり地域ごとの透析施設情報ネットワークの見直しを行ったと報告している⁹⁾。彼らは行政と連携を行い、全県を保健所単位8箇所に分割し、地域ごとに災害時透析拠点施設を設置している。また、災害時透析拠点施設は2種類に分けられ、主に災害直後の急性期対応をする施設と、維持透析を継続する施設とし、キーパーソンを要にネットワークを構築している。

埼玉県でも県を7つのブロックに分割し、それぞれのブロックに代表者を決めている。災害時にはブロック内の自助、ブロック同士の共助を旨としており、全体の調整を県対策本部において透析医療コーディネー

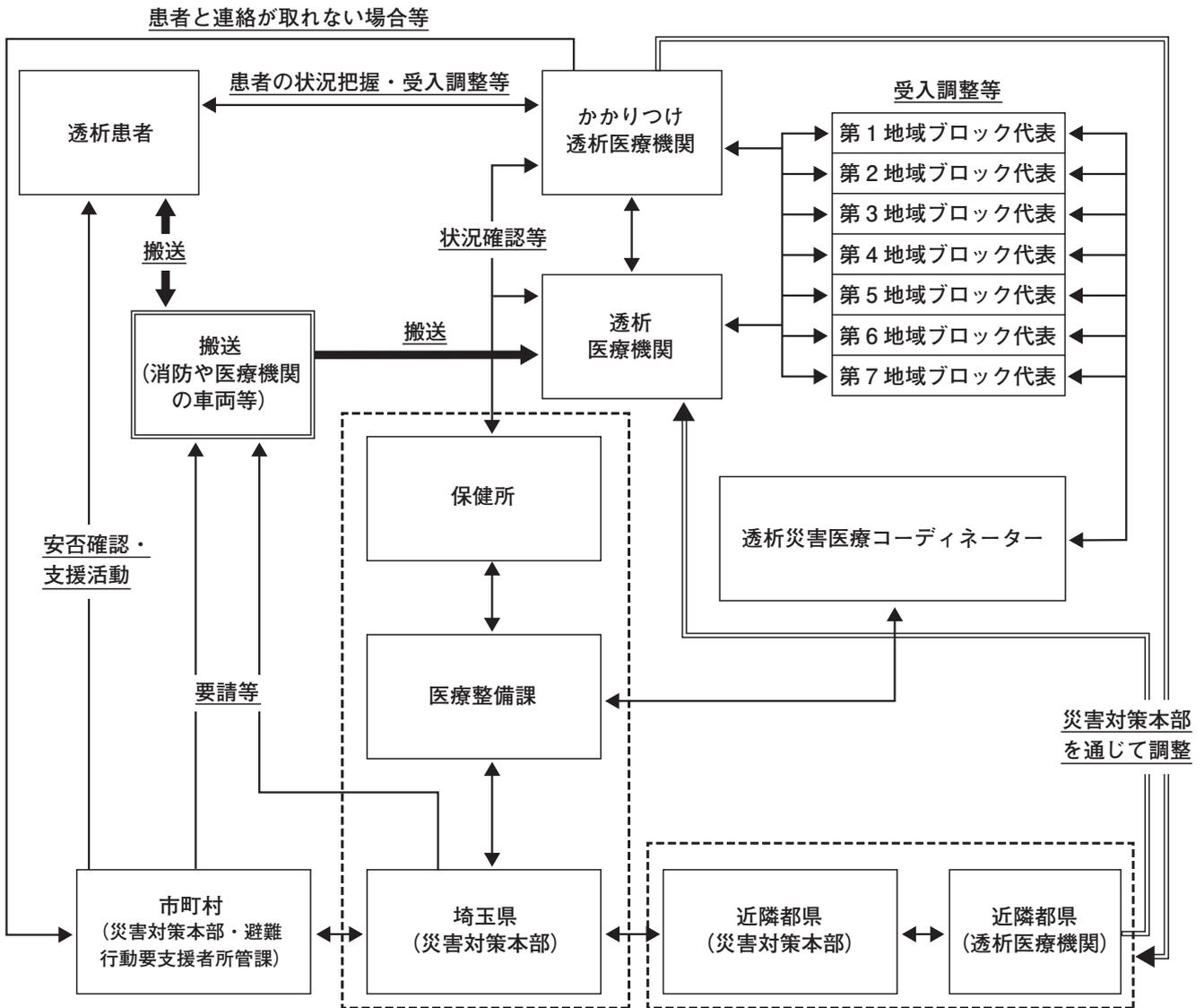


図3 災害時透析医療情報等の流れ
(文献10より)

ターが務める仕組みである (図3)。当然県内のあらゆる被災状況はこの対策本部で把握され、対応は行政やDMATとともに行う¹⁰⁾。

おそらく多くの県には、同じような災害時のネットワークが存在し、被害状況の把握と初期対応に務めるものと思われる。

今後は各県の対策本部同士のネットワークを構築し、広域における被害状況や対応状況を把握し協力する仕組みの構築が望まれる。

(3) 避難の調整

静岡県のネットワークを例にとっても、地区ごとに災害時透析拠点施設を統括するキーパーソンを認定し調整に当たることが示されている。埼玉県では災害時

透析医療確保マニュアル¹⁰⁾が作成され、「地震など大規模な災害が発生した場合において、必要な透析医療が迅速かつ的確に提供されるよう医学的助言を行うとともに、行政機関、医療関係機関等と調整を行う。」という文面で透析医療コーディネーターを定義し正式に任命している。

残念ながら現在、各県のコーディネーターが誰なのか、公には不明確である。今後起こりうる大規模災害に備えるならば、各県、そして全国を取りまとめるコーディネーターを事前に決定し、行政が任命し、マニュアルに残しておくことが重要であると思われる。

(4) 患者情報の伝達

東日本大震災に伴い、いわき市より東京都に約400

名、千葉県に約50名の透析患者が避難した。その際にリスト作成と緊急透析のトリアージに費やした時間が実に東京都で4.5時間、千葉県で2時間との報告がある⁷⁾。しかし、今後の災害時にこのような時間を費やしリストを作成すべきかといえは疑問も残る。我々は準備すべきである。

たった数回の臨時透析であれば、最終透析日と禁忌がわかればなんとかできると思われる。しかし避難生活の長期化も考えると、より詳しい情報が必要となる。従って、患者各自はお薬手帳、透析条件、できればプロフィールを記入した情報を持参していることが望ましい。かかりつけ医療機関は、最低限の透析条件やプロフィールをまとめた資料を患者個人に渡し、患者にはお薬手帳とともに携帯する習慣を身につけるように指導すべきである。

また、透析施設としての集団避難を考えると、集団としての情報、つまりADLや最終透析日も含めた施設としての情報のリスト化も重要である。

(5) 患者避難

被災地において、電気や水の供給が不足したり、設備の安全性が確保できなかったり、機材や生活物資が不足したりした場合は、避難透析を余儀無くされる。被災状況が確認され、実際の避難人数が決定し、コーディネーターが目的地を決めれば必要な医療情報を持参し避難することになる。

埼玉県では、災害時の緊急透析患者受け入れは、毎日の透析クールを1クール増やすようお願いしている。これに基づく、月水金2クール+火木土1クール透析をしている施設は、月水金3クール+火木土2クールとなり約1.6倍の透析を施行できることになる。

日本透析医学会2019年12月31日現在の集計によると、透析患者は全国で344,640人である¹¹⁾。地域ごとの透析患者数を表2に示した。最大で東海3県、近畿3府県、山陽3県、四国全県、九州2県、全ての患者の透析ができないと考えると114,678人の支援透析を準備しなくてはならないことになる。被災のなかった都道府県で1.6倍の透析を行うと、137,977人の支援透析をおこなう余力があることになるが、最大の患

表2 都道府県、地域における透析患者数の現況

透析患者数		地域別合計人数		透析患者数		地域別合計人数	
北海道	16,377			滋賀県	3,353		
青森県	3,648			京都府	6,655		
岩手県	3,128			大阪府	24,167		
宮城県	6,076			兵庫県	14,416		
秋田県	2,198			奈良県	3,626		
山形県	2,740			和歌山県	3,038	55,255	近畿地域
福島県	5,111	39,278	東北地域	鳥取県	1,568		
茨城県	8,401			島根県	1,768		
栃木県	6,552			岡山県	5,336		
群馬県	6,217	21,170	北関東地域	広島県	7,770		
埼玉県	19,234			山口県	3,536	19,978	中国地域
千葉県	15,882			徳島県	2,843		
東京都	33,039			香川県	2,824		
神奈川県	21,979	90,134	南関東地域	愛媛県	4,073		
新潟県	5,276			高知県	2,601	12,341	四国地域
富山県	2,558			福岡県	15,351		
石川県	2,754			佐賀県	2,624		
福井県	1,741	12,329	北陸地域	長崎県	4,079		
山梨県	2,378			熊本県	6,555		
長野県	5,429			大分県	4,082		
岐阜県	5,017	12,824	中部地域	宮崎県	3,998		
静岡県	11,364			鹿児島県	5,567	42,256	九州地域
愛知県	19,027			沖縄県	4,566	4,566	沖縄地域
三重県	4,118	34,509	東海地域				

者を支援するとなるとギリギリの数字である。実際には、被災地での助け合いがあり、避難を行う準備や時間も存在するため、予測は複雑である。

日本は幸い縦に長い島国であり、同じ自然災害を全国で共有する可能性はないと言える。従って我々には、被災者を応需する能力がある。今しなくてはいけないことは、これを活用できるネットワークを構築することである。

(6) 終わりに

今後起こり得る、大災害を想定し、より多くの透析患者の透析を継続するために必要なことは、

- ・地域内、ひいては地域同士の、ネットワークの構築
 - ・ネットワークを取りまとめるコーディネーターの任命
 - ・自治体や行政との協力体制の確立
 - ・情報を共有する仕組み
- が必要であると考える。

参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部：南海トラフの地震活動の長期評価

(第二版)、2013

- 2) 内閣府（防災担当）：南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等（第二次報告）及び被害想定（第一次報告）について、2014
- 3) 中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）～施設等の被害～【被害の様相】、2013
- 4) 内閣府（防災担当）：南海トラフ巨大地震の被害想定（第二次報告）のポイント～施設等の被害及び経済的な被害～、2013
- 5) 後藤康文：東日本大震災における沿岸透析施設の状況。日本透析医学会雑誌 26：410.
- 6) 木村朋由，佐藤壽伸，田熊淑男：東日本大震災における透析最終拠点病院の対応。日本透析医学会雑誌 26：433.
- 7) 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—。東京：日本透析医学会，2013
- 8) 田辺市：平成 23 年台風第 12 号による災害の記録。2014
- 9) 山川智之ら：経験に学ぶ南海トラフ巨大地震の災害対策。透析会誌 49(10)：627-632，2016
- 10) 埼玉県保健医療部医療整備課：災害時透析医療確保マニュアル。
- 11) 日本透析医学会統計調査委員会：我が国の慢性透析療法の現況 2019 年 12 月 31 日現在。