

# 大規模自然災害発生後の感染症の特徴とリスク評価

Characteristics and risk assessment of infectious diseases after large-scale of natural disaster

か く こう き  
加来 浩器<sup>1)</sup>

〔臨床検査 63 : 1332-1338, 2019〕

## Point

- 災害時に発生する感染症リスクは、被災地の公衆衛生基盤と災害の種類・規模による。
- 災害が複数回または複合して発生することもある。
- 被災地にもち込まれる感染症によって壊滅的な被害となることがある。
- 海外では蚊により媒介される感染症が問題となることが多い。

## Keywords

大規模自然災害, レプトスピラ症, 破傷風, レジオネラ症, 感染症リスク

## はじめに

近年、地震、津波、台風(サイクロンなど)、森林火災などのさまざまな自然災害が、その規模も頻度も増して発生している。日本国内では、1995年1月の阪神・淡路大震災、2011年3月の東日本大震災、2015年9月の関東での鬼怒川水害、2016年4月の熊本地震、2018年7月には西日本を中心に起こった集中豪雨の記憶が新しい。世界の各地においては、1998年10月のホンジュラスならびにその他の中南米諸国において20世紀最大といわれたハリケーン・ミッチによる災害(洪水、土砂崩れ、鉄砲水)、2004年12月のインドネシアのスマトラ島沖に発生した大地震と引き続き発生したインド洋沿岸部の広範囲な地域で発生した津波災害、2005年8月に米国ニューオリン

ズ市を直撃したハリケーン・カトリーナによる洪水、2010年7月にパキスタンの山間部に発生したモンスーンとインダス川下流域での大洪水などが発生している。2019年にはアフリカ南部(モザンビーク、ジンバブエ、マラウイ)に3月と4月の2回にわたって同地域を直撃するサイクロンが発生した<sup>1)</sup>。最初のサイクロン Idai(カテゴリー3)によって深刻な被害をもたらした後に、その勢いを上回るサイクロン Kenneth(カテゴリー4)が壊滅的な被害を発生させたのである。一方東アジアでは、北朝鮮において2018年から2019年5月現在にかけて進行中の干ばつによって深刻な食糧不足の状態となっており数百~1,000万人が飢餓状態にあるという<sup>2)</sup>。

このような大規模自然災害が発生すると、一律に感染症のリスクが高まるといえるのだろうか。

1) 防衛医科大学校防衛医学研究センター広域感染症疫学・制御研究部門 〒359-8513 埼玉県所沢市並木3-2

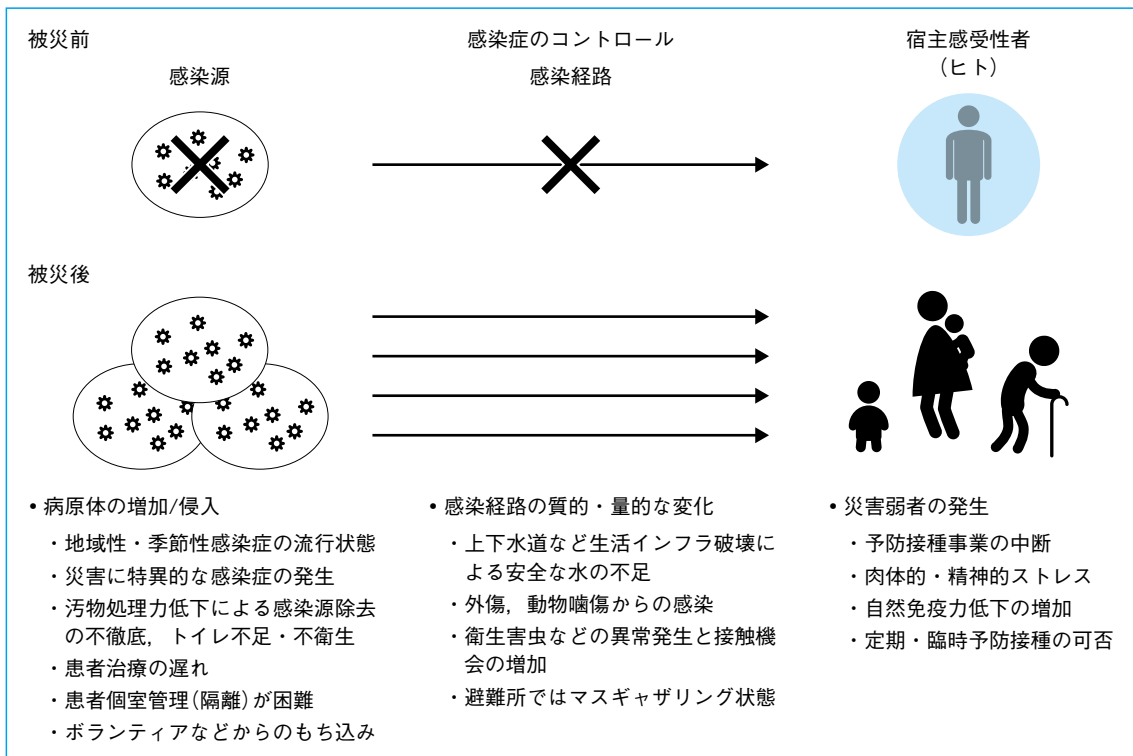


図1 災害前後における感染リスクの変化

[加来浩器：感染対策。診断と治療 105：490-494, 2017 より一部改変して転載]

いや、必ずしもそうではなく、同じ規模の災害が発生してもその地域での感染症の流行状態や感染対策状況に応じて感染症のリスクに違いが出てくるようである。

本稿では、災害後に発生する感染症のリスクをどのように理解すべきかについて概説するとともに、国内外の災害後の感染症発生事例を参照し、想定される感染症の早期発見のための取り組みなどについて述べたいと思う。

### 感染症の成り立ちの3要素と 災害後の感染症リスク

感染症の成り立ちには、感染源、感染経路、宿主感受性者の3要素が必要である。したがって感染症の発生とまん延防止のための対策には、①感染源の撲滅(汚物の適正な処理、感染源の除去、患者の早期発見と治療)、②感染経路の遮断(安全な水・食料の提供、衛生害虫の駆除)、③宿主感受性者対策(良好な栄養状態、ワクチンなどによ

る免疫付与、感受性者の逆隔離など)の3分野があり、公衆衛生基盤事業の一環として行われている<sup>3)</sup>。したがって、もともと公衆衛生基盤が脆弱な国・地域では感染症が発生しやすく、わが国のように強固である国・地域は発生しにくいのである。このことはわが国が災害に対して高いレジリエンスを有していることを物語っている(図1の上段)<sup>3)</sup>。

それでは、この公衆衛生基盤が破壊されるほどの大規模な災害が発生した場合はどうなるだろうか。これを3要素に分けて検討すると以下のようなになる(図1の下段)<sup>3)</sup>。

#### ■ 感染源(病原体)の要素

災害が発生した地域に、土着性の疾患(赤痢、コレラ、炭疽、類鼻疽など)があるか、季節性の疾患(インフルエンザやノロウイルス胃腸炎など)が流行しているかどうかのポイントとなる。災害の種類によっては、関連性の高い感染症というものがある。例えば洪水では、各種消化器感染症に加えて、動物のし尿に汚染された水・土壤に由来

するレプトスピラ症やE型肝炎、蚊の産卵場所である水たまりの増加によるデング熱やウエストナイル熱などである。マラリアも、蚊により媒介される原虫疾患であるが、蚊の幼虫は水たまりでなく清流に生息しているので、濁流により幼虫が流されてしまい一時的に減少する。しかし、マラリア流行地でのヒトの集中によって再び感染環が成立するようになるのである。

災害によって汚物処理施設や下水道が破壊されると汚物処理能力が低下し、感染源の消毒・除去が不徹底となる。住民が避難している施設では、トイレが不足気味で汚物であふれ不衛生となりがちである。ヒト-ヒト感染する感染症の場合は、患者を早期に発見し治療できなければ、病原体が増えることになる。患者の個室管理(隔離)を行うスペースがなければ封じ込めが困難となる。しばしばボランティアが被災地に病原体をもち込むことがあるので要注意である。このように病原体の増加、侵入が起こるのである。

#### ■ 感染経路の要素

上水道、電気、ガスなどの生活インフラの破綻によって安全な水の確保が困難となる。これは単に飲料水でなく、衛生的環境を保つために必要な生活水の不足を意味する。“人道憲章と人道対応に関する最低限の基準”であるスフィア基準では、1人1日最低15Lの水が必要とされている<sup>4)</sup>。また災害の種類にかかわらず、外傷や動物噛傷からの感染症が起こりやすい傾向になる。野生動物はもちろんのこと、ペットでも災害後に精神的に不安定となっており、攻撃的となるのである。家屋を喪失すると前述の蚊やハエなどの節足動物による吸血や接触の機会が増加する。避難所での生活は、ある意味でのマスギャザリングの状態となり、ヒト-ヒト感染のリスクが高くなる。このように感染経路の質的・量的な変化が起こるのである。

#### ■ 宿主感受性者の要素

まず肉体的・精神的なストレスから自然免疫力の低下を挙げることができる。特に乳幼児、妊産婦、高齢者といった災害弱者ではその傾向が強くなる。また、それまで行われていた定期予防接種事業が災害のために中断されることになれば、個人のみならず集団として当該感染症に脆弱となる

だろう。

## 過去に災害時に問題となった感染症

### ■ 海外での感染症(表1)<sup>5)</sup>

熱帯・亜熱帯地域には、台風、サイクロン、ハリケーンなどの被害が発生しやすく、公衆衛生基盤の脆弱性に関連してさまざまな感染症が発生している。経口感染としてコレラ(水様性下痢症)、赤痢、腸チフス、E型肝炎が、動物由来感染症としてレプトスピラ症、蚊媒介性疾患としてはマラリア、デング熱が多い。地域特異的なものとしてアフリカでは蚊媒介性疾患のリフトバレー熱が人畜共通感染症として問題となっている。また、南アジアではサシチョウバエにより媒介されるリーシュマニア症やダニ媒介性のクリミア・コンゴ出血熱が発生したこともある。2010年のパキスタンの大洪水は、元来のクリミア・コンゴ出血熱の流行地での患者発生が医療施設内での院内感染によってアウトブレイクとなった事例である。

欧米では、洪水発生時にウエストナイル熱が流行したことがあった。1996~1997年にルーマニアで、1997年にチェコで、1998年にイタリアでもウエストナイル熱が流行したが、水たまりの増加と気温の上昇による蚊の吸血活動性の増加に起因するものだった<sup>6)</sup>。

東アジアでは、隣国の韓国で1993年から三日熱マラリアが再興の状態となっている。これは1980年代後半の北朝鮮南部での洪水とその後の干ばつによって飢饉が起こり、家畜や野生動物の減少と相まって媒介蚊の吸血嗜好性が動物からヒトへと変化し、その感染蚊が軍事境界線を越えて韓国陸軍、米軍の兵士や地域住民を吸血したためである<sup>5)</sup>。

地震は環太平洋地区で起こることが多いといわれているが、チリで地震が発生したときに、山岳部のげっ歯類が都市部に移動したことが原因でハンタウイルス肺症候群が発生した。地震に引き続き津波が起こった場合には、“all or nothing disaster”の名前の通り、被害者のほとんど全員が死亡し、生存者での重症患者は少ないという特徴がある。したがって、軽症の外傷患者のなかから破傷風がみられるようになる。また、劣悪な環境下で

表 1 海外の主な災害で問題となった感染症(1990 年以降)

| 年           | 国                      | 災害              | 感染症                                                                 | 経口 | 経皮・<br>粘膜 | 経気道 | 蚊媒<br>媒介性 |
|-------------|------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------|----|-----------|-----|-----------|
| 1991 年      | コスタリカ                  | 洪水              | マラリア                                                                |    |           |     | ○         |
| 1993 年～現在   | 韓国(DMZ を中心に全国)         | 北朝鮮での洪水,<br>干ばつ | 三日熱マラリア(再興)                                                         |    |           |     | ○         |
| 1993 年      | 米国(アイオワ州, ミズリー州)       | 洪水              | 下痢, 呼吸器感染症, レプトスピラ症                                                 | ○  | ○         | ○   |           |
| 1996～1997 年 | ルーマニア                  | 洪水              | ウエストナイル熱                                                            |    |           |     | ○         |
| 1997 年      | チェコ                    | 洪水              | ウエストナイル熱                                                            |    |           |     | ○         |
| 1997/1998 年 | ケニア, ソマリア              | 洪水              | リフトバレー熱                                                             |    |           |     | ○         |
| 1998 年      | イタリア                   | 洪水              | ウエストナイル熱                                                            |    |           |     | ○         |
| 1998 年      | バングラデシュ(ダッカ)           | 洪水              | 下痢, 呼吸器感染症                                                          | ○  |           | ○   |           |
| 1998 年      | インド(ウエストベンガル)          | 洪水              | 水様性下痢症(コレラ)                                                         | ○  |           |     |           |
| 1998 年      | アルゼンチン(サンタフェ)          | 洪水              | レプトスピラ症                                                             |    | ○         |     |           |
| 1998 年      | ホンジュラス                 | ハリケーン           | レプトスピラ症, マラリア                                                       |    | ○         |     |           |
| 1999 年      | インド(オリッサ)              | サイクロン           | レプトスピラ症                                                             |    | ○         |     |           |
| 1999/2000 年 | ドミニカ共和国                | ハリケーン           | マラリア                                                                |    |           |     | ○         |
| 2000 年      | タイ東北部, 南部              | 洪水              | レプトスピラ症                                                             |    | ○         |     |           |
| 2000 年      | モザンビーク                 | 洪水              | コレラ, 赤痢                                                             | ○  |           |     |           |
| 2004 年      | バングラデシュ(ダッカ)           | 洪水              | コレラ, ロタウイルス性下痢                                                      | ○  |           |     |           |
| 2004～2005 年 | インドネシア(アチェ州)           | 地震, 津波          | 破傷風, 急性呼吸器感染症,<br>水様性下痢症, 赤痢, マラリア,<br>デング熱, 髄膜炎菌感染症,<br>(麻疹)       | ○  | ○         | ○   | ○         |
| 2005 年      | パキスタン                  | 津波後             | E 型肝炎                                                               | ○  |           |     |           |
| 2005 年      | 米国(ニューオーリンズ州)          | ハリケーン           | ビブリオ・バルニフィカス感染症,<br>MRSA 皮膚感染症, ノロウイルス胃腸炎,<br>ウイルス性結膜炎など            | ○  | ○         |     |           |
| 2005 年      | ガイアナ                   | 豪雨              | レプトスピラ症                                                             |    | ○         |     |           |
| 2006/2007 年 | ソマリア, ケニア              | 豪雨              | リフトバレー熱                                                             |    |           |     | ○         |
| 2008 年      | 中国(四川省)                | 地震              | ガス壊疽                                                                |    | ○         |     |           |
| 2009 年      | ハイチ                    | 地震, ハリケーン       | マラリア, ジフテリア, コレラ<br>(ネパール株)                                         | ○  |           | ○   | ○         |
| 2010 年      | チリ                     | 地震              | ハンタウイルス肺症候群                                                         |    | ○         | ○   |           |
| 2010 年      | パキスタン                  | モンスーン           | コレラ, レプトスピラ症, マラリア,<br>リーシュマニア症, 呼吸器<br>感染症, E 型肝炎, クリミア・<br>コンゴ出血熱 | ○  | ○         | ○   | ○         |
| 2013 年      | フィリピン                  | 台風, 高潮          | レプトスピラ症, 麻疹                                                         |    | ○         | ○   |           |
| 2014 年      | モザンビーク, マラウイ,<br>ジンバブエ | サイクロン           | コレラ                                                                 | ○  |           |     |           |
| 2014 年      | 台湾                     | ガス爆発, 豪雨        | デング熱                                                                |    |           |     | ○         |
| 2019 年      | モザンビーク                 | サイクロン           | コレラ, マラリア                                                           | ○  |           |     | ○         |

DMZ : demilitarized zone (非武装地帯), MRSA : methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (メチシリン耐性黄色ブドウ球菌).  
 [加来浩器 : 水害後の感染症とその対策. 感染症 46 : 16-26, 2016 より一部改変して転載]

の避難生活が長期間にわたると水様性下痢症、マラリア、デング熱などが問題となることがある。

国際的な緊急援助活動に関連して、それまで流行していなかった感染症が当地にもち込まれることがある。2005年当時、津波災害の被災地となったスマトラ島のアチェ州は、インドネシア政府と地域紛争中で、小児に対する定期予防接種がほとんど行われていない地域であった。そこに世界中から多くの支援者が流入したために、生存し得た小児が麻疹の脅威にさらされたのである。国際連合児童基金(United Nations Children's Fund: UNICEF)を中心として緊急麻疹ワクチンのキャンペーンが開始されたが、さほど進捗していない状況のところ、わが国からの陸上自衛隊による国際緊急医療援助隊がヘリコプターを駆使してこのキャンペーンに大きく貢献した<sup>7)</sup>。

2009年にハイチで発生した大地震の被災地では、国際連合平和維持活動(United Nations Peacekeeping Operations: PKO)による復興が行われていたが、2010年から突如としてコレラが流行するようになった。その後に発生したハリケーンによって、さらに全国規模のアウトブレイク(罹患者50万人以上、死亡者7,000人以上)へと進展した。のちに初発地帯と駐屯している部隊との位置関係や、菌株の解析からネパールからのもち込みであることが判明した<sup>8)</sup>。このようにもち込みによる感染症の発生が、深刻な事態につながることに留意しなければならない。

## ■ 国内での発生状況

日本国内でも、災害特有の感染症として、しばしば洪水後にレプトスピラ症<sup>9~11)</sup>、津波災害後には破傷風<sup>12,13)</sup>やレジオネラ症<sup>14)</sup>が発生することがある。また避難所での生活を余儀なくされると、ヒト-ヒト感染しやすいインフルエンザやノロウイルス胃腸炎が発生する。もち込み感染症の問題として、東日本大震災において、福島県の避難所でウエルシュ菌による食中毒が、東北の各地において手足口病が発生した<sup>15)</sup>。

## 想定される感染症の発生時期

これらの感染症の発生を時間軸で捉えた概要は図2のようになる。災害特有の感染症と避難所で

の集団生活で感染する感染症に大きく分けて考えると理解しやすい。青字で記載した感染症は、国内での発生の可能性のある感染症である。

## 想定される感染症の 早期発見のための取り組み

国内で大規模災害が発生した場合には、地方自治体に設置される災害医療本部に災害派遣医療チーム(disaster medical assistance team: DMAT)、自衛隊医療部隊、日本赤十字社災害医療コーディネートチームのほか、日本医師会災害医療チーム(Japan Medical Association Team: JMAT)などのさまざまな医療支援団体が登録を行ったうえで活動が開始される。各団体のさまざまな現場での活動によって得られた情報は、被災地での感染症の徴候の把握に非常に有用である。日本救急医学会は、各施設での診療記録および診療概況報告を電子化して集計するシステム〔災害時診療概況報告システム(Japan-Surveillance in Post Extreme Emergencies and Disasters: J-SPEED)〕による症候群サーベイランスを提供している。

しかしながら、診療記録からは必ずしも避難所の現場で発生している感染症の徴候がつかめないこともあることから、日本環境感染学会では避難所を直接訪問して感染対策上の問題点を評価する災害時感染制御支援チーム(disaster infection control team: DICT)の育成に取り組んでいる。その際は、前述の感染の成り立ちの原則に基づいた避難所の管理運営上の問題点を評価する必要があるだろう。厚生労働省防災業務計画では、「(5)被災都道府県・市町村は、避難所等における衛生環境を維持するため、必要に応じ、日本環境感染学会等と連携し、被災都道府県・市町村以外の都道府県及び市町村に対して、感染対策チーム(ICT)の派遣を迅速に要請すること」<sup>16)</sup>などと記載されている。

今後は、被災地域において、いつもと異なったこと(変なこと)が起こっているというイベントを届け出る仕組み(イベント・ベース・サーベイランス)が導入されることも考えられる。これは世界保健機関(World Health Organization: WHO)

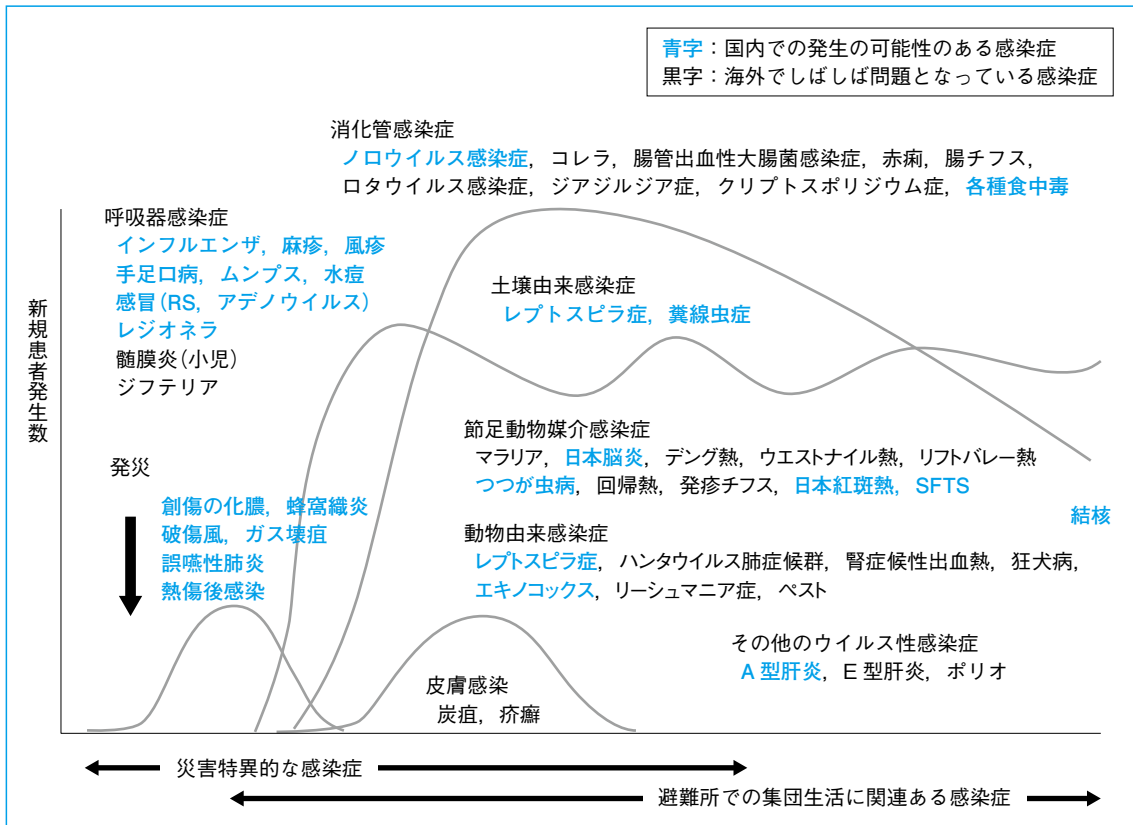


図2 災害後に問題となる感染症の時間経過

RS : respiratory syncytial, SFTS : severe fever with thrombocytopenia syndrome (重症熱性血小板減少症候群).

が新興感染症の徴候を捉えるためにルーモア・サーベイランスとして行っていることと同様の仕組みである。

## おわりに

国内ではいつ何時、首都圏直下型地震、東海地震、南海トラフ地震が来るかわからない状態であ

る。近年のわが国に上陸する台風は、規模が大きく迷走し予想がつかないことも多い。災害後に発生する可能性がある感染症は、地域ごとに異なっているために、平時のうちから自治体ごとでリストアップして備えておく必要がある。その際に、地域の医療を担っている医師、検査技師、看護師などの現場の意見をぜひとも反映していただきたいと思う。

## 文 献

- 1) 外務省：モザンビークにおけるサイクロン被害に対する緊急援助。報道発表(平成31年3月27日), 2019([https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4\\_007252.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4_007252.html)) (最終アクセス：2019年6月5日)
- 2) International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies : Emergency Plan of Action (EPoA) DPR Korea: Drought and Food Insecurity, 6 May 2019, 2019(<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MDRKP013do.pdf>) (最終アクセス：2019年6月5日)
- 3) 加来浩器：感染対策。診断と治療 105 : 490-494, 2017
- 4) Humanitarian charter and minimum standards in humanitarian response : 2. Water supply, 5. Water supply, sanitation and hygiene promotion. The Sphere Handbook, 2018
- 5) 加来浩器：水害後の感染症とその対策。感染症 46 : 16-26, 2016
- 6) Hubálek Z, Halouzka J : West Nile fever-a reemerging mosquito-borne viral disease in Europe. Emerg Infect Dis 5 : 643-650, 1999

- 7) 加來浩器：自衛隊による自然災害時の感染症対策活動。医のあゆみ 225：1198-1199, 2008
- 8) Frerichs RR, Keim PS, Barraix R, et al：Nepalese origin of cholera epidemic in Haiti. Clin Microbiol Infect 18：E158-E163, 2012
- 9) 赤地重宏, 片山正彦, 山口哲夫, 他：三重県内におけるレプトスピラ症患者の発生。IASR 32：368-369, 2011
- 10) 松本道明, 山本浩徳, 今井淳, 他：【速報】集団発生したレプトスピラ症—高知県。IASR 33：14-15, 2012
- 11) 伊藤渉, 生方綾史, 吉永孝之, 他：平成30年7月豪雨後に尼崎市内で診断されたレプトスピラ症の一例。IASR 39：202-203, 2018
- 12) 国立感染症研究所：速報 東日本大震災に関連した破傷風2：東日本大震災関連の破傷風症例についての報告。IDWR 14：10-17, 2012
- 13) 一二三亭, 小井土雄一：東日本大震災関連の破傷風。日集中医誌 20：355-357, 2013
- 14) 砂川富正, 齊藤剛仁, 木下一美, 他：東日本大震災に関連して感染症発生動向調査に報告されたレジオネラ症。IASR 34：160-161, 2013
- 15) 加來浩器, 松館宏樹, 工藤啓一郎, 他：岩手県における避難所サーベイランスと感染対策。IASR 32別冊：S1-S3, 2011
- 16) 厚生労働省：第8節 防疫対策, 厚生労働省防災業務計画(平成29年7月), pp41-42, 2017([https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10600000-Daijinkanboukouseikagakuka/290706-kouseiroudoushoubousaigyomukeikaku\\_2.pdf](https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10600000-Daijinkanboukouseikagakuka/290706-kouseiroudoushoubousaigyomukeikaku_2.pdf)) (最終アクセス：2019年6月5日)