

# 大規模災害における感染症リスク とその管理

研究代表者	秋葉 道宏
研究協力者	三浦 尚之
研究分担者	下ヶ橋雅樹



厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）  
「大規模災害および気候変動に伴う利水障害に対応した環境調和型  
水道システムの構築に関する研究」  
分担研究報告書

研究課題：大規模災害における感染症リスクとその管理

研究代表者 秋葉道宏 国立保健医療科学院 統括研究官  
研究協力者 三浦尚之 国立保健医療科学院生活環境研究部 主任研究官  
研究分担者 下ヶ橋雅樹 国立保健医療科学院生活環境研究部 上席主任研究官

研究要旨

台風やハリケーン等による洪水、及び津波等の大規模な自然災害時には、公衆衛生の基盤となる上下水道システムの機能が停止し、病原微生物によって汚染された飲用水や生活用水を利用することにより感染症が発生するリスクがある。本分担研究では、世界で過去 15 年間に発生した大規模災害に着目し、被災地における水系感染症及び蚊媒介感染症の発生状況や飲用水の水質に関する情報を整理し、その管理に関する国際的な動向を調査した。2004 年 12 月のスマトラ島沖地震による津波後には、被災地において下痢症、コレラ、赤痢、チフス等の散発的な発生が見られたが、大規模な流行には至らなかった。スリランカでは、政府が水系感染症の流行対策として早期から塩素消毒された飲用水と衛生的な居住環境の供給を徹底したため、飲用水は微生物学的に概ね良好な水質だった。2005 年 8 月に米国ルイジアナ州を襲ったハリケーン・カトリーナ後には、テキサス州ヒューストンの避難所において 1,169 人の感染性胃腸炎の集団発生があり、患者便試料からはノロウイルスが検出された。2011 年 3 月の東北地方太平洋沖地震後の福島県郡山市の避難所においても、ノロウイルスによる 212 人の感染性胃腸炎の集団発生が見られた。大規模災害発生後に水系感染による胃腸炎の流行は確認されなかったが、避難所において汚物や汚染物が適切に処理されなかったり、トイレが衛生的でなかったために、集団発生が起こった可能性が指摘された。途上国においては、洪水や津波の発生後に創傷感染による破傷風やレプトスピラ症の流行があり、傷口を洗浄し衛生的に保つためには、衛生的な環境に加えて安全な水の供給が不可欠であると考えられた。また、国際的な動向として、SDGs のターゲットや気候変動を考慮した WSPs 策定ガイダンスにおいて、災害時の感染症対策について言及されていた。

A. 研究目的

台風やハリケーン等に伴う集中豪雨による洪水や土石流、及び地震や津波等の大規模災害時には、上下水道システムが機能を失い、安全な水の供給や衛生的な環境の維持が困難な状況が生じる。その結果、不衛生な水を直接または間接的に摂取することによる下痢症等の水系感染症や水溜まりで蚊が大量に発生することによるマラリアやデング熱等の蚊媒介性感染症のリスクが高まる。また、避難所においては、避難者が密集することにより衛生的な生活が制限され、下痢症や呼吸器感染症の集団発生が起こることが問題と

して指摘されている。

洪水は、世界で最も頻繁に見られ、近年気候変動との関連も指摘されている自然災害であり<sup>1)</sup>、我が国においても平成 26 年 8 月豪雨、平成 27 年 9 月関東・東北豪雨、平成 28 年台風 10 号、及び平成 29 年 7 月九州北部豪雨により毎年のように発生している。グローバル化がますます進み、また IT の発達に伴い交通と物流がさらに高速化した現代社会においては、人と物と共に病原体も海外とを往来するため、国際的に感染が拡大しやすい状況にある。2014 年 8 月に代々木公園で蚊に刺されたことによりデング熱患者が発生し、最終的

に都内で108人の患者が報告されるに至ったことは記憶に新しいところである<sup>2)</sup>。また、2015～2016年には、デングウイルスと同様にヤブカ属の蚊によって媒介されるジカウイルスによる感染症が中南米諸国を中心に流行し<sup>3)</sup>、日本への輸入症例も確認された<sup>4)</sup>。また、病原体は、感染していても症状のない不顕性感染者によっても国内に移入するリスクがあることが知られている。

国内では流行していない感染症の病原体が移入するリスクがある中、近年頻発している極端な気象状況による災害時には、安全な水や衛生的な環境へのアクセスが制限されるために下痢症をはじめとする水系感染症や蚊媒介感染症のリスクが高まることが懸念される。しかしながら、近年国内外において発生した大規模災害後に被災地における水系感染症や蚊媒介感染症の流行状況をまとめた報告は非常に限られている<sup>1)</sup>。以上のような背景のもと、本分担研究では、世界で過去15年間に発生した大規模災害に着目し、被災地における水系感染症及び蚊媒介感染症の発生状況や飲用水の水質に関する情報を整理することとした。さらに、大規模災害時の感染リスク管理に関する国際的な動向を調査した。

## B. 結果

### 1. スマトラ島沖地震による津波後の感染症発生状況

2004年12月26日、インドネシア西部スマトラ島北西沖のインド洋でマグニチュード9.1の地震が発生したことにより、平均で高さ10mの津波がインド洋沿岸に押し寄せ、スリランカ、インド、インドネシア、タイ、マレーシア、ミャンマー、モルディブ、東アフリカ諸国を含めた14カ国において、およそ23万人の死者・行方不明者が発生した<sup>5)</sup>。

菅又ら(2007)は、津波の被害が最も甚大だったスマトラ島のアチェ州において2005年1月に、はしか、破傷風、コレラの患者が発生したこと、及び2月には風邪や発熱等の内科疾患が増加したことを報告した<sup>6)</sup>。Muriukiら(2012)はマラリアの罹患率を調査し、アチェ州の罹患率がインドネシア全体の平均よりも高かったことを明らかにした<sup>7)</sup>。津波後には、広範囲に塩分を含んだ水溜まりでき蚊が繁殖しやすくなること、および蚊が

大発生している真ただ中に多くのマラリア感染者が避難のために移動し、非感染者の側に近づくことにより、マラリアが流行するリスクが高まることが指摘されている<sup>8)</sup>。

青柳ら(2006)は、スマトラ島沖地震発生からおおよそ2ヶ月半後にスリランカ南部の津波被災地において、飲用の給水タンク水と井戸水の微生物汚染およびトイレの設置・管理状況等の衛生状況を調査した<sup>9)</sup>。給水タンク、簡易浄水器、及びボトルの水試料(N=6)は、2試料で一般細菌陽性であったが、大腸菌群は検出されず、ほとんどが飲用に適していた。一方で、調査した全ての井戸水試料(N=4)からは、糞便汚染の指標となる大腸菌群または大腸菌が検出された。津波被災地においては、衛生環境の悪化からコレラ、赤痢、チフス等の重篤な感染症の流行が懸念されたため、スリランカ政府はその対策として早期から塩素消毒された飲用水と衛生的な居住環境の供給を徹底した。その結果、下痢症を始めとする感染症の流行は抑制されたと報告した<sup>9)</sup>。

### 2. ハリケーン・カトリーナ後の避難所における感染性胃腸炎の流行

ハリケーン・カトリーナは、2005年8月25日にフロリダ半島に上陸し、その後8月29日にルイジアナ州に再上陸した。その際、テキサス州ヒューストンに24万人が避難したと推計されている。8月31日には、24,000人がReliant公園の避難所に避難していた。米国疾病予防管理センター(CDC)の報告によると、Reliant公園の内科診療所において、9月2日に下痢と嘔吐を伴う感染性胃腸炎患者の増加が認められ、9月12日までの期間に受診した6,500人のうち、1,169人(18%)が感染性胃腸炎症状を訴えた<sup>10)</sup>。44人の患者便のうち、22検体(50%)からノロウイルスが検出された。

ルイジアナ州では、9月8日から25日までの期間に、皮膚感染症が640例、急性呼吸器感染症が505例、下痢症が146例発生した<sup>11)</sup>。また、テキサス州ダラスでは、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌(MRSA)による皮膚感染がおおよそ30例報告された<sup>12)</sup>。また、*Vibrio vulnificus* 及び *V. parahaemolyticus* による創傷感染が24例発生し、そのうち6例が死亡した。

### 3. 台風 Ketsana によるマニラ首都圏におけるレプトスピラ症の流行

台風 Ketsana は、2009 年 9 月 26 日にフィリピンのルソン島を横断し、集中豪雨をもたらした。マニラ首都圏では 8 割近くが冠水し、約 2 ヶ月半後も水が引くことなく冠水が続いたため<sup>13)</sup>、被災者は汚染された環境水が居住環境の側に存在する状態で長期間生活することを余儀なくされた<sup>14)</sup>。マニラ首都圏においては、病原性レプトスピラに汚染された水や土壌を介して伝播する人獣共通細菌感染症のレプトスピラ症が流行し、2009 年 10 月 1 日から 11 月 19 日の期間に 2,299 名が発症し、178 名が死亡した<sup>13,14)</sup>。沼澤ら (2011) は、2009 年 10 月、11 月、及び 12 月に洪水試料及び河川水試料を採取し (N=37)、リアルタイム PCR 法を用いて 34 試料から病原性レプトスピラ遺伝子を検出した<sup>14)</sup>。クローニング・シーケンシングの結果、陽性試料の中には 3 種の病原性レプトスピラ (*L. wolffii*, *L. licerasiae*, *L. kmetyi*) が含まれていたことを報告した。

### 4. 東北地方太平洋沖地震による東日本大震災後の避難所における嘔吐・下痢症の流行

2011 年 3 月 11 日に三陸沖の太平洋でマグニチュード 9.0 の地震が発生し、岩手県、宮城県、福島県では高さが 4~9 m 以上の津波が押し寄せ、沿岸部や平野部で甚大な被害を出した。警視庁によると、2011 年 3 月現在で、15,895 人の死者、2,539 人の行方不明者が発生した<sup>15)</sup>。

関谷ら (2011) によると、2011 年 4 月 7 日以降に福島県郡山市の避難所において、嘔吐、下痢の症状を呈した患者が増加し、3 名の便検体からノロウイルス GII.4 が検出された<sup>16)</sup>。2011 年 3 月 25 日以降に嘔吐または 1 回以上の下痢の症状があり救護所を受診し、かつ整腸薬等を処方された者は、計 212 例あったと報告した。集団発生後には、感染拡大防止を目的とした手指の衛生と環境の清掃・消毒が徹底され、4 月 20 日には終息した。

郡山市の避難所においては、インフルエンザの散発的な発生が 7 例報告されたが、早期対応により感染拡大には至らなかった<sup>17)</sup>。その後、福島県の県南地域においては、5 月に約 30 名の急性呼吸器感染症集団発生事例、7~8 月には計 23 名の急

性呼吸器感染症が報告された<sup>18)</sup>。茨城県においては、インフルエンザ様疾患及び急性下痢症の散発的な発生が見られたが、集団発生には至らなかった<sup>19)</sup>。

### 5. タイ洪水による感染症の発生

タイでは、2011 年 6 月から 9 月まで雨季と台風により平年の 1.2~1.8 倍の大雨を記録した<sup>20)</sup>。その結果、7 月末から 3 ヶ月以上に渡ってタイ北部や中部地方のチャオプラヤー川流域において大洪水が発生し、1,360 万人の生活に影響が生じ、851 人が犠牲になった。UN はデング熱等の蚊媒介性感染症の予防に殺虫剤処理した蚊帳を 2 万個配布し<sup>21)</sup>、UNICEF は感染性疾患の流行対策として 3 万個の衛生用品を配布した<sup>22)</sup>。

山川ら (2012) は、2011 年 11 月下旬にタイ中央部のノンタブリー県及びパトゥンタニー県において実施された医療支援活動に訪れた患者に多く見られた健康問題を調査し、筋・関節痛、慢性疾患、及び急性呼吸器感染症 (上気道・下気道を含む) が高い割合だったことを報告した<sup>23)</sup>。その中で、学校に避難していた患者における急性呼吸器感染症の有病割合が他の避難所 (寺や集団用テント) よりも高く、その要因の一つとして、学校が他の避難所と比較して人が密集し閉鎖的な空間だった可能性を指摘した。WHO・タイ保健省・米国 CDC 共同センターによっても、被災者に急性呼吸器感染症、結膜炎、下痢症等が見られたことが報告されたが<sup>23)</sup>、それらの感染症の流行に関する報告はなかった。

### 6. スマトラ島沖地震以前の大規模災害における感染症流行状況

國井は、大規模な地震による津波発生後の感染症流行状況を調査し、1964 年 3 月のアラスカ地震、1964 年 4 月のアリューシャン地震 (米国)、1993 年 7 月の北海道南西沖地震 (奥尻島地震)、及び 1998 年 7 月パプア・ニューギニア地震の津波発生後に、被災地において下痢症、マラリア等の感染症が流行した事実はないと報告した<sup>24)</sup>。また、菅又ら (2007) は、1995 年 1 月の兵庫県南部地震による阪神・淡路大震災においても、感染症の流行はなかったと報告した<sup>6)</sup>。避難所において、インフルエンザウイルスの感染が確認された場合に

のみ避難者にワクチンの接種を行う等、地震発生の翌日から感染症の原因微生物を特定して治療や予防対策が実施されたことが奏功したと考察した<sup>6)</sup>。さらに、1999年8月のイズミット地震(トルコ)、2003年9月の平成15年十勝沖地震、2004年10月の新潟県中越地震においても、感染症の流行はなかったと報告した<sup>6)</sup>。

## 7. 災害時感染症対策の世界的動向

国連の「持続可能な開発のための2030アジェンダ」における「持続可能な開発目標」(SDGs)は、今後の国際社会の動向を決定する世界的な取り組みの一つである。災害時の感染症対策の視点からは、そのターゲット11.5に示された、水に関連する災害による死者や被災者数の大幅な削減が例として挙げられる。その他、極端な気象状況等への脆弱性の低減を示したターゲット1.5や、気候関連災害や自然災害に対する強靱性及び適応性の強化を謳ったターゲット13.1もその例と言える。これらのターゲットはいずれもその指標として、10万人当たりの災害による死者数、行方不明者数、直接的負傷者数を挙げている。

一方、WHOの推進する水安全計画(WSPs)は、水道システムにおける危害評価と危害管理を行い、安全な水の供給を確実にするためのリスクマネジメント手法であり、ここ10年間でその導入が急速に進んでいる<sup>25)</sup>。特に気候変動に対しては、2017年にWHOより、WSPsにおける気候変動の水質・水量に与えるリスクの特定・管理を目的としたガイダンスが出された<sup>26)</sup>。このガイダンスでは、豪雨と感染症の因果経路として、衛生的な水の不足、洪水による水衛生設備の損壊、適切に機能していない下水道からのオーバーフロー等が挙げられている。また、災害に対する脆弱性は地域ごとに評価すべきであることや、その際に歴史的な記録を参照することに加え、将来の気候変動データを用いたモデルシミュレーション<sup>27)</sup>の必要性も示されている。そもそも本ガイダンスは、WHO/IWAの水安全計画マニュアル<sup>28)</sup>に記載されているWSPモジュールと整合しており、WSPプロセスに気候変動を組み込む具体的手順が、各モジュールごとに示されている。例えば、ハザードの特定とリスクアセスメントにおいては、クリプトスポリジウム等の病原体が、降水強度の増加に

伴って表層土壌粒子とともに高い濃度で水源に混入すること、さらにそれが長期間の乾燥や山火事で助長されることが、例示されている。他方、普段使用している、すなわち長年にわたって水源とはタイプの異なる代替水源を使用する場合の専門知識の欠如も問題として挙げられていた。これは気候変動に伴う水不足が生じた場合の留意事項として示されているが、災害時の留意事項としても重要であろう。

## C. 結論

本研究では、世界で過去15年間に発生した大規模災害として、スマトラ島沖地震(2004年12月)、ハリケーン・カトリーナ(2005年8月)、台風Ketsana(2009年9月)、東北地方太平洋沖地震(2011年3月)、及びタイ洪水(2011年6月)における水系感染症及び蚊媒介性感染症の流行状況を調査した。その結果、スマトラ島沖地震による津波後にはアチェ州においてマラリアの流行が、ハリケーン・カトリーナ及び東北地方太平洋沖地震後には避難所においてノロウイルスによる感染性胃腸炎の流行が確認された。途上国の被災地においては、下痢症、コレラ、赤痢、チフス等の発生が見られたが、大規模な流行には至らなかった。一方で、津波や洪水の発生後に創傷感染による破傷風やレプトスピラ症の流行があり、傷口を洗浄し衛生的に保つためには、衛生的な環境に加えて安全な水の供給が不可欠であると考えられた。また、国際的な動向として、SDGsのターゲットや気候変動を考慮したWSPs策定ガイダンスにおいて、災害時における感染症対策に関する言及が見られた。

近年、梅雨前線に伴う集中豪雨の頻発や真夏日の記録更新等、極端な気象状況が顕在化している。例えば東京の2017年7月の最高気温(31.8℃)および最低気温(24.0℃)は、同時期の東南アジア諸国の都市とほとんど差がない状況である。また、2017年の訪日外客数は、5年前の3.4倍に増え、28,691,073人である<sup>29)</sup>。今後も上述したような極端現象が起きやすくなることが指摘されているだけでなく、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けて訪日外客数がさらに増加すると考えられることから、大規模災害に対して強靱な上下水道システムを整備することが重

要である。

D. 健康危険情報

該当なし

E. 研究発表

1) 論文発表

該当なし

2) 学会発表

該当なし

F. 知的財産権の出願・登録状況（予定も含む。）

1) 特許取得

該当なし

2) 実用新案登録

該当なし

3) その他

該当なし

G. 参考文献

1) Kouadio, I.K., Aljunid S, Kamigaki T, Hammad K, Oshitani H. Infectious diseases following natural disasters: prevention and control measures. *Expert Rev Anti Infect Ther.* Vol.10(1), p.95–104, 2012.

2) 関なおみ. 代々木公園を中心とした都内のデング熱国内感染事例発生について. *IASR* Vol.36, p.37–38, 2015.

3) 西條政幸, 藤谷好弘, 島田智恵. ジカウイルス感染症の疫学. *IASR* Vol.37, p.121–122, 2016.

4) 国立感染症研究所 感染症疫学センター. ジカウイルス感染症とは (<https://www.niid.go.jp/niid/ja/kansennohanashi/6224-zika-fever-info.html>)

5) U.S. Geological Survey. Magnitude 9.1 - Off the west coast of northern Sumatra (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2004/us2004slav/>)

6) 菅又昌実, 山折潤子, 矢野一好, 瀬子義幸, 長谷川達也. 大規模自然災害時における衛生水準の低下と二次災害としての感染症発生について – 特に飲料水の安全性確保維持の重

要性について – . 都市科学研究 Vol.1, p.63–70, 2007.

7) Muriuki, D., Hahn, S., Hexom, B., Allan, R. Cross-sectional survey of malaria prevalence in tsunami-affected districts of Aceh Province, Indonesia. *Int J Emerg Med.* Vol.5(1), 11, 2012.

8) Witt, D. Post-Tsunami Malaria in Indonesia – The Pivotal Contributions of Permanente Physicians. *Perm J.* Vol.9(4), p.69–71, 2005.

9) 青柳潔, 吉田雅文, 錦織伸幸, 阿部朋子, 國井修. スマトラ沖地震津波後のスリランカ南部における飲用水および衛生状況. *長崎医学会雑誌* Vol.81(1), p.1–4, 2006.

10) CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Norovirus outbreak among evacuees from hurricane Katrina – Houston, Texas, September 2005. *MMWR* Vo.54(40), p.1016–1018, 2005.

11) CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Surveillance for illness and injury after hurricane Katrina – New Orleans, Louisiana, September 8–25, 2005 *MMWR* Vo.54(40), p.1018–1021, 2005.

12) CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Infectious Disease and Dermatologic Conditions in Evacuees and Rescue Workers After Hurricane Katrina – Multiple States, August–September, 2005. *MMWR* Vo.54(Dispatch), p.1–4, 2005.

13) Republic of the Philippines, National Disaster Coordinating Council. Situation report No. 52 on Tropical “Ondoy” (Ketsana) glide no. TC-2009–000205-PHL and Typhoon “Pepeng” (Parma) glide no. TC-2009–000214-PHL ([http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/D87F541373D245BC4925767A000C5761-Full\\_Report.pdf](http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/D87F541373D245BC4925767A000C5761-Full_Report.pdf)), 2009.

14) 沼澤聡, 真砂佳史, 齋藤麻理子, 山口諒, 押谷仁, 大村達夫. マニラ首都圏における台風 Ketsana による洪水域内環境水からの病原性レプトスピラの検出. *土木学会論文集 G (環境)* Vol.67(7), III\_165–III\_171, 2011.

15) 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 (<https://www.npa.go.jp/news/other/earthquake2011/pdf/higaijokyo.pdf>), 2018.
- 16) 関谷紀貴, 砂川富正, 安井良則, 谷口清州, 阿部孝一. 福島県郡山市の避難所における嘔吐・下痢症集団発生事例. IASR Vol.32, p.S8–S9, 2011.
  - 17) 阿部孝一. 避難所感染症サーベイランスシステムを用いた感染症発生状況の把握と対策—郡山市. IASR Vol.32, p.S8, 2011.
  - 18) 遠藤幸男. 福島県南地域における避難所サーベイランス. IASR Vol.32, p.S7, 2011.
  - 19) 入江ふじこ, 小沼弘美, 砂川富正, 神谷元, 八幡裕一郎. 茨城県における避難所感染症サーベイランス. IASR Vol.32, p.S10, 2011.
  - 20) 国土交通省水管理・国土保全局, 独立行政法人土木研究所水災害リスクマネジメント国際センター. タイにおける洪水の状況について (<http://www.mlit.go.jp/common/000170329.pdf>), 2011.
  - 21) UN. As flood disaster worsens in Thailand, UN steps up relief efforts. UN News (<https://news.un.org/en/story/2011/10/393362-flood-disaster-worsens-thailand-un-steps-relief-efforts>), October 28, 2011.
  - 22) UN. UNICEF ramps up efforts to help flood victims in Thailand. UN News (<https://news.un.org/en/story/2011/11/394592-unicef-ramps-efforts-help-flood-victims-thailand>), November 10, 2011.
  - 23) 山川路代, Khruerkarnchana, P., 頼藤貴志, 大政朋子, 土居弘幸. タイの大洪水の被災者の健康への影響 – 医療支援活動に基づく記述. 国際保健医療, Vol.27(2), p.183–188, 2012.
  - 24) 國井修. 総説: 災害地における感染症対策 – スマトラ沖地震・津波に対する対策と課題 (<https://www.koshu-eisei.net/saigai/kunii/kunii3.pdf>)
  - 25) WHO and IWA (International Water Association), “Global status report on water safety plans: A review of proactive risk assessment and risk management practices to ensure the safety of drinking-water.” WHO/IWA, 2017.
  - 26) WHO. Climate-resilient water safety plans: Managing health risk associated with climate variability and change. World Health Organization, 2017.
  - 27) 秋葉道宏, 下ヶ橋雅樹, 靱山将. 相模ダム流域の水文モデル作成と気候変動影響評価. In: 厚生労働科学研究費補助金 (健康安全・危機管理対策総合研究事業) 大規模災害および気候変動に伴う利水障害に対応した環境調和型水道システムの構築に関する研究 (研究代表者: 秋葉道宏), 平成 28 年度 総括・分担研究報告書, 2017.
  - 28) WHO and IWA (International Water Association). Water safety plan manual. Geneva: World Health Organization, 2009.
  - 29) 日本政府観光局. 国籍/月別 訪日外客数 (2003 年～2018 年, [https://www.jnto.go.jp/jpn/statistics/since2003\\_tourists.pdf](https://www.jnto.go.jp/jpn/statistics/since2003_tourists.pdf)), 201