

〈総説〉

## 災害時に活用可能な迅速検査 ～災害時など環境・物的資源が限られている状況下で活用できる迅速検査～

青柳 哲史<sup>1,2)</sup>

### *Usefulness of Rapid Diagnostic Tests for Infectious Diseases in Natural Disaster: Clinical Aspects and Management for Infection Prevention and Control*

Tetsuji AOYAGI<sup>1,2)</sup><sup>1)</sup>Department of Infectious Diseases, Internal Medicine, Tohoku University Graduate School of Medicine,<sup>2)</sup>Intelligent Network for Infection Control, Tohoku University Graduate School of Medicine

(2020年12月7日受付・2021年2月17日受理)

**要 旨**

日本は「災害大国」と呼ばれるように、毎年のように地震、津波、集中豪雨、台風など自然災害に見舞われる。災害直後の感染症は、外傷や溺水に関連した創部感染症や肺炎など呼吸器感染症が問題となる。その後、避難所では衛生状態が不十分で、過密状態での生活を長期に余儀なくされることで、インフルエンザウイルス感染症やノロウイルスなどの感染性胃腸炎による感染症およびアウトブレイクが発生する。自然災害後の感染症は、個人の問題であると同時に、集合生活の場における集団感染が問題となる。

問題となる感染症を的確に把握し、感染症診療あるいは感染対策に生かす必要がある。自然災害後のライフラインが不十分で、医療資源が限られている状況で、肺炎球菌尿中抗原検査、レジオネラ尿中抗原検査、インフルエンザウイルス抗原検査、ノロウイルス抗原検査などイムノクロマト法を用いた point of care testing (POCT) による感染症診断が、感染診療および避難所でのアウトブレイクの早期探知・介入に有用性であったと報告されている。

今後、感染症領域において遺伝子検査が普及すると考えられるが、現時点で自然災害後の POCT 検査として遺伝子検査を実施することは不可能である。そこで、過去の自然災害後の感染症事例を精査し、想定しうる感染症を念頭にどのような検査方法が確立されているのか、イムノクロマト法などの POCT 検査を中心に平時より検討する必要がある。

Key words : 自然災害, 感染症, point-of-care testing, イムノクロマト法

**はじめに**

日本は国土面積で世界の 0.25%、人口比率でも 2% 弱しか占めていないが、2014 年版の防災白書によると、マグニチュード (M) 6 以上の地震の 18.5% は日本国内で発生し、活火山の 7.1% が日本に存在する。災害死者は世界の 1.5% にとどまるものの、自然災害で発生する被害金額は 40 兆円にも上る<sup>1,2)</sup>。過去 30 年以内には、1995

年に阪神・淡路大震災により 6,400 人以上が犠牲となり、2011 年には東日本大震災により 18,000 人以上の死者・行方不明者が発生しており、2016 年には熊本地震で 260 人以上の死者が発生している。さらに、日本は地震や津波に加え、地理的、地形的、気象的諸条件から台風、豪雨、豪雪等の自然災害が発生しやすい国土となっている。近年、毎年のように集中豪雨や大型台風による土砂災害や浸水の甚大な被害が増加している。このような状況で、自然災害に直接関連した感染症や、避難所生活を余儀なくされる避難者においては集団生活としての特性により発生しうる感染症を考慮することは、緊急災害対策の重

<sup>1)</sup>東北大学大学院医学系研究科内科病態学講座総合感染症学分野、<sup>2)</sup>東北大学大学院医学系研究科感染制御インテリジェンスネットワーク寄付講座

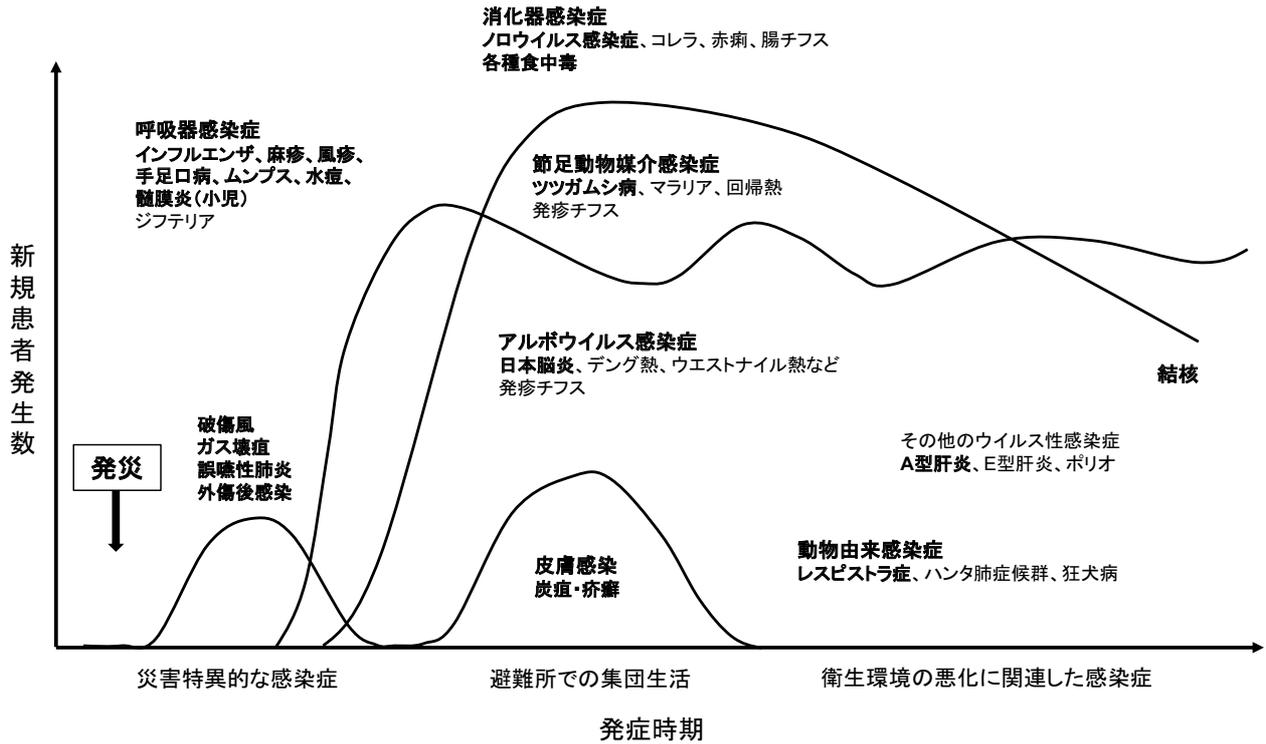


図1 災害後に問題となる感染症と発症時期  
 太字：国内で特に注意を要する感染症，細字：海外でしばしば問題となる感染症  
 文献3) より引用

要な要素である。

### 自然災害後の感染症

自然災害後に発生しうる感染症として、①災害の種類や場所に起因し、災害後1週間以内に発生しうる災害特異的な感染症と、②災害発生から数日～数週間経過し避難所生活や衛生状態の悪化に関連した感染症に区別すると理解がすすむ<sup>3)</sup>。

①自然災害発生後、1週間以内の急性期には地震や豪雨による家屋の倒壊、あるいは津波による外傷に伴う創部感染症、破傷風、ガス壊疽などの皮膚軟部組織感染症のリスクが増加する。また、汚染水（海水含む）を吸入することにより、レジオネラ肺炎を含む誤嚥性肺炎のリスクも増加する。②集団の避難所生活を送る中で、密集した環境下であること、衛生環境が十分に担保されないことなどが理由で、様々な感染症が発生しやすい状況となる。密集した環境下では、インフルエンザウイルス感染症、肺炎球菌肺炎、マイコプラズマ肺炎、百日咳など飛沫感染による呼吸器感染症、さらに結核など空気感染を介した呼吸器感染症などのリスクが増加する。さらに、衛生環境が十分に担保されていないことから、ノロウイルスをはじめとする感染性胃腸炎や肝炎などの消化器感染症のリスクが増加すると考えられている（図1）。

海外において、2004年のスマトラ島沖地震・津波の

後の感染症として、急性下痢症に続いて創部感染症、肺炎の順番で患者数を認めた<sup>4)</sup>。また、津波を誤飲することで肺炎（津波肺）が引き起こされるが、原因微生物が *Burkholderia pseudomallei* との報告もあった<sup>5)</sup>。2005年米国のハリケーンカトリーナ後にノロウイルスの大流行を認め<sup>6)</sup>、2010年のハイチ地震の後にコレラの大流行が発生し多くの死者がでた<sup>7)</sup>。しかし、著者らが東日本大震災を経験するまで、本邦における大規模自然災害後に発生しうる感染症に関する報告は、1995年の阪神・淡路大震災1か月後に肺炎症例が増えたとの報告のみであった<sup>8)</sup>。2011年東日本大震災において、著者らの施設において特に被害の大きかった石巻・気仙沼地域からの患者搬送が増え、医療圏人口が大きく変化したことから、2010年の同時期と比較し医療圏人口で補正した外傷あるいは感染症による入院患者の推移を比較検討した。震災後～1週間は津波や地震による直接的な影響である外傷例の入院の増加を認め、震災発災後2週間でピークに感染性疾患で入院する例が増加することが明らかとなった（図2A）。また、感染性疾患で147例が入院したが、慢性閉塞性肺疾患に伴う二次性の気道感染症や肺炎などの呼吸器感染症が88例（60%）を占め、66例（75%）が肺炎症例であった<sup>9)</sup>（図2B）。また、避難所においてインフルエンザウイルス感染症のアウトブレイク<sup>10,11)</sup>や結核事例<sup>12)</sup>などが報告されている。2016年の熊本大震災

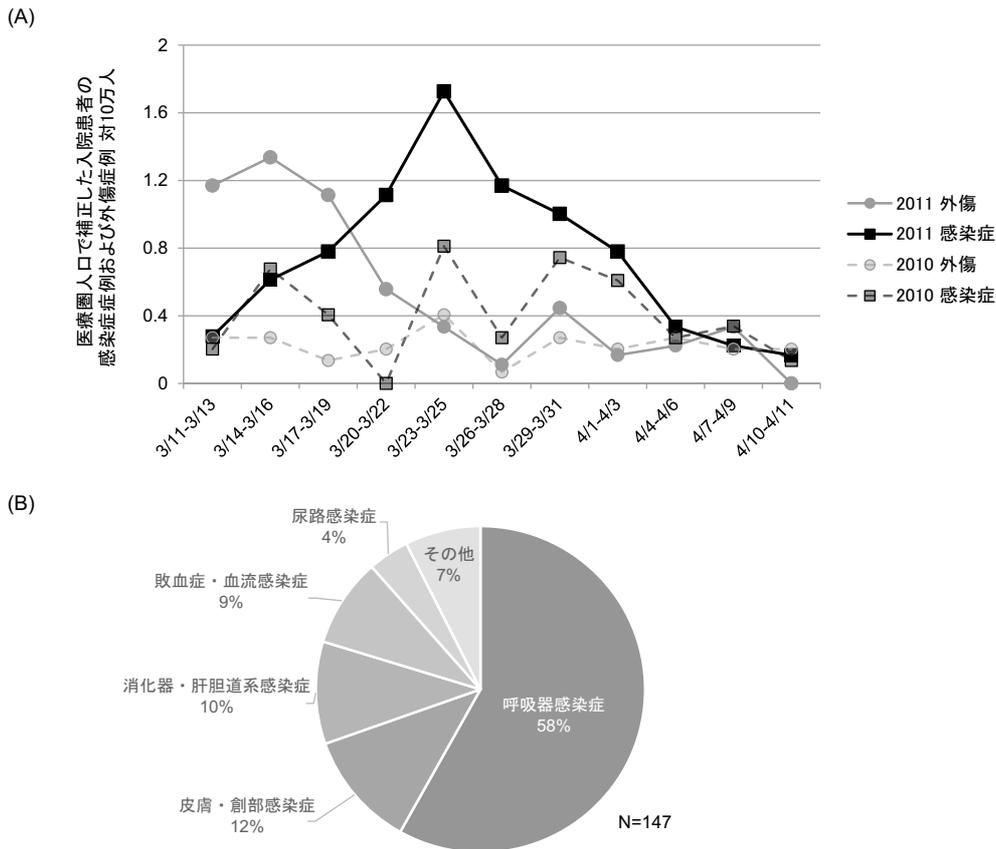


図2 東日本大震災後1か月以内に問題となった感染症  
 (A) 入院を必要とする外傷例および感染症例の経時的な患者数の推移  
 (B) 入院を必要とする感染性疾患の内訳 (n=147)  
 文献9)より改変

では避難所でのノロウイルス感染症の大規模アウトブレイクが報告されている<sup>13)</sup>。以上より、季節・場所(国内・国外)・被災状況・被災者の年齢分布・避難所の状況により問題となる自然災害後に発生する感染症の種類は異なり、今後も本邦における自然災害後に発生する感染症のデータ蓄積は非常に重要となる。

### 自然災害後の感染症への対応

自然災害後の感染症は、個々人で問題となる感染症を解決するとともに、避難所生活において集団で発生しうる感染症に対しても対応しなくてはならない。緊急事態下における感染症への対応として世界保健機構(WHO)より2005年にA field manual-Communicable disease control in emergenciesが策定され5つの大項目からなる。①rapid assessment(迅速な評価)、②prevention(予防)、③surveillance(サーベイランス)、④outbreak control(アウトブレイクへの対応)、⑤disease prevention and control(疾病予防とコントロール)といった総合的な取り組みが求められる。

自然災害後のサーベイランスとして、症候群サーベ

ランス(syndromic surveillance)とイベントベースサーベイランス(event-base surveillance)がある。症候群サーベイランスは、高度な専門的知識を必要とせず、検査も不要であることから、迅速に感染症らしい徴候をとらえ、広く流行を探知する上では有用な方法である。実際、スマトラ島沖地震・津波の際にも使用され、感染症の流行の探知に有用であったと報告されている<sup>4)</sup>。また、東日本大震災においても岩手県ではいわて感染制御支援チーム(Infection Control Assistant Team of Iwate: ICAT)を立ち上げ、タブレット型多機能通信端末を用いて避難所サーベイランスが行われた<sup>14)</sup>。しかし、運用のために準備期間が必要なこと、通信回線(FAXやインターネット)が各避難所で担保されていること、避難所全体の感染症徴候を把握するのに担当者の負担が大きいことなどの欠点もある。一方イベントベースサーベイランスは、流行を示唆する事象(イベント)が起きていることを報告することを基本としており、正確な患者数の把握は必要ないが、問題となる感染症らしい徴候の患者の集積があると迅速に報告し流行の早期探知を図るのである。そして、実際にその集積がどのような感染性

表 1 本邦で使用可能な感染症診断における point of care testing の例

	検査名	検体の種類	検査方法
ウイルス感染症	インフルエンザウイルス抗原検査	鼻腔ぬぐい液	イムノクロマト法
	ロタウイルス抗原検査	糞便	イムノクロマト法
	アデノウイルス抗原検査	結膜ぬぐい液, 咽頭, 糞便など	イムノクロマト法
	RS ウイルス抗原検査	鼻腔ぬぐい液, 鼻腔吸引液	イムノクロマト法
	ノロウイルス抗原検査	糞便	イムノクロマト法
	HBs 抗原	血液	イムノクロマト法
	単純ヘルペス抗原検査	水疱病巣	蛍光抗体法
	水痘・帯状疱疹ウイルス抗原検査	水疱病巣	蛍光抗体法
	SARS-CoV-2 抗原検査	鼻咽頭ぬぐい液, 唾液	イムノクロマト法
細菌感染症	肺炎球菌抗原検査	尿, 喀痰, 中耳, 副鼻腔など	イムノクロマト法
	尿中レジオネラ抗原検査	尿	イムノクロマト法
	A 群 β 溶血性連鎖球菌抗原検査	咽頭ぬぐい液	イムノクロマト法
	C. difficile 抗原・毒素抗体	糞便	イムノクロマト法
その他	肺炎マイコプラズマ抗原	咽頭ぬぐい液	イムノクロマト法

疾患によるものか、検査による診断が必要となり、早期にアウトブレイクを探知し迅速に介入することで避難所内でのアウトブレイクの抑制と早期解決が可能となる。東日本大震災において、宮城県ではイベントベースサーベイランスを行い、避難所においてインフルエンザウイルス感染症のアウトブレイクの早期探知および介入により早期収束が可能であった事例を経験している<sup>10,11)</sup>。

また、東日本大震災直後の津波肺において *Legionella pneumophila* による重症肺炎例も報告されている<sup>9,15)</sup>。以上より、自然災害後の医療資源に限られる状況において、個人あるいは集団で問題となっている感染症を的確に診断し把握することが重要となる。

### 広域自然災害後の微生物検査体制の問題点

自然災害後の個人の感染症に対する診療、および集団生活を行うことで発生する感染症の流行状況を把握するために、どのような微生物が感染症を引き起こしているかを理解することが非常に重要となる。しかし、大規模な自然災害が発生した際には、停電、断水、建物の損傷が生じる可能性がある。微生物検査を含めた分析装置の多くが電源を必要としており、かつ水が大量に必要であり、検査体制の再建はライフラインの復旧に依存する。建物に被害がある場合や機器の転倒・落下による故障などが生じた場合には、原状復帰まで多くの時間がかかる。微生物検査室が自院にある場合には、上述のごとく電源、水道の確保、流通不良による培地や試薬など必要物品の不足、感染性廃棄物の問題、検体保存や菌株保存のための冷蔵、冷凍庫が使用できず、行える検査も限定的となる。微生物検査室を外部に委託している場合には、流通不良による必要物品の不足と検体搬送の障害が生じると、検査を行うことが不可能となる。災害時には避難所などに仮設診療所が設置されることが多く、避難所生活を

送っている人に対する健康管理を行う機会も増える。このような状況下でも感染症を診療する機会は増え、適切な診断は集団生活における感染症アウトブレイクの早期探知・介入に役立つ。以上より、自然災害後のように場所、環境、人員、インフラなどが限られた状況で、感染症の診療における point of care testing (POCT) 対応機器・キットの重要性が増すと考える。

### 感染症における POCT

感染症迅速診断検査として、免疫学的手法、特にイムノクロマト法を利用した方法や、PCR 法、LAMP 法などの遺伝子検査がある。遺伝子検査は感度が高い一方、コンタミネーションを注意しなくてはいけないこと、検体の処理や調整に技術を要すること、PCR 機器の設置が必要なことなどを理由に、自然災害後の混乱の中で使用することは困難であると考えられる。一方、イムノクロマト法を用いた迅速検査法は、特殊な機器の設置が不要であること、検体の採取タイミングや検体の質などに注意は必要であるがキットの付属の説明書の指示に従い行うことで、特殊な技術を有さなくとも実施可能である。

表 1 に感染症の迅速診断における免疫学手法を用いた抗原検出法の例を提示する。例えば、対象患者の年齢、症状および重症度、流行状況などに応じて必要とする検査を使い分けていく必要がある。また、検体採取のタイミングにより偽陰性が生じること、抗原の検出を目的としており薬剤感受性の評価ができないということも理解しておく必要がある。

### 東日本大震災における POCT 使用の実際

#### 1. 肺炎球菌尿中抗原検査

尿中に排出される莢膜多糖体抗原を検出する診断方法である。感度は 70~80%、特異度は 94~99% と報告さ

れており、極めて特異度の高い検査方法であり、陽性の場合には診断的価値が大きい。ただし、小児例において上気道や鼻腔に肺炎球菌を保菌することで偽陽性が生じること、一度陽性になった後も1~3ヶ月程度陽性が持続する事にも、注意が必要である。

東日本大震災発災後に、肺炎や慢性閉塞性肺疾患の急性増悪など呼吸器感染症による入院症例が増加したと多数報告されている<sup>16-18)</sup>。また、著者らの施設においても、震災後に肺炎による入院例の喀痰培養で、市中肺炎の原因菌と考えられる *Streptococcus pneumoniae*, *Moraxella catarrhalis*, *Hemophilus influenzae* が検出された。検査に関して、喀痰培養で *S. pneumoniae* の検出は5/40 (12.5%) に対し、肺炎球菌尿中抗原検査は9/44 (20.5%) で陽性であった。さらに、震災前後で侵襲性肺炎球菌感染症および肺炎球菌性肺炎について、被災の程度が軽度であった山形県の医療機関 (9施設) と比較したところ、震災後1か月以内に有意に宮城県の医療施設 (13施設) で肺炎球菌感染症が増加していることが判明した<sup>19)</sup>。このように、自然災害後の呼吸器感染症の原因微生物として *S. pneumoniae* は重要な微生物の一つと考えられる。喀痰培養検査が十分に実施できない状況下において、尿中抗原検査や、近年喀痰を用いた抗原検査の有用性も報告されており<sup>20)</sup>、肺炎球菌感染症を診断する目的で抗原検査は有用であると考ええる。

## 2. レジオネラ尿中抗原検査

レジオネラ属はGram陰性桿菌に分類されるが、細胞内寄生菌であり喀痰からのグラム染色に染まりにくく、培養に関しても栄養要求性が高く通常の培地では発育せず、BCYE $\alpha$ 寒天培地やWYO寒天培地などの培地で培養を行う必要がある。そこで、平時よりレジオネラ肺炎を疑った場合には、尿中抗原検査が利用されてきた。

尿中に排泄されるリポ多糖 (LPS) を主成分とする可溶性の特異抗原を検出する診断方法である。レジオネラ属細菌は40種以上が人に病原性を有すると言われているが、この中で *L. pneumophila* 血清型1による感染症が50-80%を占める<sup>21, 22)</sup>。これまでの使用されてきた尿中抗原を検出する方法では、*L. pneumophila* 血清型1のみしか診断することができず、他の血清型のレジオネラを否定できないので、陰性の判断に関して注意が必要となる。*L. pneumophila* 血清型1であった患者に対する感度に関して90~95%、特異度97~100%と感度・特異度とも高く、陽性時には診断的価値が高い。

東日本大震災後に津波に巻き込まれた、あるいはがれき撤去などが原因と考えられるレジオネラ肺炎は8例報告されている<sup>23)</sup>。うち4例は津波に巻き込まれたことで発症し、うち3例が死亡の転帰をとっている。診断方法に関して8/8 (100%) が尿中抗原検査を使用した診断であり、津波が原因と考えられる4例のうちレジオネラ

を分離培養が可能だった例は1例のみである。これまで海外においても津波肺の原因微生物であったとの報告はないが、本邦において津波や洪水など土壌を誤飲するような状況下において、重症肺炎を診察した際に鑑別疾患の一つになるかもしれない。しかし、災害発災後の培養にかかる手技と時間を考慮すると、本疾患を診断する上で迅速抗原検査は非常に有用な検査方法であると考ええる。

近年、血清型1以外の *L. pneumophila* の診断が可能な尿中抗原検査キットが使用可能となり、診断の向上が期待され自然災害後のレジオネラ属菌感染症がどの程度のインパクトを持つのかより明らかになると考える。

## 3. インフルエンザウイルス抗原検査

すでに鼻咽頭ぬぐい液や鼻腔吸引液を利用したインフルエンザウイルス抗原検査キットは、15分で結果を得ることが可能であることから、本邦の実臨床で広く利用されている。迅速診断キットの感度は62%、特異度は98%と言われており、成人では小児と比較し感度が低く、またA型インフルエンザウイルスの方がB型インフルエンザウイルスよりも感度が高いことも知られている<sup>24)</sup>。また、発症後の検体の採取の時期によって、偽陰性が生じることにも注意が必要である。

インフルエンザウイルス感染症は診断を適切に行うことで治療、さらに飛沫・接触感染や薬物を含めた感染対策を行うことで疾患の広がりを予防することのできる疾患の一つである。特に、冬季におこる自然災害後の避難所生活における、インフルエンザウイルス感染症の流行は非常にインパクトが大きい<sup>10, 11, 25)</sup>。図3Aに東日本大震災後に著者らが経験した避難所でインフルエンザアウトブレイク事例の概要を示す。アウトブレイク事例1は1,300人収容可能な大規模な避難所で、アウトブレイク事例2は200人収容可能な中規模の避難所でいずれもライフラインとして電気のみ使用が可能で、水道、ガスは使用が不可能な状況であった。アウトブレイク事例1では、3月21日に38度以上の発熱や咽頭痛などインフルエンザ様症状を呈した2名にインフルエンザウイルス迅速抗原検査を行い2名が陽性であった。最終的に25名の臨床診断を含むインフルエンザ感染例が25例 (attack rate 1.8%) 報告され、その中でインフルエンザウイルス抗原検査陽性例はそれぞれ15例 (60%) であった。アウトブレイク事例2では、4月4日にインフルエンザ様症状を呈した1名にインフルエンザウイルス迅速抗原検査を行い、陽性を確認した。最終的に20名の臨床診断を含むインフルエンザ感染例が20例 (attack rate 10%) 報告され、その中でインフルエンザウイルス抗原検査陽性例はそれぞれ15例 (75%) であった。このように、インフルエンザウイルス抗原検査は特別な機器を必要とせず避難所でも使用可能であり、本アウトブレイクでもすでに知られている感度と同等以上であることから非常に

(A)

	アウトブレイク事例1	アウトブレイク事例2
避難所規模(人) (%:>65歳)	1,300 (30%)	200 (40%)
ライフライン	水道 × ガス × 電気 ○	水道 × ガス × 電気 ○
インフルエンザ診断例 (臨床診断例含む)	25	20
インフルエンザ抗原陽性例 (%)	15 (60%)	15 (75%)
Attack rate	1.8%	10%

(B)

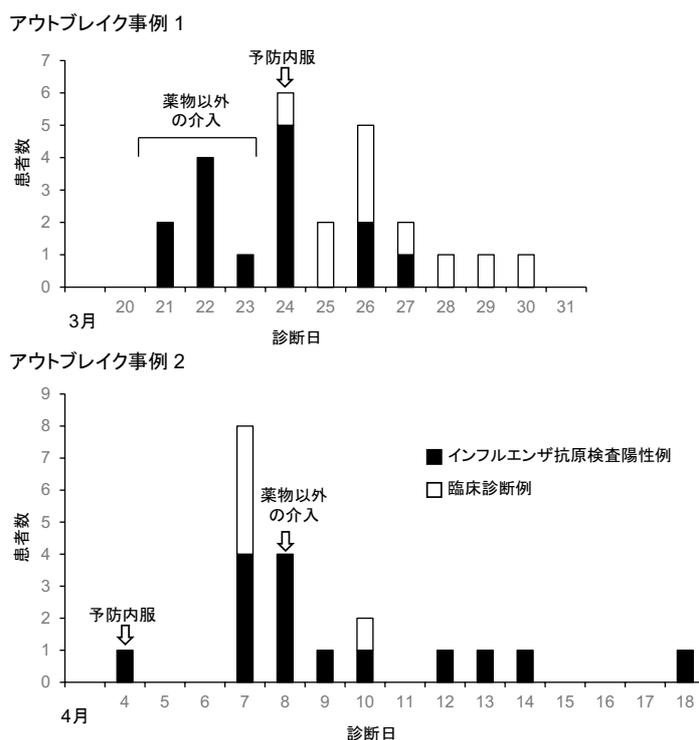


図3 東日本大震災後の避難所におけるインフルエンザウイルス感染症アウトブレイク事例  
 (A) アウトブレイク事例1および2の概要  
 (B) アウトブレイク事例1および2における経時的なインフルエンザ感染者数の変化と感染対策  
 文献10)より改変

表2 東日本大震災における肺炎例の喀痰培養検査と point of care testing

喀痰培養検査 (n=42)		
検出微生物	数	(%)
Methicilline-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	7	(18%)
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	5	(13%)
Methicilline-susceptible <i>Staphylococcus aureus</i>	5	(13%)
<i>Moraxella catarrhalis</i>	3	(8%)
<i>Haemophilus influenzae</i>	2	(5%)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	(5%)
<i>Legionella pneumophila</i>	1	(3%)
Combined etiology	8	(20%)
Point of care testing		
尿中肺炎球菌抗原 (n=44)	9	(21%)
尿中レジオネラ抗原 (n=44)	2	(4.5%)
インフルエンザウイルス抗原 (n=14)	1	(7%)

文献9)より改変

に有用な検査方法と考える。それぞれの、事例において抗インフルエンザ薬の予防投与や飛沫・接触感染対策の強化、換気を含めた環境整備、発症者の早期検出と隔離を徹底することでアウトブレイク事例を収束することが可能であった(図3B)<sup>10)</sup>。以上より、特にインフルエンザシーズンにおける自然災害後の避難所において、イン

フルエンザウイルス抗原検査を実施できる体制を整えることは重要と考える。

#### 4. ノロウイルス抗原検査

ノロウイルス抗原検査は、糞便中のノロウイルスを検出するキットであるが、現在3歳未満、65歳以上、悪性腫瘍、臓器移植後、抗悪性腫瘍剤を含む免疫抑制剤投

与を行っている患者に対して保険適応がある。しかし、ノロウイルス抗原検査はRT-PCRと比較し、感度が36-80%、特異度47-100%と感度が低いことから個人のノロウイルス感染症を診断する目的での使用は推奨されていない<sup>26)</sup>。

ノロウイルスによる避難所でのアウトブレイクは、2011年東日本大震災<sup>27)</sup>、2016年熊本大地震<sup>13)</sup>、2019年佐賀豪雨<sup>28)</sup>、2019年台風19号<sup>29)</sup>など様々な自然災害後の集団生活の場で発生しており、季節を選ばず比較的遭遇する感染症の一つである。これまでも、海外の避難所で感染性胃腸炎のアウトブレイクが疑われた際に、アウトブレイクの早期探知にノロウイルス抗原検査の有用性が報告されている<sup>26)</sup>。本邦でも熊本大地震の避難所で感染性胃腸炎の診断にノロウイルス抗原検査を使用し、ノロウイルスによるアウトブレイクを早期に探知し、迅速な介入によりアウトブレイクを収束することが可能であったと報告もある<sup>30)</sup>。以上より、平時の臨床においてノロウイルス抗原検査の使用は限定的であるが、自然災害後の避難所において季節を問わず感染性胃腸炎は比較的遭遇する疾患であり、ノロウイルス抗原検査の実施体制の整備は非常に重要と考える。

#### 避難所におけるCOVID-19とPOCT検査

2019年12月下旬から中華人民共和国(中国)湖北省武漢市より広がったと考えられるCOVID-19は、世界的な問題である。自然災害は、場所・時を選ばずに起こりうる可能性があり、避難所生活におけるCOVID-19に対する感染対策は現時点において最重要課題の一つである。このような状況で、発熱や咳などの症状を認める場合には速やかにSARS-CoV-2検出のための検査体制を整え、陽性例を検出した場合は速やかに介入を行うことが非常に重要であると考えられる。

SARS-CoV-2を検出するために、RT-PCR法、LAMP法による遺伝子検査がゴールドスタンダードであるが、避難所でPCR検査を行うことが困難であること、検体採取後の検体の輸送および検査施設が担保できるか不明であることから、抗原検査法を用いたPOCT検査も考慮される。SARS-CoV-2に対する特異タンパクを迅速に検出する方法が本邦でも承認されている。検査時間も検体採取後30分以内に結果が判明するが、遺伝子検査と比較し感度が低く、唾液での検査は認められていない点に注意する必要がある<sup>31)</sup>。また、抗原検査法で偽陽性例の報告も増えており、特に粘度の高い検体でその傾向が強<sup>32)</sup>、正確な検査を行うため実施体制を整備する必要がある。

そのためにも、COVID-19の診断に対するそれぞれの検査の特性をしっかりと理解した上で、行政施設を含む限られた施設でのみPCR検査が実施されているが、検査

拠点の拡充を図り被災した施設を他施設でバックアップすることも想定する必要がある。また中核拠点の医療機関では、今まで以上に微生物検査における遺伝子検査の導入・拡充が必要になると考える。そこで平時より、行政・民間検査センターおよび各医療施設の検査室の連携が特に重要になってくると考える。

#### おわりに

本邦は地震、津波、台風など自然災害の非常に多い国である。災害の起きる時期、規模、場所によって、その後の個人あるいは避難所生活における感染症の種類は異なる。このような状況で、問題となっている感染症を的確に把握し、感染症診療あるいは感染対策に生かす必要がある。今後、感染症領域において遺伝子検査が今後も普及すると考えられるが、現時点で自然災害後のPOCT検査として遺伝子検査を実施することは不可能である。そこで、自然災害後の電気、水道、ガスなどのライフラインが不十分な状態、医療資源が限られている中で、イムノクロマト法を用いたPOCTによる病原微生物の同定は非常に有用なツールと考える。また、過去の自然災害後の感染症事例を精査することで、今後どのような対応が可能か、平時より考えることも重要である。

謝辞：本稿を閉じるにあたり、第35回日本環境感染学会総会・学術集会においてシンポジウム5のセッションにおいて講演をいただく機会を与えていただきました会長の金光敬二先生(福島県立医科大学 感染制御学講座 教授)、副会長の菅原えりさ先生(東京医療保健大学大学院 医療保健学研究科 感染制御学 教授)、座長の労をお取りいただきました佐藤智明先生(東京大学医学部附属病院 検査部 技師長)、小林寅詰先生(東邦大学看護学部 感染制御学 教授)に心から感謝申し上げます。

利益相反自己申告：青柳哲史は共生医学研究所の提供する寄付講座に所属しております。

#### 文 献

- 1) 内閣府：平成26年版 防災白書, 2014.
- 2) 内閣府：日本の災害対策, 2015.
- 3) 被災地における感染対策に関する検討委員会報告 アドホック委員会：大規模自然災害の被災地における感染制御マネジメントの手引き, 2014.
- 4) Hlth MP, Org WH, Collaborat TMHUC, Sci AFRIM: Rapid health response, assessment, and surveillance after a tsunami—Thailand, 2004-2005. JAMA 2005; 293: 1052-4.
- 5) Kongsangdao S, Bunnag S, Siritiwattanakul N: Treatment of survivors after the tsunami. N Engl J Med 2005; 352: 2654-5.
- 6) Palacio H, Shah U, Kilborn C, Martinez D, Page V, Gava-gan T, et al.: Norovirus outbreak among evacuees from Hurricane Katrina—Houston, Texas, September 2005. JAMA 2005; 294: 2834-7.
- 7) Walton DA, Ivers LC: Responding to cholera in post-

- earthquake Haiti. *N Engl J Med* 2011; 364: 3-5.
- 8) Takakura R, Himeno S, Kanayama Y, Sonoda T, Kiriyama K, Furubayashi T, *et al.*: Follow-up after the Hanshin-Awaji earthquake: diverse influences on pneumonia, bronchial asthma, peptic ulcer and diabetes mellitus. *Intern Med* 1997; 36: 87-91.
  - 9) Aoyagi T, Yamada M, Kunishima H, Tokuda K, Yano H, Ishibashi N, *et al.*: Characteristics of Infectious Diseases in Hospitalized Patients During the Early Phase After the 2011 Great East Japan Earthquake Pneumonia as a Significant Reason for Hospital Care. *Chest* 2013; 143: 349-56.
  - 10) Hatta M, Endo S, Tokuda K, Kunishima H, Arai K, Yano H, *et al.*: Post-tsunami outbreaks of influenza in evacuation centers in Miyagi Prefecture, Japan. *Clin Infect Dis* 2012; 54: e5-7.
  - 11) 遠藤史郎, 徳田浩一, 八田益充, 國島広之, 猪俣真也, 石橋令臣, 他: 東日本大震災後の避難所において発生した A 型インフルエンザアウトブレイク事例. *環境感染誌* 2012; 27(1): 50-6.
  - 12) Kanamori H, Aso N, Tadano S, Saito M, Saito H, Uchiyama B, *et al.*: Tuberculosis exposure among evacuees at a shelter after earthquake, Japan, 2011. *Emerg Infect Dis* 2013; 19: 799-801.
  - 13) Izumikawa K: Infection control after and during natural disaster. *Acute Med Surg* 2019; 6: 5-11.
  - 14) 加來浩器, 松館宏樹, 工藤啓一郎, 野原 勝, 小石明子, 外館善裕, 他: 岩手県における避難所サーベイランスと感染対策. *IASR* 2011; 32: S1-3.
  - 15) Nakadate T, Nakamura Y, Yamauchi K, Endo S: Two cases of severe pneumonia after the 2011 Great East Japan Earthquake. *Western Pac Surveill Response J* 2012; 3: 67-70.
  - 16) Daito H, Suzuki M, Shihara J, Kilgore PE, Ohtomo H, Morimoto K, *et al.*: Impact of the Tohoku earthquake and tsunami on pneumonia hospitalisations and mortality among adults in northern Miyagi, Japan: a multicentre observational study. *Thorax* 2013; 68: 544-50.
  - 17) Ohkouchi S, Shibuya R, Yanai M, Kikuchi Y, Ichinose M, Nukiwa T: Deterioration in regional health status after the acute phase of a great disaster: respiratory physicians' experiences of the Great East Japan Earthquake. *Respir Invest* 2013; 51: 50-5.
  - 18) Shibata Y, Ojima T, Tomata Y, Okada E, Nakamura M, Kawado M, *et al.*: Characteristics of pneumonia deaths after an earthquake and tsunami: an ecological study of 5.7 million participants in 131 municipalities, Japan. *Bmj Open* 2016; 6.
  - 19) 牧野友彦, 青柳哲史, 武田博明, 國島広之, 賀来満夫, 大石和徳: 震災地の高齢者における肺炎球菌ワクチンの肺炎予防効果に関する研究. 新型インフルエンザ等新興・再興感染症研究事業 H24-新興-指定-002. 2012.
  - 20) Izumikawa K, Akamatsu S, Kageyama A, Okada K, Kazuyama Y, Takayanagi N, *et al.*: Evaluation of a rapid immunochromatographic ODK0501 assay for detecting *Streptococcus pneumoniae* antigen in sputum samples from patients with lower respiratory tract infection. *Clin Vaccine Immunol* 2009; 16: 672-8.
  - 21) Benin AL, Benson RF, Besser RE: Trends in legionnaires disease, 1980-1998: declining mortality and new patterns of diagnosis. *Clin Infect Dis* 2002; 35: 1039-46.
  - 22) Amemura-Maekawa J, Kura F, Helbig JH, Chang B, Kaneko A, Watanabe Y, *et al.*: Characterization of *Legionella pneumophila* isolates from patients in Japan according to serogroups, monoclonal antibody subgroups and sequence types. *J Med Microbiol* 2010; 59: 653-9.
  - 23) 砂川富正, 齊藤剛仁, 木下一美, 中島一敏, 大石和徳: 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* 2013; 34: 160-1.
  - 24) Chartrand C, Leeflang MM, Minion J, Brewer T, Pai M: Accuracy of rapid influenza diagnostic tests: a meta-analysis. *Ann Intern Med* 2012; 156: 500-11.
  - 25) Osamu Kunii MA, Etsuko Kita: The medical and public health response to the Great Hanshin-Awaji Earthquake in Japan: A case study in disaster planning. *Med Glob Surviv* 1995; 2: 214-26.
  - 26) Division of Viral Diseases, National Center for Immunization and Respiratory Diseases, Centers for Disease Control and Prevention. Updated norovirus outbreak management and disease prevention guidelines. *MMWR Recomm Rep* 2011; 60: 1-18.
  - 27) 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* 2011; 32: S8-9.
  - 28) 佐賀新聞: <https://www.saga-s.co.jp/articles/-/423424>: 2020年12月2日現在.
  - 29) 河北新報: [https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201910/20191030\\_63020.html](https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201910/20191030_63020.html): 2020年12月2日現在.
  - 30) 後藤健一, 岡本文雄: 熊本地震避難所における感染性胃腸炎流行と感染対策. *感染症誌* 2017; 91: 790-5.
  - 31) 日本感染症学会: COVID-19 検査法および結果の考え方: 2020年10月12日現在.
  - 32) 日本感染症学会: COVID-19 簡易抗原定性検査の偽陽性に関するアンケート結果.
- [連絡先: 〒980-8574 宮城県仙台市青葉区星陵町1-1  
 東北大学大学院医学系研究科内科病態学講座総合感染症学分野 青柳哲史  
 E-mail: tetsujiaoyagi@med.tohoku.ac.jp]

***Usefulness of Rapid Diagnostic Tests for Infectious Diseases in Natural Disaster:  
Clinical Aspects and Management for Infection Prevention and Control***

Tetsuji AOYAGI<sup>1,2)</sup>

<sup>1)</sup>*Department of Infectious Diseases, Internal Medicine, Tohoku University Graduate School of Medicine,*

<sup>2)</sup>*Intelligent Network for Infection Control, Tohoku University Graduate School of Medicine*

**Abstract**

Japan is called a “disaster powerhouse,” as it is affected by natural disasters, such as earthquakes, tsunamis, torrential rains, and typhoons almost every year. Immediately after a disaster, wound infections and respiratory tract infections including pneumonia, which are related to trauma and drowning, arise health problems for victims. Thereafter, poor hygiene at the evacuation center and forced long-term living in overcrowded areas cause infections and outbreaks due to influenza virus and infectious gastroenteritis including norovirus. Infectious diseases after natural disasters are problems not only at an individual level but also in a community environment.

It is necessary to accurately grasp which infectious disease is the problem after natural disaster, and we should apply effective medical treatment or infection control. In a situation where the lifeline after a natural disaster is insufficient and medical resources are limited, the identification of pathogenic microorganisms by point-of-care testing (POCT) using immunochromatography (such as *Streptococcus pneumoniae* and *Legionella pneumophila* by urinary antigen test, influenza virus antigen test, and norovirus antigen test) is reportedly useful for the treatment of infection and early detection and intervention of outbreaks in evacuation centers.

It is expected that genetic testing will continue to spread in the field of infectious diseases in the future. However, currently, it is impossible to carry out genetic testing as a POCT after a natural disaster. Therefore, even in the absence of a disaster, it is necessary to closely examine past cases of infectious diseases after natural disasters and evaluate which POCT especially in immunochromatography have been established with infectious diseases.

---

**Key words:** natural disaster, infectious diseases, point-of-care testing, immunochromatography