

## 論文の内容の要旨

論文題目 福島第一原発事故が住民の避難行動、周辺地域の救急搬送体制、住民の健康に与えた影響に関する研究

氏名 森田 知宏

### 目的

2011年3月11日に起きた東日本大震災・東北地方太平洋沖地震とそれに引き続く津波、さらに福島第一原子力発電所事故（以下、原発事故）は、先進国で近年起きた代表的な災害の例である。特に原発事故は、事故による周辺地域への放射線物質の飛散だけでなく、周辺地域のコミュニティへ、長期にわたって大きな影響を与えている。

たとえば福島第一原発事故後には大量の住民避難が起きた。福島第一原発から20km圏内や空間線量の高い地域には強制避難指示が発令され（強制避難区域）、20–30km圏内には屋内退避指示が発令された（屋内避難区域）。これらの避難指示によって、16万人以上の住民が強制的、または自主的に避難したと言われている。このような大規模な避難は、周辺地域のコミュニティを破壊し、災害の間接的な健康被害（外傷や熱傷など災害に起因する外的要因を排除した健康被害）へつながった可能性がある。

本論文では、福島第一原発事故によって相馬地方で起きた住民避難の実態や、それが救急搬送体制に与えた影響を明らかにすること、さらにこのようなコミュニティへの影響によって生じたと考えられる間接的な健康被害を評価することを目的とする。

### 方法

#### ①人口動態の変化

災害後の住民避難の実態を評価するために、南相馬市住民の避難行動について推計した。南相馬市で6歳以上の住民を対象に実施された内部被曝調査で使用した問診票データより、避難行動に関する情報を収集した。それを元に、2011年3月11日から3月31日までの南相馬市の人口を、強制避難区域、屋内避難区域、避難地域外それぞれについて推計した。さらに、プロビット回帰分析を用いて、自主避難後に被災地に留まる住民の因子を同定した。

#### ②救急医療体制の変化

福島第一原発事故後の医療提供体制の変化を評価するために、相馬地方（相馬市、南相馬市、

新地町、飯舘村)の救急搬送時間の変化を調べた。相馬地方広域消防署に保存された救急搬送記録から2009年1月1日から2011年12月31日までの救急搬送データを収集した。2011年3月11日から2011年12月31日までの各週のデータを、Mann-Whitney U検定を用いて対照期間(2009年1月1日から2011年3月10日)の同期間の救急搬送データと比較した。

### ③間接的な健康被害の評価

福島第一原発事故が周辺地域住民へ与えた間接的な健康影響を明らかにするため、相馬市、南相馬市住民の、直接死を除いた死亡リスクを、災害前後で比較した。厚生労働省が管理する人口動態調査を利用し、2006年1月から2015年12月までにわたって相馬市、南相馬市の死亡者数を収集した。居住市(相馬市、南相馬市)、年齢(65歳未満、65歳以上74歳以下、75歳以上84歳以下、85歳以上)、死亡年(災害前(2006–2010年)、2011年、2012年、2013年、2014年、2015年)を変数に含むポワソン回帰モデルを使用して、2011年3月から2015年12月までの月ごとの死亡リスクについて、災害前の同月と比較した相対死亡リスクを計算した。

死亡原因ごとで、災害後の死亡リスクの変化に差があるか調べるため、特定の死亡原因での死亡について上記モデルを用いて月ごと死亡リスクの変化を評価した。死亡原因については、2011年の3月の直接死を除く死亡を抽出し、多いものから順に4つの死亡原因を選択した。

年齢により災害後の死亡リスクの変化に差があるか調べるため、各年齢群(65歳未満、65歳以上74歳以下、75歳以上84歳以下、85歳以上)での死亡について上記モデルを用いて月ごと死亡リスクの変化を評価した。

## 結果

①災害前の南相馬市の6歳以上人口は、強制避難区域、屋内避難区域、避難地域外の住民のうち、28%(3415/12201)、31%(13801/44773)、27%(2933/10955)の住民が調査期間内に南相馬市立総合病院の内部被曝調査を受診していた。

避難行動データにもとづき、南相馬市の6歳以上住民について避難行動を推計したところ、災害から11日後に、南相馬市の人口は最も減少しており全体の11%程度が南相馬市内に留まっていた。強制避難区域住民の99%が強制的な避難を、屋内避難区域、避難地域外の住民の87%が自主的な避難を行っていた。さらに、自主避難後に被災地に留まる住民の因子を調べたところ、屋内避難区域(「避難地域外」と比較して odds ratio (OR): 1.25, 95% confidence intervals (CI): 1.16–1.35)、男性(女性と比較して OR: 1.72, 95% CI: 1.64–1.85)であった。年齢ごとでは、被災地に留まる可能性が最も低かったのは6–9歳(75歳以上と比較して OR: 0.34, 95% CI: 0.27–0.42)であり、最も高かったのは40–64歳(同 OR: 1.40, 95% CI: 1.24–1.58)であった。世帯情報では、6歳未満の児童がいる世帯は被災地に留まる可能性が低く (OR: 0.56, 95% CI:

0.50–0.62)、70歳以上の高齢者がいる世帯、独居世帯では、被災地に留まる可能性が高かった(それぞれ OR: 1.18, 95% CI: 1.03–1.34; OR: 1.71, 95% CI: 1.50–1.94)。

②2011年3月11日から12月31日までに、2648件の救急要請があった。このうち、不搬送、病院間搬送334件、データが不完全であった94件を除外し、残り2240件の搬送を救急搬送時間の分析に使用した。対照期間(2009年1月1日から2011年3月10日)の救急要請8384件のうち、救急搬送が行われていたのは7107件であった。2011年3月11日から17日を第0週と定義した。救急搬送患者数は、0週にピーク(n=182)を認めた。そのうち約半分(83/182)は、最初の2日間に搬送された。救急搬送の総時間の中央値は、災害から第2週で48分とピークに達した。

災害前後の救急搬送時間を週ごとに比較したところ、対照期間の同期間と比較して統計的に有意な延長は、第11週まで続いた。救急搬送時間の中央値は、対照期間では31(IQR: 24–40)分だったが、第0–11週では36(IQR: 27–52)分へと延長しており、救急搬送時間が60分を超える搬送の割合は、対照期間の8.2%(584/7087)から第0–11週の22.2%(151/679)へと増加した。

③災害後の死亡者のうち、直接死と診断された1090人の死亡を解析から除外し、災害前の死亡者6163人(うち女性は2938人: 48%)、災害後の死亡者6125人(うち女性: 2953人: 48%)が解析対象となった。

災害前の同期間と比較した月ごとの相対死亡リスクの変化を調べたところ、年齢調整後の災害後死亡リスクは、男女ともに災害から1ヶ月の間で有意に上昇しており(男性でRR: 2.64, 95% CI: 2.16–3.24)、女性でRR: 2.46, 95% CI: 1.99–3.03)、それ以降の死亡リスクの上昇は認めなかった。

災害後1ヶ月において、多い死亡原因は順に、肺炎(ICD10: J12–18, 全死亡のうち28%; n=47)、脳卒中(ICD 10: I60–I69, 15%; n=25)、冠動脈心疾患(ICD 10: I21–I25, 10%; n=16)、がん(ICD 10: C00–97, 9%; n=15)であった。それぞれの死亡原因による死亡リスクについて災害前後での推移を評価したところ、すべての死亡原因において、災害前と比較して災害後の一ヶ月間でリスクが有意に上昇していた。

各年齢群での災害前と比べた災害後の相対死亡リスクを評価したところ、男性・女性どちらでも、どの年齢群でも災害から1ヶ月の死亡リスクが、災害前同期間と比較して上昇していた。特に85歳以上の女性では、死亡リスクの上昇は、災害から3ヶ月間(2011年5月)にわたって続いていた。

## 考察

福島第一原発事故後では、災害による直接的な外傷を除く死亡率の上昇は災害から1ヶ月間にとどまり、長期的な死亡リスクの上昇は認めなかった。従って、災害後の死亡リスクを軽減させるためには、災害対策として優先度が高いのは、災害急性期の健康対策であると考えられる。間接的な死亡リスクが上昇した原因は、大量の避難によって被災地のコミュニティの維持が困難になったこと、避難が引き起こす健康被害によるものが原因と考えられる。

まず、本研究では、住民の87%が自主避難を行っていた可能性が明らかとなった。先行研究でも、避難にともなって健康被害が起きることが報告されており、その原因は、避難中・避難先の居住環境が避難前よりも悪化すること、医療へのアクセスがなくなること、災害前のコミュニティが崩壊することによる社会的孤立などが原因とされている。福島第一原発事故のように大量の自主避難が発生すると、避難した住民への十分なサポートが困難で、健康被害が生じる可能性がある。

次に、自主避難が起きた後の地域では、医療体制への影響などによって健康被害が生じる可能性がある。例えば、住民減少によるスタッフ不足で医療機関が入院機能を維持できなくなったことが原因で、相馬地方において災害から11週間にわたって救急搬送時間が延長していたことが明らかとなり、南相馬市で生じた自主避難が、二次医療圏全体の救急搬送体制に影響を与えていた可能性が示唆された。さらに、救急搬送体制だけでなく、南相馬市の自主避難後にとどまっていた住民が社会的孤立に陥り精神疾患が悪化したという報告もあり、大量の自主避難が発生した後の地域に対して、適切な支援を行うことが求められる。

最後に、本研究は今後の原子力災害対策にも影響を与える可能性がある。これまでの原子力災害対策では、住民の放射線被曝を避けるため、積極的な避難指示が推奨されていた。しかし、本研究では、原子力災害地域周辺で大量の住民が自主避難しており、この自主避難により健康被害が拡大した可能性が示唆された。原子力災害後に避難指示を発令する際には、周囲の状況、住民への影響を勘案し、避難に伴う健康リスクと予想される放射線被曝のバランスを考慮することが重要である。