

4月7日に発生した東北地方太平洋沖地震の余震を対象とした岩手県奥州市における高密度アンケート震度調査*

岩手大学工学部 ○山本 英和, 齊藤 剛
 岩手大学大学院 齊藤 良平, 宇部 陽子

1. はじめに

岩手県奥州市では、平成23年4月7日に発生した平成23年東北地方太平洋沖地震の余震で多数の住宅被害が発生した。平成23年9月16日時点の奥州市の被害状況の報告によれば、住宅の全壊被害は奥州市全体で被災した42棟のうち、33棟が前沢区に集中した。大規模半壊は22棟のうち11棟、半壊は239棟のうち131棟が集中している(図1)。3月の本震では全壊した住宅は皆無であった。これらの被害の多くは前沢区中心部に集中して発生している。

気象庁発表の計測震度は奥州市前沢区および衣川区で本震で震度6弱(それぞれ5.5)、それ以外では水沢区で震度5弱(気象庁5.1, K-NET 5.3)であった。4月の余震で前沢区、衣川区、江刺区で震度6弱(5.8, 5.7, 5.6)と観測され大差ない。本研究では奥州市全域および前沢区中心部で区域ごとの地震時の揺れの差異を空間的に把握すること、および3月の本震時と4月の余震時で区域ごとの震度の面分布の差異を把握することを目的に、奥州市役所市民環境部および教育委員会の協力を得て、住民を対象とした地震の揺れに関する高密度アンケート調査を実施した。本報告では、4月7日に発生したM7.1の余震時における奥州市の震度分布について報告する。

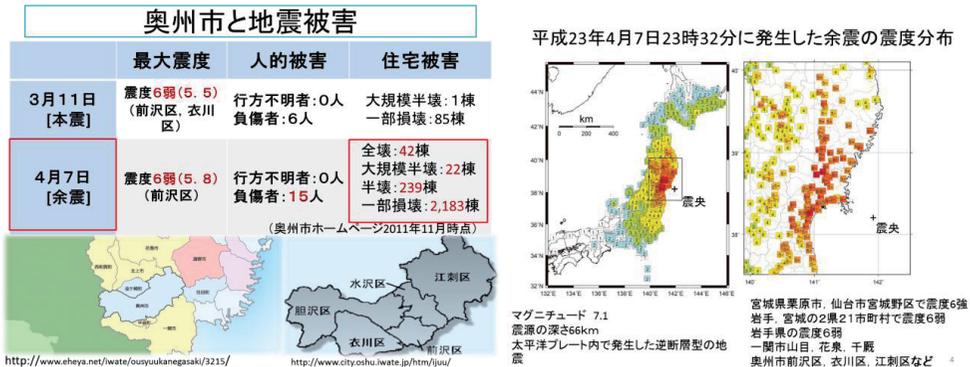


図1 本震と4月7日の余震時の奥州市における地震被害(左図)と気象庁による平成23年4月7日に発生したM7.1最大震度6強の余震の震度分布(右図)

* A high Density Questionnaire Seismic Intensity Survey in Oshu City of Iwate Prefecture, for the aftershock of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake by Hidekazu Yamamoto, Tsuyoshi Saito, Ryohei Saito and Yoko Ube

2. アンケート震度調査

震度アンケートは太田方式を採用した（太田他、1979、1998）。3月の本震と4月の余震のアンケートを2枚一組として同時に調査を実施した。奥州市教育委員会の協力を得て奥州市の小学校の児童6、727名の家庭を対象とした。また被害の集中した前沢区では、生徒数347名の前沢中学校全世界帯も対象とした。また前沢区中心部では、行政区の区長から調査を依頼し、200世帯を調査の対象に追加した。配布総数は7284枚である。図2に奥州市全域におけるアンケートの配布状況、回収数、有効回答数、小学校の位置を示す。学校単位の調査では、奥州市教育委員会から8月中旬に学校へ調査票を配布し、児童および生徒の家庭に調査を依頼、調査票を配布し、回答後回収した。行政区単位の調査では奥州市前沢総合支所を通じて回収した。地震時の揺れを感じた場所は、調査票に回答された住所からGoogle Mapを利用して緯度経度を算出し、回答とともにデータベースに入力した。地震時の住所が番地単位まで詳細に記載されていない調査票は今回の調査では無効とした。図3に、山本ほか（2012）によって得られた前沢区中心部における3月の本震と4月の余震のアンケートの回答の例を示す。質問番号16は揺れに関する項目である。4月の余震時の回答が3月本震時に比べ大きな揺れを感じた回答者が多いことがわかる。

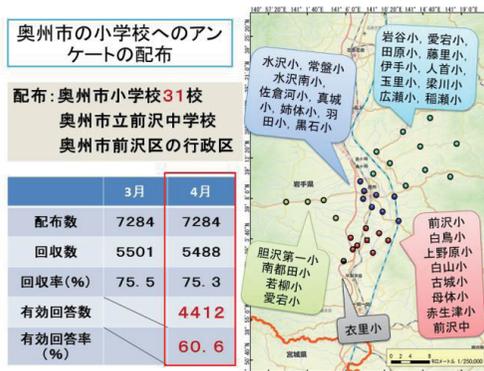


図2 震度アンケート配布状況、小学校の位置、回収数、有効回答数

(16)家(建物)全体としてのゆれはいかがでしたか。

1. 認められなかった 2. わずかにゆれた 3. かなりゆれた 4. 激しくゆれた
 5. 非常に激しくギンギンゆれた 6. 倒れんばかりにゆれた

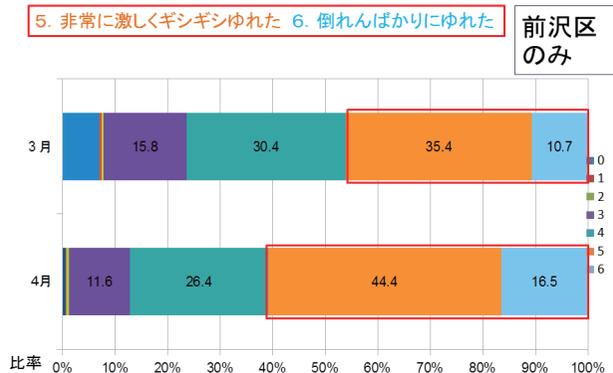


図3 奥州市前沢区における質問番号16の3月本震と4月余震の回答状況の比較（山本ほか、2012）

3. 解析結果及び議論

3月の本震における回収数は5501枚、配布数に対する回収率は75.8%、4月の余震における回収数は5488枚、回収率は75.3%であった。両地震とも非常に高い回収率であることがわかる。4月の余震の4412枚、配布数に対する有効回答率は60.4%であった。平成20年岩手・宮城内陸地震でも同様の調査を当該地域でも実施していたが、その際の調査よりもはるかに高い回収率および有効回答率を示していることから今回の調査に対する関心の高さがうかがえる。

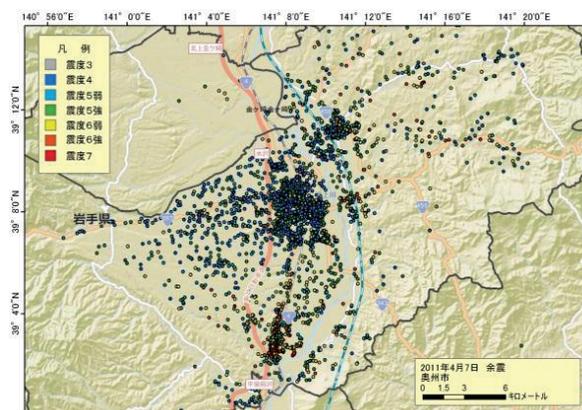


図4 アンケート1枚から算定した震度の空間分布

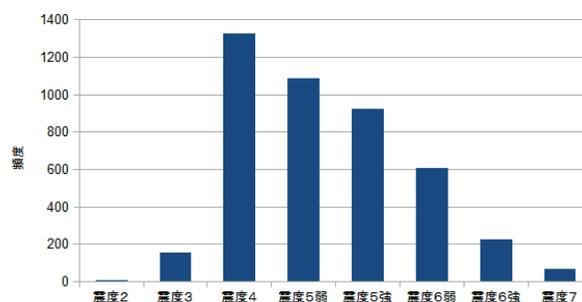


図5 アンケート1枚から算定した震度の頻度

図4にアンケート1枚から算定した震度を示す。回答者が揺れを感じた住所から経度緯度を求め、アンケートから計算した震度を色でプロットしている。小学校単位で調査を実施したため、中心市街地に若干結果が集中してはいるが、大局的にみれば市域にまんべんなく回答者が分布していることがわかる。図5に1枚のアンケートから算定された震度の頻度分布を示す。震度2から震度7まで幅広く分布していることがわかる。単純に、調査区域内で震度が大きく異なって分布していることも考えられるが、それ以外にもアンケート1枚から算定される震度は回答者の個人差の影響が大きく震度が大きくばらついていることも予想できる。

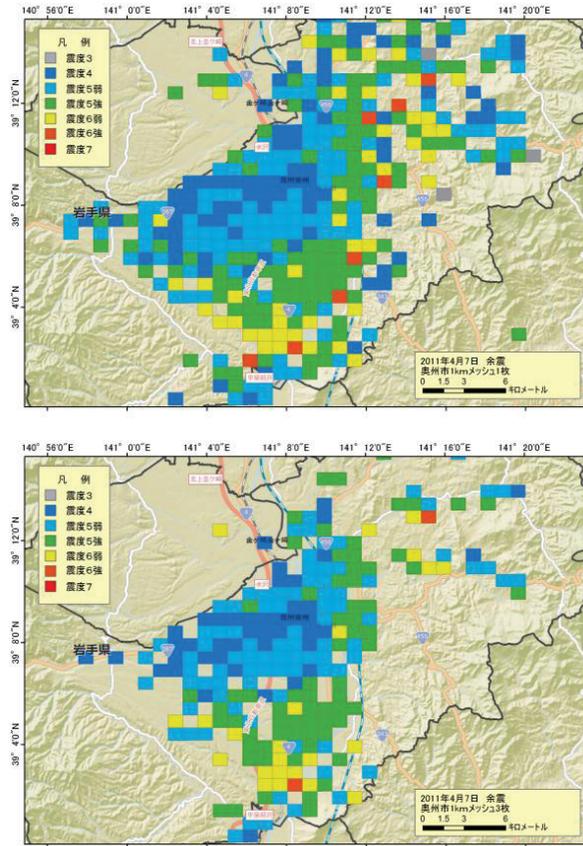


図6 1kmメッシュ平均震度の空間分布，1枚以上有効（上図），3枚以上有効（下図）

頻度分布図（1枚と3枚（1km））

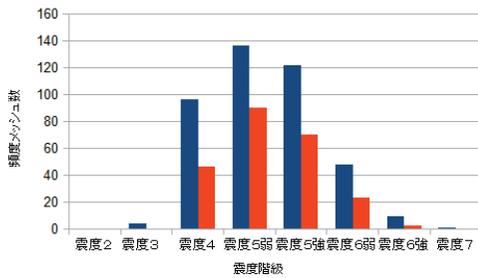


図7

図7 1kmメッシュ平均震度の頻度

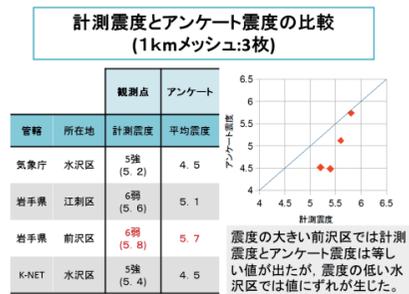


図8

図8 計測震度とアンケート震度との比較，1kmメッシュ平均震度3枚以上有効の場合。

個人差の影響を軽減するために、東西南北1kmのメッシュを作成し、1枚の回答から算定された震度をメッシュ内で平均化して震度分布図を作成する。さらにアンケートの個人差を軽減するためにメッシュ内で3枚

以上回答があるメッシュのみを採用して震度分布図を作成した。その結果、1kmメッシュで3枚以上回答が存在するメッシュは1079となった。図6に1kmメッシュ平均震度の空間分布を、1枚以上有効にしてメッシュで平均した場合と3枚以上有効にした場合の両方を示す。すべて有効にした場合市域周辺部にメッシュが存在するがその震度のばらつきの程度が大きいことがわかる。3枚以上有効にした場合では算定されるメッシュが減少してしまうが、隣あったメッシュで震度の差異が大きい区域が減少することがわかる。図7に1kmメッシュ平均震度の頻度分布を示す。3枚以上有効にすると、震度7のメッシュが存在しなくなり、小さい震度を示すメッシュが大きく減少することがわかる。本研究ではメッシュサイズにかかわらず3枚以上を閾値とすることとした。

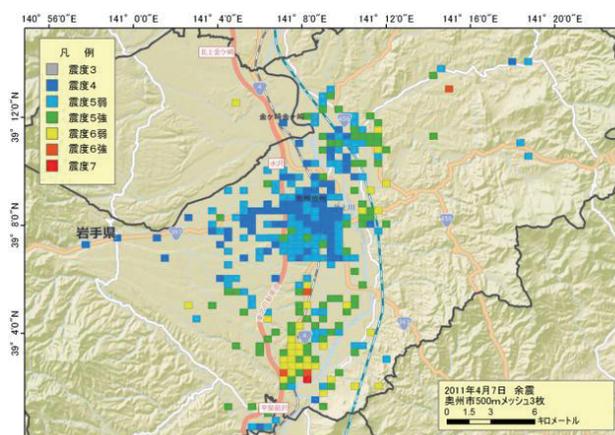


図9 500mメッシュ平均震度の空間分布

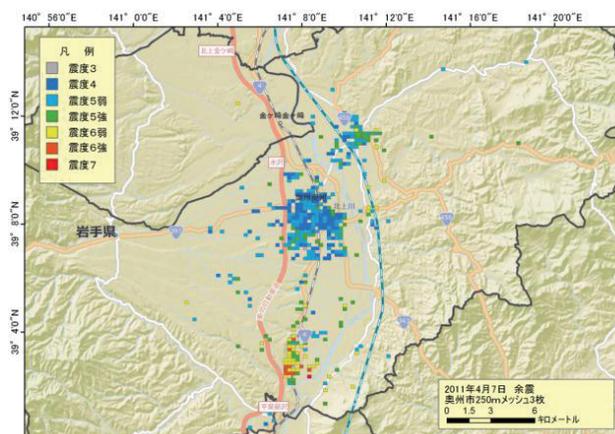


図10 250mメッシュ平均震度の空間分布

図6から、震度の最大は前沢区字島で6.33、最小は江刺区米里で4.02、メッシュの平均は4.91（震度5弱）となった。また、市域中心部から西部の水沢区から胆沢区では震度5弱が多数分布することがわかる。ただし、東部の水沢区羽田、江刺区などでも震度5強から震度6弱が分布している。これらは4月の余震で住宅被害や

橋梁の被害が認められた地域に該当することがわかった。また、アンケートから得られた震度と計測震度を比較したところ、奥州市前沢区では計測震度で6弱(5.8)、1kmメッシュ平均震度で5.7とほぼ一致した(図8)。

図9に東西南北500mメッシュで平均した震度分布を、図10に250mメッシュで平均した震度分布を示す。いずれも1メッシュあたり3枚以上の回答が存在したメッシュを有効とした。メッシュサイズが小さくなると分布図として得られる範囲は小さくなるが、区域ごとに震度の差異がある場合、その差異が明らかとなる。大局的な分布では1kmメッシュの場合も500m、250mメッシュの場合も大差ないが、メッシュサイズが小さくなると局所的には震度7を示すメッシュが南部の前沢区で一部認められるようになることがわかる。

図11に震度分布と住宅被害危険箇所、通行止めの橋梁との関係を示す。図11のみは、被害地域で回答者数が極端に少ない地区もあったため、比較を目的として1枚以上有効の震度分布を使用した。市域の南部から東部、北東部にかけて震度の大きいメッシュが分布し、その地域で被害が発生していることが確認できる。

4. まとめ

東北地方太平洋沖地震の4月7日に発生したM7.1の余震時における岩手県奥州市の詳細震度分布を求めた。その結果、市域南部の前沢区では震度が大きいことが判明し、一部震度7を示すメッシュも認められた。奥州市全域では、市域中心部から西部の水沢区から胆沢区では震度5弱が、東部の水沢区羽田、江刺区などでも震度5強から震度6弱が分布していることが認められた。

謝辞

奥州市教育委員会には学校単位のアンケート調査の、奥州市前沢総合支所には行政区のアンケート調査の便宜を図っていただきました。奥州市の小学校のご父兄の皆様および前沢行政区の区長他住民の皆様にはアンケート震度調査に協力していただきました。記してここに謝意を表します。

東日本大震災において被災に遭われた方々につきましては、心よりお見舞い申し上げます。

参考文献

- 太田裕、後藤典俊、大橋ひとみ(1979)：アンケートによる地震時の震度の推定，北海道大学工学研究報告，92，pp. 117-128。
- 太田裕、小山真紀、中川康一(1998)：アンケート震度算法の改訂-高震度領域-，自然災害科学，16，pp. 307-324。
- 山本英和、齊藤剛、石沢隆輝、齊藤良平、宇部陽子(2012)：東北地方太平洋沖地震とその余震を対象とした岩手県奥州市前沢区中心部における超高密度アンケート震度調査，東北地域災害科学研究，第48巻，pp. 5-10。

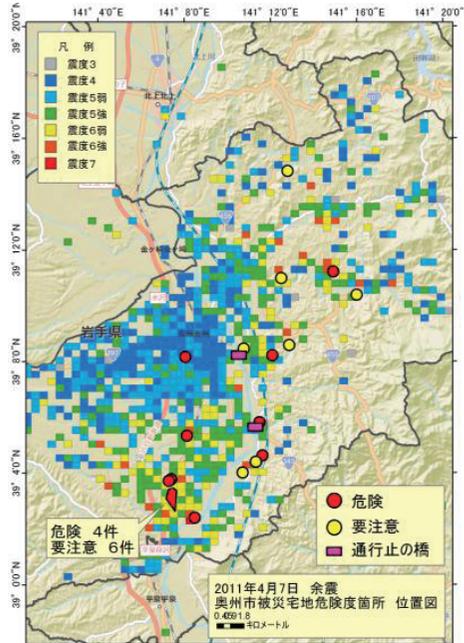


図11 500mメッシュ平均震度と住宅被害危険箇所、通行止の橋梁との関係