

東北地方太平洋沖地震とその余震を対象とした 岩手県一関市における超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, 大河原正文
岩手大学大学院 ○宇部 陽子, 齊藤 良平
一関市役所 一戸欣也, 菊池薫

1. はじめに

2011年3月11日14時46分ころ、東北地方太平洋沖地震が発生した。気象庁によると地震の規模はマグニチュード9.0、震源の深さ24km、震源の位置は北緯38°06′2″、東経142°51′6″であった。岩手県一関市では震度6弱を観測した。さらに4月7日にはその余震(M7.1)が発生し、一関市で震度6弱を観測した。一関市の発表によれば、住宅被害は全壊54棟、半壊587棟、一部損壊2966棟にのぼる。落石等の道路被害も1477か所であった。地震被害の原因を把握するために、一関市役所の協力を得て3月の本震と4月の余震の際のアンケート震度調査を実施した。本研究では、旧一関市と旧花泉町を対象に超高密度アンケート震度調査を行い、3月の本震と4月の余震とで一関市市内の揺れの大きさがどのように変わっているかを把握し、詳細な震度分布を作成することを目的とする。また、2008年に発生した岩手・宮城内陸地震の際にも同様の調査(工藤他、2009、畠山他、2009)を行っており、比較・考察を行うことで市内における揺れやすい地域を把握することが最終目的である。

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)。今回の地震で震度表示は観測点のみであり、気象庁の推定震度分布は観測点から推定しているものであることから、東西方向の精度が悪い。このため、震度調査により震度特性を把握し、被災状況との比較を行う。調査対象地区は、一関、山目、中里、真滝、弥栄、萩荘、花泉町桶津、花泉町永井、花泉町油島である。対象地区の世帯数は約24,600世帯である。

震度調査の実施方法は次のとおりである。一関市から各行政区の区長(いわゆる町内会長)に配布を依頼した。対象地区の5割程度の世帯で範囲の全体に満遍なく調査票が散らばるように区長に配布していただいた。回答者から一関市役所建設部あてに調査票を郵送していただいた。配布時期は7月下旬、8月末を回答の郵送締め切りとした。市役所建設部に集まった調査票を岩手大学へ送付してもらい、岩手大学で調査票の集計および分析を行った。大学へ届いた調査票は今回開発したWeb形式の震度アンケート集計システムを利用してデータベースを作成した。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緯度経度を算出し、回答とともにデータベースに入力する。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。

3. 調査結果

3月の本震における回収数は5309枚で、そのうち有効算定数は3956枚、4月の余震における回収数は5439

* A Ultra high Density Questionnaire Seismic Intensity Survey in Ichinoseki City, Iwate Prefecture of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake and the aftershock by Hidekazu YAMAMOTO, Tsuyoshi SAITO, Masafumi OKAWARA, Yoko UBE and Ryohei SAITO, Kinya ICHINOHE and Kaoru KIKUCHI

枚でそのうち有効算定数は 4465 枚であった。調査票から震度を算定した結果、3 月の本震では、最大 7.52、最小 2.56、平均 5.73、標準偏差 0.63、4 月の余震では、最大 7.31、最小 2.25、平均 5.54、標準偏差 0.75 であった。両地震とも平均値は震度 6 弱に相当し、気象庁発表の計測震度と同程度である。3 月の本震と 4 月の余震におけるアンケート震度の頻度分布を図 1 に示す。震度 2 から 7 まで広く分布しており、狭い範囲で感じた揺れの大きさが異なることが分かる。両地震とも最も多かったのは震度 6 弱で、3 月で 1458 枚、4 月で 1375 枚であった。これは計測震度とほぼ一致する。

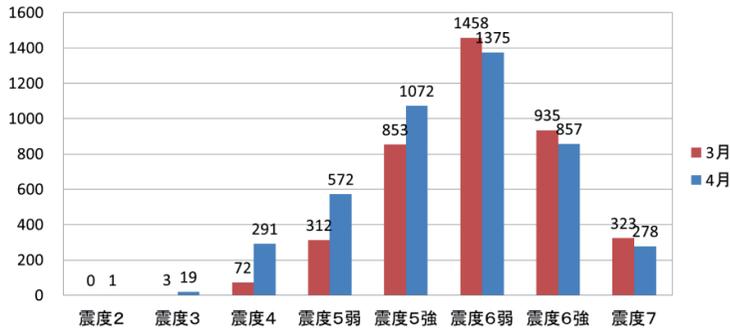


図1 3月と4月のアンケート震度の頻度分布

4. メッシュ平均震度と震度分布図

アンケート 1 枚から算定された震度は個人の影響を強く受ける。そのため、今回は東西南北 1km、500m、250m、125m のメッシュを作成し、メッシュ内の震度を平均し、メッシュの代表値とした。さらにメッシュ内にアンケートが 1-2 枚と少ないと、他のメッシュに比べて信憑性が劣るため、メッシュ内に 3 枚以上回答があるもののみ有効とした。メッシュの頻度分布を図 2、図 3 に示す。その結果、2 つの地震において、1km メッシュでは震度 4 のメッシュが存在し、震度 7 のメッシュは存在しない。しかし解像度を上げて 125m メッシュでは震度 4 はなくなり、震度 7 のメッシュが現れてくる。より狭い範囲で震度の大きな地区があったことがわかる。3 月と 4 月の地震を比べると、4 月で 5 強の頻度が大きくなる。

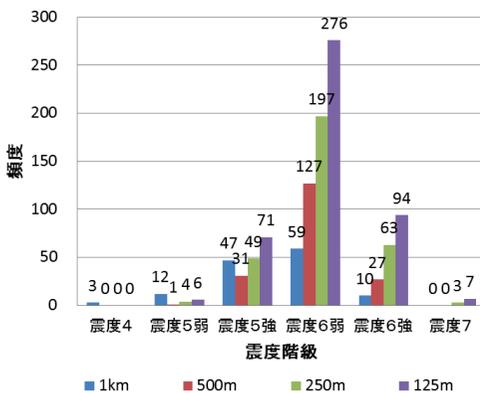


図2 3月の本震のメッシュの平均震度の頻度分布

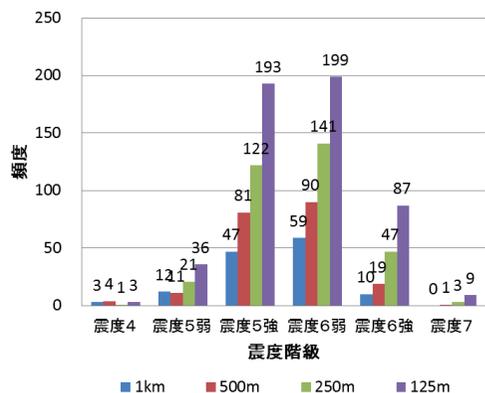


図3 4月の余震のメッシュの平均震度の頻度分布

250m メッシュで平均化された震度分布について、3月の本震を図4に、4月の余震を図5に、2008年の内陸地震を図6に示す。緑色の点線で囲まれた赤荻地区で震度が大きく、被害も多い。さらに山目2、3丁目周辺では震度の大きいメッシュが南北方向にのびている。4月の余震、2008年の内陸地震においてはその差がより大きい。3月と4月、2008年の内陸地震の際のメッシュ震度分布で同じ傾向がみられることから、これらの地域は揺れやすい地域であると考えられる。

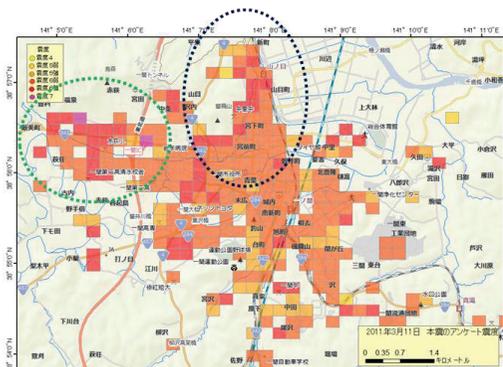


図4 3月の本震の250m 震度分布

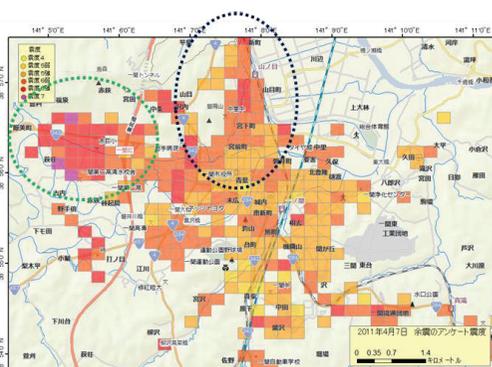


図5 4月の余震の250m 震度分布

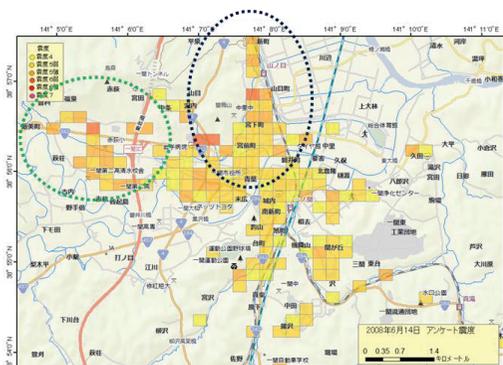


図6 2008年内陸地震の250m 震度分布

5. 微地形区分、地盤増幅率、表層地質との比較

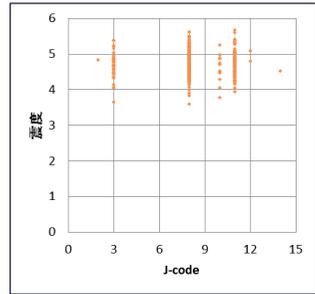
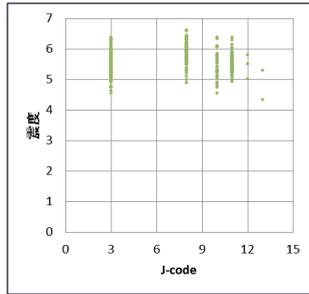
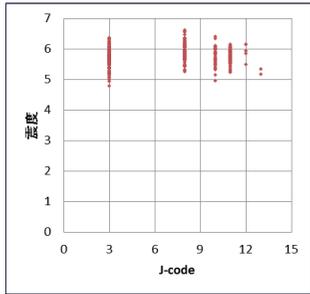
地震調査研究推進本部の地震ハザードステーションの微地形区分によると、調査対象地域は主に丘陵・砂礫質台地・谷底低地・扇状地・自然堤防・後背湿地から成っている。これらの微地形区分とアンケート震度との相関を調べてみると、ほとんど相関がないことがわかった。図7に微地形区分(J-code)ごとの250mメッシュアンケート震度を示す。

一関市中心部の地盤増幅率ARVを図8に示す。JR一ノ関駅周辺のARVは1.2程度で、周囲に比べてやや高い値を示している。一方アンケート震度調査によると揺れやすい地域と考えられる赤荻地区、山目地区はARVが0.9-1.0のメッシュがほとんどで、低い値である。震度の大きい場所で増幅率が小さくなっていることから、地震ハザードステーションの地盤増幅率(ARV)では震度分布を説明できない。図9にARVと3月の本震の250m震度分布、図10にARVと4月の余震の250m震度分布、図11にARVと2008年内陸地震の250m震度分布を示す。また図12に地盤増幅率ARVとの相関を示す。

3.11 本震

4.7 余震

2008 内陸



1	山地	7	岩石台地	13	後背湿地	19	干拓地
2	山麓地	8	砂礫質台地	14	旧河道	20	埋立地
3	丘陵	9	ローム台地	15	三角州・海岸低地	21	礫・岩礫
4	火山地	10	谷底低地	16	砂州・砂礫州	22	河原
5	火山山麓地	11	扇状地	17	砂丘	23	河道
6	火山性丘陵	12	自然堤防	18	砂州・砂丘間低地	24	湖沼

図7 微地形区分 (J-code) との相関

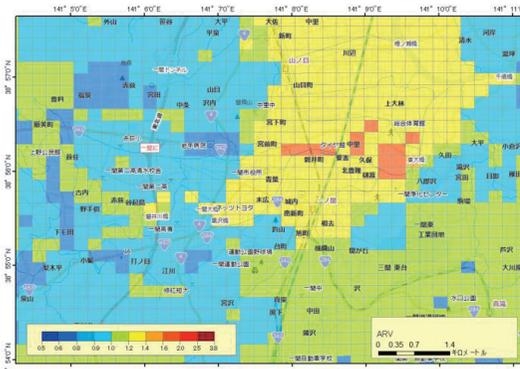


図8 ARV

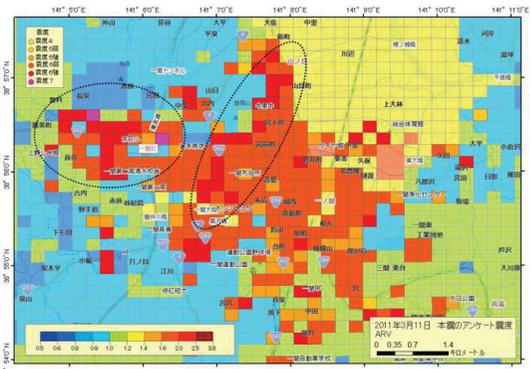


図9 ARV と3月の本震の250m 震度分布

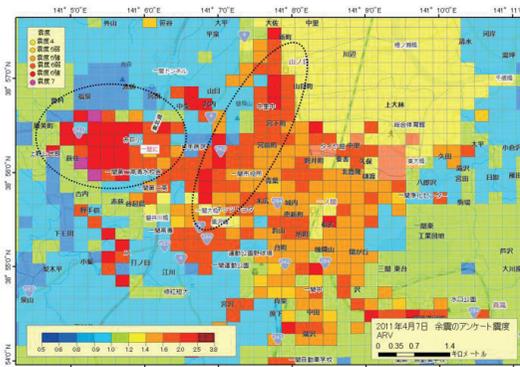


図10 ARV と4月の余震の250m 震度分布

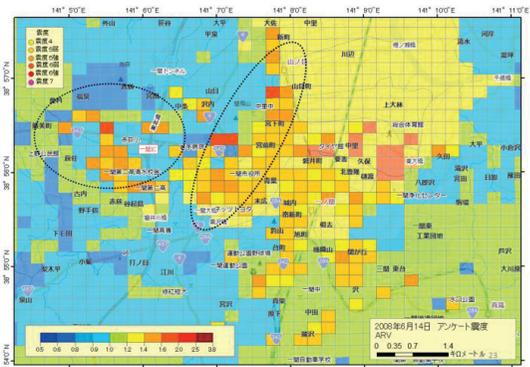
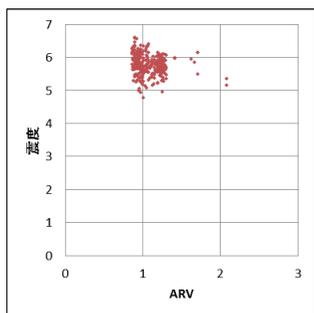
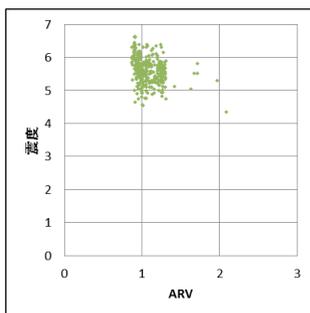


図11 ARV と2008年内陸地震の250m 震度分布

3.11 本震



4.7 余震



2008 内陸

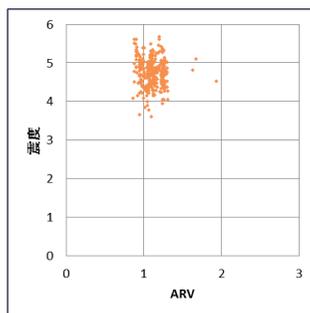


図12 地盤増幅率ARVとの相関

次に、1/50000 表層地質とアンケート震度との比較を行う。図13に表層地質図を、図14に表層地質と3月の本震の震度分布、図15に表層地質と4月の余震の250m震度分布、図16に表層地質と2008年内陸地震の250m震度分布を示す。揺れやすい地域と考えられる赤荻、山目地区は砂礫や砂岩からなっており、同じ地質から成っている地区は他にもあることから、揺れやすい原因は表層地質だけにあるわけではないと推察される。

砂礫泥 砂礫 安山岩 砂岩 砂岩

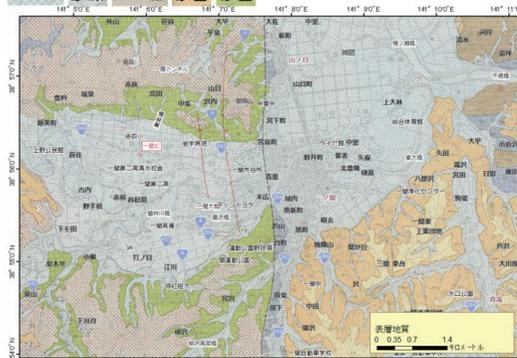


図13 表層地質

砂礫泥 砂礫 安山岩 砂岩 砂岩

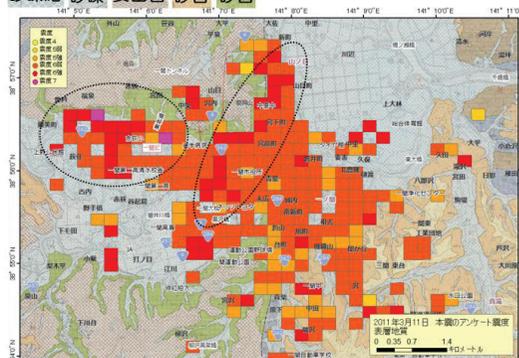


図14 表層地質と3月の本震の震度分布

砂礫泥 砂礫 安山岩 砂岩 砂岩

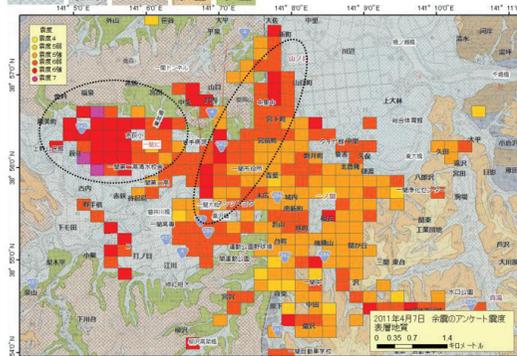


図15 表層地質と4月の余震の250m震度分布

砂礫泥 砂礫 安山岩 砂岩 砂岩

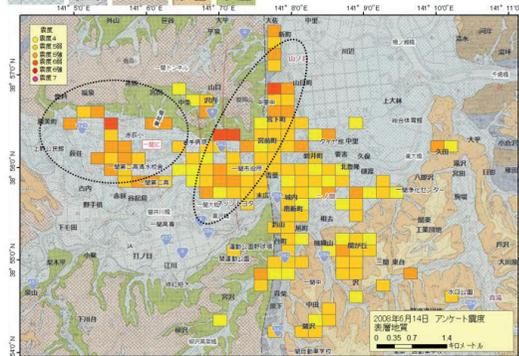


図16 表層地質と2008年内陸地震の250m震度分布

6. 本震、余震、内陸地震のアンケート震度の相関

3月の本震、4月の余震、2008年の内陸地震のアンケート震度についての相関を調べた。3つの地震の比較を図12に示す。内陸地震と3月の本震、内陸地震と4月の余震は相関が小さいことがわかった。本震と余震は相関がある。これは、本震と余震では調査票を同時に配布しており、対象者が同じためと考えられる。また内陸地震に比べ、3月の本震、4月の余震の有効回答数が多いため、より正確な結果が得られたものと考えられる。内陸地震における有効回答数は1158枚、本震では3956枚、余震では4465枚であった。

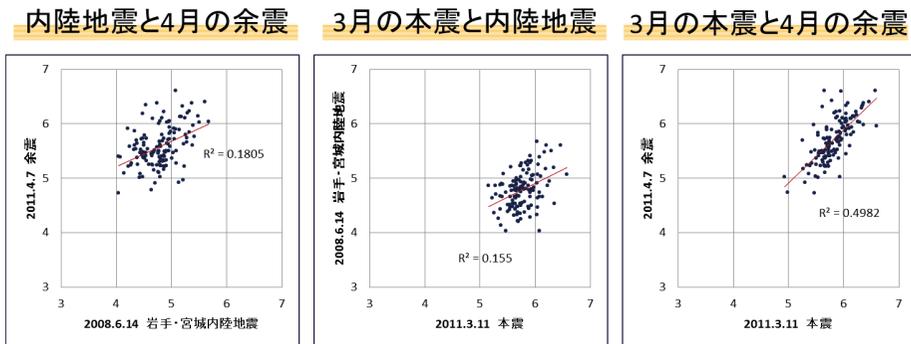


図12 本震、余震、内陸地震の比較

7. 結言

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震と4月7日に発生した余震について、岩手県一関市で超高密度のアンケート震度調査を行った。3月の本震における最大震度は7.52、最小震度は2.56で、平均震度は5.73だった。4月の余震における最大震度は7.31、最小震度は2.25で、平均震度は5.54だった。最も多かったのは震度6弱で、計測震度と一致する。震度2から7まで分布し、狭い範囲で感じられた揺れの大きさが異なることが分かった。メッシュの解像度を上げていくと、震度の大きな区域が現れることが分かった。より狭い範囲で震度の差があることが分かった。3月の本震、4月の余震、2008年の内陸地震の結果から、赤荻地区と山目地区は揺れやすいことが分かった。また震度の空間分布はJ-SHISの地盤増幅率や表層地質図の分布と相関が小さい。3つの地震の比較では、本震と余震は相関が認められた。

謝辞

調査票の配布では一関市の行政区の区長様の協力を得ました。記してここに謝意を表します。また、アンケート調査に協力していただいた住民の皆様へ感謝します。

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。
- 地震調査研究推進本部 J-SHIS 地震ハザードステーション：<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>
- 工藤聖也、山本英和、佐野剛、畠山孝幸、山田貴之（2009）：東北地域災害科学研究 アンケート方式による岩手県南部における平成20年岩手・宮城内陸地震の震度調査—調査概要および結果— 第45巻 pp. 69-74
- 畠山孝幸、山本英和、佐野剛、工藤聖也、山田貴之（2009）：東北地域災害科学研究 岩手県一関市、奥州市、北上市における平成20年岩手・宮城内陸地震の詳細震度分布 第45巻 pp. 75-80