

アンケート調査に基づく

2011年東北地方太平洋沖地震における本震と余震の揺れの実態調査*

東北大学大学院災害制御工学研究室	○坂本拓也
東北大学大学院災害制御工学研究室	磯部亮太
東北大学大学院災害制御工学研究室	源栄正人
東北大学大学院災害制御工学研究室	柴山明寛

1. はじめに

2011年3月11日に14時46分に三陸沖を震源としてマグニチュード(Mw)9.0とする地震が発生し、東北地方から関東地方にかけて広い地域で震度6以上の強い揺れが計測され、宮城県栗原市築館では最大震度7が計測された。又、2011年4月7日23時32分には、宮城県沖の太平洋プレート内を震源とするM7.1の余震が発生した。本震以降、回復に向かっていたライフラインや鉄道等が再びストップする事態を招き、記憶に残る余震の一つであった。

地形・地質等の地盤条件の違いにより、同じ市町村内などの狭い範囲においても震度差が生ずる。このような震度の違いを面的に評価することは重要であり、これまでにもアンケート方式による震度調査が行われてきた。アンケート調査によって、体感による震度分布の把握や観測点以外の場所での揺れの実態を補完することが可能になる。

そこで、本報告では、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震で震度7を計測したものの被害が少なかった築館地区を含む栗原市、並びに内陸部で大きな被害を受けた大崎市を対象に、2008年岩手・宮城内陸地震の場合¹⁾と同様にアンケート震度調査に基づいた揺れの実態を示す。

2. アンケート調査の概要

2.1. アンケート震度の算定法

本調査は太田ら(1979)の提案した方法²⁾にならない調査票を作成し、アンケート震度の算定を行った。また、得られた震度が4.5以上のときには高震度領域として設問ごとに重み付けを行った震度係数³⁾を用いて算出し直す。以上により最終的に求められる、気象庁計測震度と等価な震度をアンケート震度と呼ぶこととする。

今回用いた調査票は、震度算出に用いる従来の震度算出に用いる従来の質問事項に加え、揺れ方や被害に関する実態の把握のための問いや、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震と4月7日の余震の比較を検討するための問いを追加している。

2.2. アンケート調査の規模

アンケートは大崎市および栗原市教育委員会の協力を得て大崎市立各小学校、栗原市立各小学校を通じ各小学校に配布し、逆の手順で回収することとした。配布総数は大崎市31校に4689部、栗原市29校に3867部の8556部である。表1に配布一覧を記載する。

3. アンケート調査の結果と考察

3.1. アンケート調査の結果

大崎市の小学校31校とK-net築館地点のある築館小学校区を含む栗原市の21校について、アンケートから算出されたアンケート震度を求めた。又、観測点が学校区内に存在する場合には、計測震度とアンケート震度の比較を行った。この場合、比較のためのアンケート震度は、観測点周辺から半径何mと定めたものではなく、学校区全体のものを用いた。アンケート震度及び計測震度⁴⁾⁵⁾を表1に示す。

* Survey of the main shock and aftershocks in The 2011 off the Pacific coast Tohoku Earthquake based on questionnaire survey

by Takuya Sakamoto, Ryota Isobe, Masato Motosaka and Akihiro Shibayama

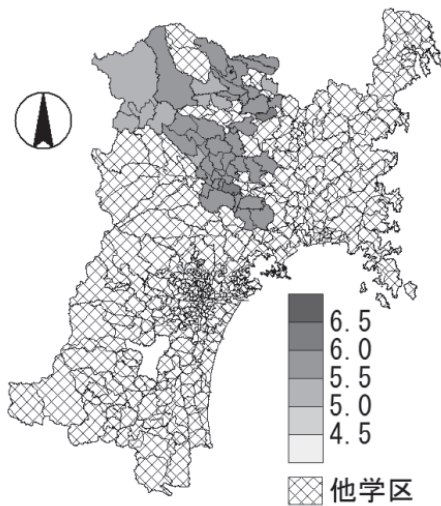


図1 本震のアンケート震度分布

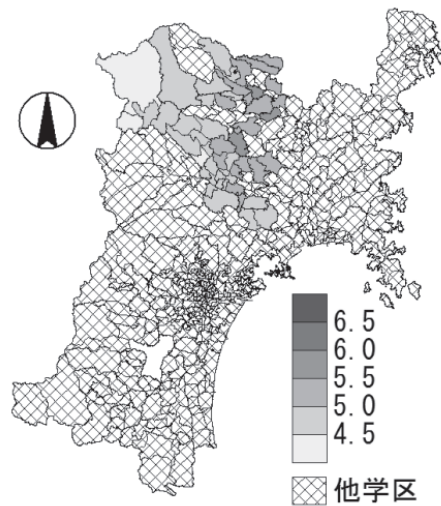


図2 余震のアンケート震度分布

図1が3月11日の本震(以降、本震とする)、図2が4月7日の余震(以降、余震とする)についての、それぞれにおけるアンケート震度分布図である。震度分布図の境界線は学校区を示す。値はその小学校区で回収されたアンケートから得られたアンケート震度の平均値を用いている。

3.2. アンケート震度と計測震度の比較

図3、図4が、小学校区内で計測震度がでている地区における、アンケート震度と計測震度を本震・余震についてそれぞれグラフ化したものである。比較すると、本震・余震共に、最小の差が0.2、最大の差が1.0生じている。

アンケート震度と計測震度の関係を既往の研究に倣い比較した。図5が本震の、図6が余震の比較を図示したものである。今回の結果は、観測点を含む小学校区の計測震度と、その小学校区のアンケート震度との比較であるが、アンケート震度の方が低く出るといった結果となった。本震では約0.36、余震では約0.78低くでている。他の地震における調査でも同様の傾向を示すことができ、例えば2003年5月26日宮城県沖の地震における調査⁶⁾では両者の差が0.47、平成20年岩手・宮城内陸地震における揺れの調査¹⁾では両者の差が0.77であったという結果が報告されている。全体的にアンケート震度が低めにでる傾向が強いが、高震度になるほどその差は開いている。大きく差が出

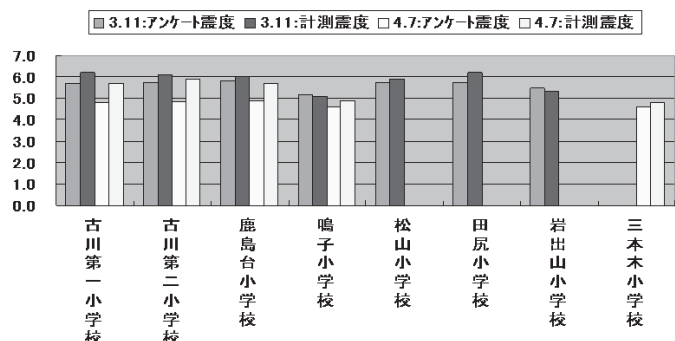


図3 大崎市におけるアンケート震度と計測震度の比較

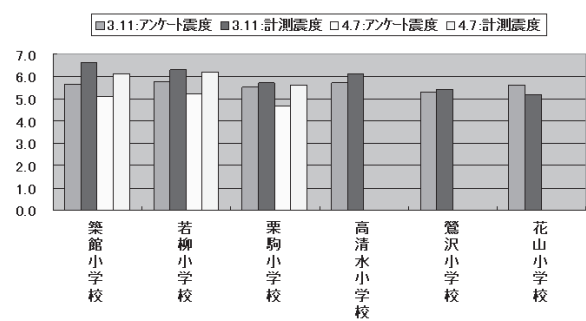


図4 栗原市におけるアンケート震度と計測震度の比較

た余震は、短周期成分が大きかったのもその一因だと思われる。

3.3. 被害との対応

被害の状況について調査票に追加した質問項目の回答(自由記述)に書かれた内容から、被害の内容を気象庁の震度階級関連解説表と照合してみると、室内・屋外の被害共に大まかな一致が見られる。しかし、全壊・半壊被害の建物や、液状化や地割れの報告数を見ると、震度階級以上の被害の報告も見られ、本震のように揺れている時間の長さが実際の揺れの大きさに加えて被害を大きくしているともみてとれた。

状況報告として興味深いものに、「田が東から波がくるように動いてきた(田尻地区)」、「田んぼの畦が平らになった(三本木地区)」、「駐車していた車のマフラーが外れてしまった(築館地区)」や「ピアノが南北に移動した(築館地域多数)」、被害として「地割れがみられた」、「マンホールが浮き上がっている」、「大型家具の移動・転倒」(多数記述)があった。本震は大きな横揺れ、余震は縦揺れの記述も多数見られ、大型家具の移動と併せて、揺れの方向性を把握する手がかりにもなる。

3.4. メッシュマップ

今回のアンケート調査の結果を、行政管理庁(現総務省)によって出された「統計に用いる標準地域メッシュおよび標準地域メッシュコード」(昭和48年行政管理庁告示第143号)、日本工業規格(JIS X 地域メッシュコード)を基に、メッシュマップにした。今回用いるメッシュは標準地域メッシュで定められる中の第3次メッシュである。第3次メッシュは、第1次メッシュ(20万分の1地勢図の1図葉の区画を1単位区画としたもので、1辺約80km)を、緯線方向及び経線方向に8等分してできる区域の第2次メッシュ(2万5千分の1地形図の1図葉の区画に対応し、1辺約10km)をさらに、緯線方向及び経線方向に10等分してできる区域である。緯度差は約30秒、経度差は45秒で、1辺の長さは約1kmとなっていて、8桁のメッシュコードで表される。

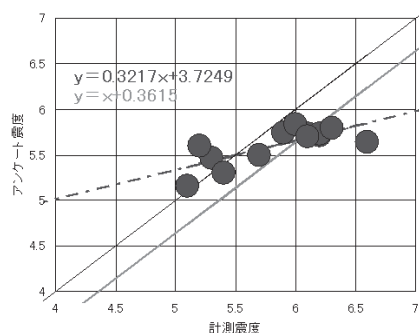


図5 本震のアンケート震度と計測震度の比較

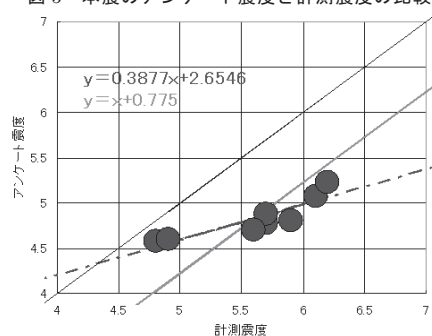


図6 余震のアンケート震度と計測震度の比較

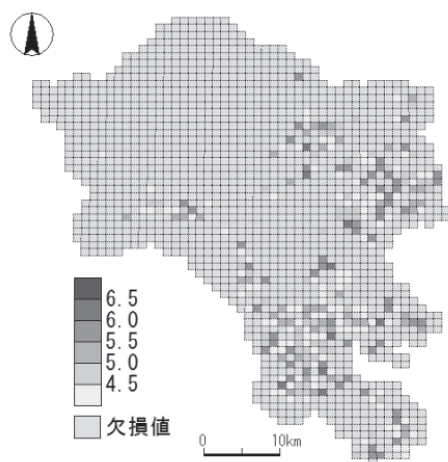


図7 大崎市・栗原市の第3次メッシュ震度分布図

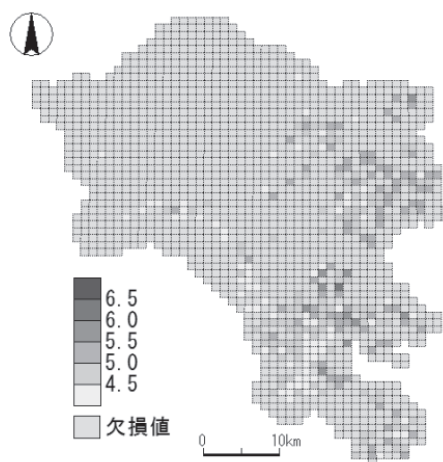


図8 大崎市・栗原市の第3次メッシュ震度分布図

対象地域の第3次メッシュ震度分布図を求めるために、アンケート調査から読み取った緯度・経度を基に、それぞれにメッシュコードを割り振った。今回、それぞれの第3次メッシュに対して、有効調査票の部数が3部以上あるものを有効とし、その平均値をそのメッシュのアンケート震度とした。図7、図8にその結果を示す。

本震と余震を比較すると、全体的に本震の方が高震度のメッシュが多く見受けられる。本震と余震の大きさの比較という点で、計測震度や学区毎のアンケート震度同様に、本震の方が大きいという結果と一致した。又、本震と余震で有効となるメッシュの位置に差異が見られるが、本震は平日の昼過ぎという時間帯で回答者が職場に、余震は平日の真夜中という時間帯で回答者が自宅にそれぞれいたためであるからと考えられる。

4. まとめ

以上より、震度4程度ではアンケート震度と計測震度の差はほとんどみられない反面、高震度領域ではアンケート震度が計測震度より低く出る傾向が見られた。今後、アンケート震度と地形・地質との対応や、より細かなエリアでの被害分布との対応や、被害の特徴・地域ごとの被害の違いの要因をまとめ、防災計画見直しの基礎データの整理に役立てていく。

表1 配布先、回収率・部数、アンケート震度・計測震度一覧

大崎市アンケート調査				3月11日 本震				4月7日 余震			
小学校名	配布数	回収数	回収率	アンケート震度	計測震度	アンケート震度	計測震度	アンケート震度	計測震度	アンケート震度	計測震度
古川第一小学校	350	236	67%	5.7	6.2	4.8	5.7				
古川第二小学校	484	336	69%	5.7	6.1	4.8	5.9				
志田小学校	69	51	74%	5.7		4.6					
西古川小学校	78	54	69%	5.8		4.7					
長園小学校	151	116	77%	5.8		4.9					
宮沢小学校	83	68	82%	5.8		5.0			5.7		5.1
東大崎小学校	96	70	73%	5.6		4.7					
富永小学校	125	81	65%	5.9		5.1				5.0	
清瀬小学校	47	38	81%	5.7		5.2				5.2	
繁玉小学校	105	83	79%	6.0		5.0				6.1	5.5
古川第三小学校	337	245	73%	5.8		4.7				5.6	4.9
高倉小学校	43	38	88%	5.5		4.7				5.7	5.1
古川第四小学校	416	280	67%	5.7		4.8					
古川第五小学校	406	239	59%	5.8		4.7					
松山小学校	191	129	68%	5.7	5.9	4.8					
下伊場野小学校	22	17	77%	5.9		5.0					
三本木小学校	274	192	70%	5.7		4.6	4.8				
鹿島台小学校	327	212	65%	5.8	6.0	4.9	5.7				
鹿島台第二小学校	51	43	84%	5.8		4.9					
磐山小学校	201	121	60%	5.5	5.3	4.6					
西大崎小学校	40	36	90%	5.3		4.4					
上野目小学校	44	38	86%	5.7		4.8				6.5	6.2
流月小学校	40	31	78%	5.5		4.8				5.3	4.7
真山小学校	33	28	85%	5.7		4.9				5.6	5.5
鳩子小学校	67	37	55%	5.2	5.1	4.6	4.9				
川渡小学校	88	69	78%	5.4		4.7					5.3
鬼首小学校	26	26	100%	5.2		4.4				5.7	5.3
中山小学校	17	17	100%	5.1		4.3					
田尻小学校	154	132	86%	5.7	6.2	5.2					5.1
沼部小学校	225	153	68%	5.8		5.1				5.6	5.2
大貫小学校	99	78	78%	5.9		5.2					4.7
計(平均)	4689	3303	70%	5.7		4.8				5.65	5.14

栗原市アンケート調査				3月11日 本震				4月7日 余震			
小学校名	配布数	回収数	回収率	アンケート震度	計測震度	アンケート震度	計測震度	アンケート震度	計測震度	アンケート震度	計測震度
新館小学校	468	240	51%	5.6	6.6	5.1	6.1				
若柳小学校	418	153	37%	5.8	6.3	5.2	6.2				
玉沢小学校	83	32	39%	5.6		5.1					
富野小学校	136	0	0%								
中央病院分校	0	0	0%								
富野小学校	48	23	48%	5.7							
大目小学校	41	0	0%								
有賀小学校	96	22	33%	5.4			5.0				
大田小学校	47	24	51%	5.6			5.2				
畑田小学校	115	57	50%	6.1			5.5				
笹ヶ崎小学校	194	95	49%	5.6			4.9				
尾松小学校	147	80	54%	5.7			5.1				
文字小学校	46	0	0%								
栗駒小学校	54	33	61%	5.5	5.7	4.7	5.6				
宝来小学校	47	20	43%	5.6			4.9				
鳥島崎小学校	72	32	44%	5.6			5.1				
高清水小学校	216	95	44%	5.7	6.1	5.5					
一迫小学校	246	0	0%								
姫松小学校	52	19	37%	5.4			5.1				
窪田小学校	73	25	34%	5.4			4.8				
長崎小学校	38	0	0%								
瀬崎小学校	304	1	0%	6.5	5.8	6.2					
築山小学校	142	47	33%	5.3	5.4	4.7					
沢辺小学校	140	60	43%	5.6			5.5				
金成小学校	81	0	0%								
新野小学校	69	30	43%	5.7			5.3				
萩野第二小学校	48	16	33%	5.7			5.3				
津久毛小学校	44	0	0%								
志濃姫小学校	385	150	39%	5.6			5.1				
花山小学校	47	9	19%	5.6	5.2	4.7					
計(平均)	3867	1263	32%	5.65			5.14				

謝辞

本報告で示したアンケート調査は大崎市震災被害状況調査業務の一環として実施したものである。栗原市については、栗原市教育委員会の協力の下にアンケート調査を実施した。配布・回収には大崎市立各小学校および栗原市各小学校の関係者方々の協力をいただき、アンケートの記入には配布先の各小学校の児童の保護者の方のご協力をいただいた。関係各位に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 源栄正人：アンケート調査に基づく平成20年岩手・宮城内陸地震における揺れの実態調査,日本地震工学会大会-2009 梗概集,pp.242-243
- 2) 太田裕,後藤典俊,大橋ひとみ：アンケートによる地震時の推定,北海道大学工学部研究報告書第92号 pp.117-128,1979
- 3) 太田太田裕,小山真紀,中川康一：アンケート震度算定法の改定-高震度領域-,自然災害科学 16-4,pp.307-323,1998
- 4) 気象庁災害時自然現象報告書 2011年 第1号
- 5) 平成23年4月地震・火山月報(防災編) Monthly Report on Earthquakes and Volcanoes in Japan
- 6) 落合衛,源栄正人,大野晋:5月26日宮城県沖の地震における宮城県域のアンケート震度調査,日本地震工学会大会 2003-梗概集,特 114-115,2003