

新潟県中越沖地震における建物被害の分析と建物倒壊危険度評価

環境防災研究室 佐々木美和

指導教官 大塚悟 磯部公一

1. はじめに

日本は兵庫県南部地震以降、地震活動期に入ったと言われており、今後も東海地震、東南海地震等の大規模地震の発生が懸念されている。これまでも数多くの大規模地震を経験しているが、多大な人的・物的損失が繰り返された。このような背景を踏まえ、近年では地域特性を総合的に評価した危険度マップが多く作成されている。しかし、従来行われてきた評価では県や市町村等を単位とするのが主流であり、都市域相互の関係が非常に密接化する近年においては、このように行政区域で区切る手法はあまり現実的ではなかった。都市域の広域的な広がりに対応するためには広く整備されたデータを指標として用いるほか、統一された基準が必要であり、その提案が望まれている。

そこで本研究では、2007年発生の中越沖地震から得られた実被害データと一般的な基盤情報から検討を行い、実現象を考慮した危険度評価法の提案を目指す。さらに、地域を特定せず広範囲に適用可能なモデルとするために、適切な評価単位についても検討を行う。

2. 基本情報

分析対象は柏崎市と刈羽村を合わせた範囲とし、座標付与を行った罹災証明を実被害データの指標として利用する。この罹災証明は建物の被災の度合いを4段階で示し、判定基準は内閣府により全国的に統一されたものである。

表-1には罹災証明の内訳、図-1には無被害を含んだ地域別の判定割合を示す。なお、無被害の建物数は、全建物数と罹災証明の差分から求めている。図-1によると、この地震では7割近くの建物が何らかの被害を受けていることがわかる。その中でも、刈羽村では半壊以上の割合（全半壊率）が3割近くと高い。これは、刈羽村が震央に近い場所に位置していることが一つの要因であると考えられる。

表-1 罹災証明内訳

	全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊	計
柏崎市	3084	898	5521	25231	34734
刈羽村	166	136	305	726	1333
計	3250	1034	5826	25297	36067

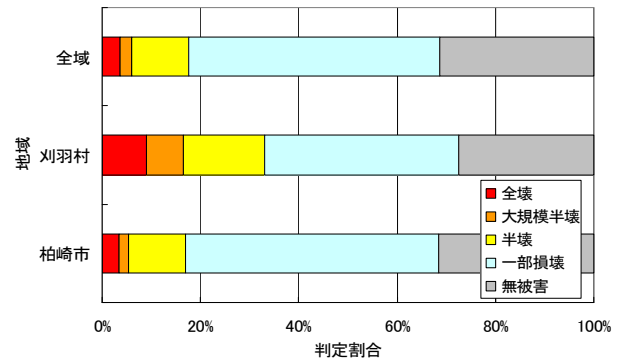


図-1 地域別の判定割合

3. 分析を行う上での注意点

分析を行うにあたり、データの精度や所持しているデータの範囲等の問題がある。やむを得ず対象範囲をカバーしていないものについては、次の方針を採用する。

- 欠けているデータ（範囲）の部分は「データ無し」扱いとし、分析のための計算には使用しない。
- 複数のデータを使用した際にも、全ての項目からデータを得られないもの（データ無し扱いも含む）については、分析から除外する。
- 「データ無し」扱いの部分もデータベース内には格納し、データが入手できた時点で補填することとする。

4. 広域での被害分析

これまでに、罹災証明の情報をGIS（地理情報システム）上に整備することで様々な基盤データとの相関分析を行ってきた。以下に、特徴的な要因を簡単に述べる。

震央からの距離による分析では、10km以上離れた場合に、震央から遠ざかるほど被害は収束する傾向を示した（図-2）。震央から最も近い10kmまでの範囲で半壊以上の被害割合が低くなって

いるが、この地域は主に山岳地帯に該当することから、地震動の増幅が少ない点が影響したと考えられる。

被害分布を微地形図上に重ねた分析では、埋立地、後背湿地、谷底低地で半壊以上の割合が高く（図-3）、軟弱地盤上で被害が増加する可能性が考えられる。また、丘陵でもその割合は高い。さらに、微地形図よりも詳細に地形を区分する地形分類図を用いた場合、地形境界付近の領域で被害を増加させる地形区分が存在した。ただし地形境界の分析に関しては、データ範囲の関係から、全領域を対象としたものではないことに注意する必要がある。

地盤の揺れやすさを示す地盤増幅率（図-4）に関しては、ある程度震度分布との関連は見られたが、全半壊率との顕著な相関は見られなかった。

土地の形状を表す傾斜角度や曲率との分析（図-5, 6）では、平坦であると判定される部分ほど全半壊率は下がる傾向にある。これらの指標と被害との相関は高い結果となった。

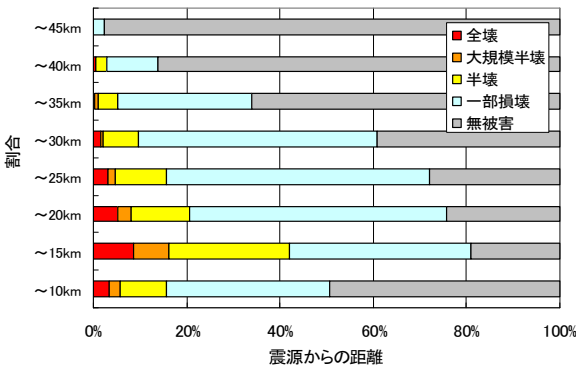


図-2 震央からの距離と被害割合

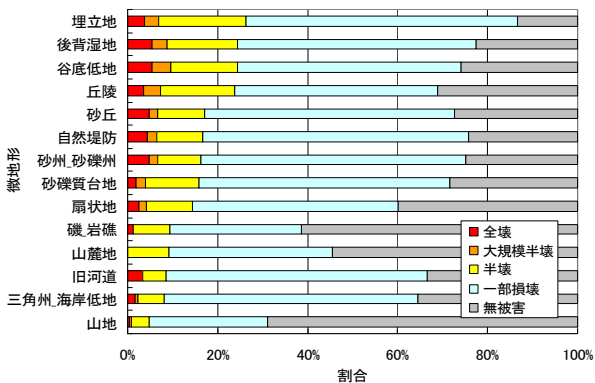


図-3 微地形と被害割合

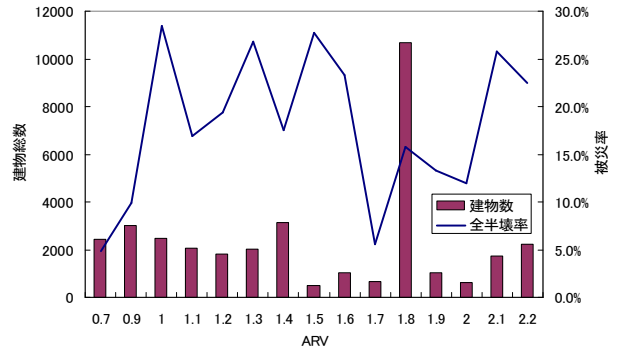


図-4 地盤増幅率を被災率

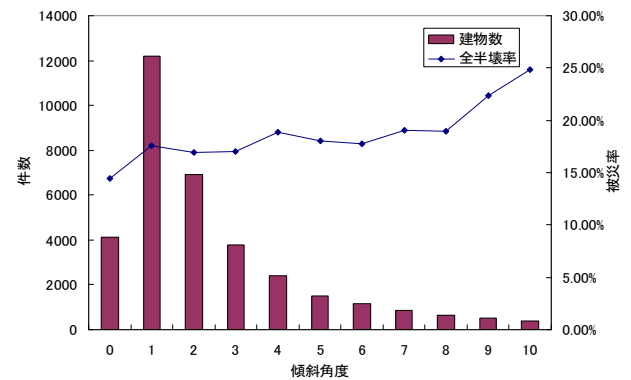


図-5 傾斜角度と被災率

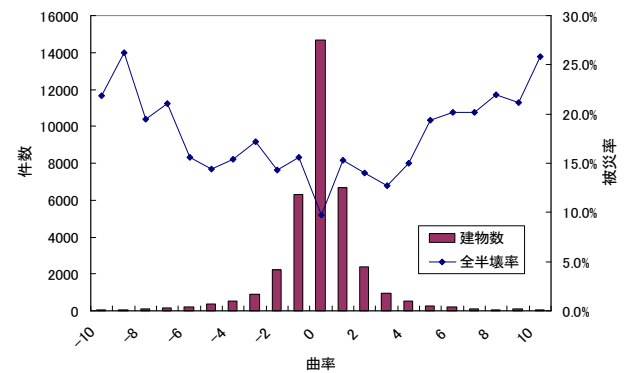


図-6 曲率と被災率

5. 危険度評価

広域を対象とすることを目的としていることから、評価の最小単位は250m四方のメッシュを採用した。これは全国で整備されているものであり、どの地域でモデルを適用しても結果が共通の単位で示される点が大きな利点である。

モデルの評価に用いる変数は、これまでに分析を行ってきた項目の中から選択を行っている。被災率との相関、変数同士の相関を検討した結果、地盤増幅率、地形境界、平均傾斜、平均曲率、震

央からの距離の5変数を抽出した。

危険度評価は、1つのメッシュに対して、各変数から重み付けを行う手法を用いた。変数と被災率の関係をもとめ、被災率の値によって1点から5点までの点数を与える。各メッシュに点数を与えていくと、変数は5種類あるため、1つのメッシュに対し点数も5種類ずつ与えられる形となる。この5種類の点数を用いて重回帰分析により評価した結果は、表-2の通りとなった。ここでは、被災率との相関を予測精度の目安とした。

$$y = a \cdot \text{rank A} + b \cdot \text{rank B} + c \cdot \text{rank C} + d \cdot \text{rank D} + e \cdot \text{rank E}$$

表-2 重回帰分析による結果

回帰統計				
	重相関 R	0.476		
	重決定 R ²	0.227		
	補正 R ²	0.241		
	標準誤差	0.157		
	観測数	7617		

	係数	標準誤差	t	P-値
切片	-0.703	0.060	-11.724	1.783E-31
(rankA) 地盤増幅率	0.201	0.015	13.478	6.168E-41
(rankB) 地形境界	0.083	0.013	6.493	8.955E-11
(rankC) 平均傾斜	-0.121	0.012	-10.216	2.404E-24
(rankD) 平均曲率	0.090	0.013	6.836	8.767E-12
(rankE) 震央距離	0.161	0.015	10.417	3.059E-25

6. 予測結果と精度

表-2に示すように、本評価モデルと被災率との相関は0.476となり、数値でみた場合、精度のよい結果は得られなかった。

一方、上記の評価式から得られた値を5段階に分類し、危険度ランクとして表現した(図-7)。

これを被災率の分布図(図-8)と比較すると、危険度ランクが高い部分については、ほぼ傾向をとらえることができた。ただし、全体的に危険度はやや高めに判定されている部分が多い。被災率が最も低い部分でも、危険度ランクは2以上となっているのが目立つ。

7. 考察と今後の課題

本評価モデルは被災率の分布とある程度の相関が見られたが、中越沖地震という特定の地震から得られたデータを変数としているため、地震の

特性を含んでいる可能性がある。しかし、被災率と比較してランクが大きく異なる場所は見られなかったことから、その差が極端に大きなものでなければ、ある程度の精度は有していると言える。

今後はメッシュを細分化するなどして詳細な評価を行う必要があるとともに、他地域でも適用し、モデルの汎用性を検討する必要がある。

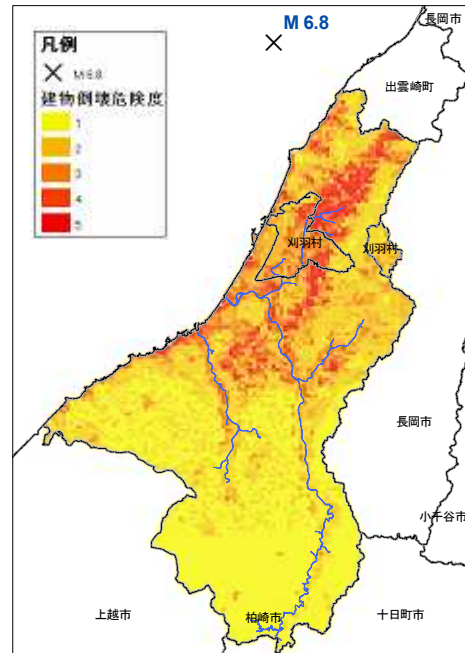


図-7 危険度評価による結果

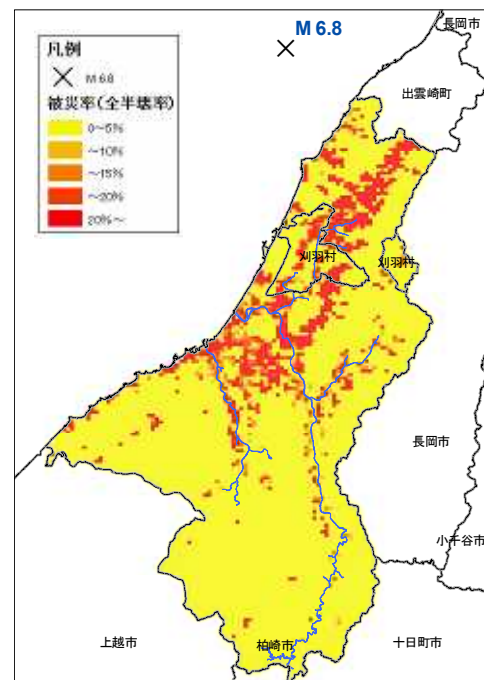


図-8 被災率の分布