

# 新潟県中越沖地震の家屋被害分析

山田 健人<sup>1</sup>・落合 弘和<sup>1</sup>・大塚 悟<sup>2</sup>・磯部 公一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>長岡技術科学大学大学院  
(〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:yamada@cds.nagaokaut.ac.jp, ochiai@cds.nagaokaut.ac.jp  
<sup>2</sup>長岡技術科学大学教授 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:ohtsuka@nagaokaut.ac.jp  
<sup>3</sup>長岡技術科学大学助教 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:kisobe@vos.nagaokaut.ac.jp

本稿は2007年新潟県中越沖地震および2004年新潟県中越地震の家屋被災データを地理情報システム(GIS)上に整理し、地震が家屋被害に与える影響について土地分類や地形・地質特性との相関関係について分析した結果を報告する。論文前半には新潟県中越沖地震の家屋被害の特徴を要因毎に整理し、被害との相関関係を示した。家屋被害モデルの構築を目的に説明変数としての各要因の適用性について考察している。後半では新潟県中越地震と家屋被害の特徴に関する比較を行ない、地域モデルからの脱皮について考察した。

**Key Words :** *Mid-Niigata Prefecture Offshore Earthquake, House damage, Geomorphological Land Classification, Geographic Information System (GIS)*

## 1. はじめに

2007年に発生した新潟県中越沖地震では(以下、中越沖地震と呼称)、震源に近い柏崎市及び刈羽村において家屋などの建物が甚大な被害を受けた。この被害は中越沖地震における全被害の70%を占めている。1995年の兵庫県南部地震では、犠牲者の多くが倒壊した家屋の下敷きになって亡くなる「圧死」であったが<sup>1)</sup>、今回の地震では家屋の倒壊よりも、宅地地盤の損傷による家屋建物被害が注目された。地震による家屋被害の調査・研究が本格的に行われるようになったのは1978年の宮城県沖地震が契機である。地震による家屋被害が甚大であったことから様々な調査が行われ、1981年には改正建築基準法の制定に至っている<sup>2)</sup>。また、土地分類等との相関分析を行う研究が始まったのも同様である。1878年宮城県沖地震では、特に丘陵地の地形改変地において甚大な被害が発生した。地形改変地は一般に切土区間と盛土区間が存在するが、建物被害は盛土区間に集中している。河上ら<sup>3)</sup>は、なかでも谷埋め盛土や切盛境界で顕著であることを報告している。また、小荒井ら<sup>4)</sup>は過去に発生した巨大地震の事例について、土地条件図を使用した分析を行なっている。ここでは土地分類ごとに被害率を求め、地形的に低い部分、谷底平野や氾濫平野などで相対的に被害率

の高い傾向を示した。これらの知見は近年でも多くの地震において同様の指摘がある。兵庫県南部地震では、家屋の被害予測を行うために、被害関数の構築を行う村尾<sup>5)</sup>らの発展的研究がある。

近年様々な基盤情報が電子化されており、地理情報システム(GIS)上で利用することが可能となった。特に中越地震以降は各機関の所有する様々な基盤情報が電子媒体に整備され、従来の災害情報に対して格段にGISの活用分野が拡大している。本稿ではGISを用いて行政の実施した罹災証明に基づいて、中越地震<sup>6)</sup>と中越沖地震の家屋被害分析を実施する。従来の分析との大きな差異は家屋の被害件数ではなく、被災率を様々な切り口から定義し、分析する点にある。中越沖地震と中越地震は発生時期が近く、地震規模もほぼ同様の地震である。被災地域はどちらも新潟県中越地域であることから地震被害を取り巻く要因に共通点は多い。一方、中越沖地震は海岸平野、中越地震は中山間地で発生しており異なる要因も存在するため、両者の被害特性の比較分析は家屋被害モデルを構築する上で貴重な情報である。著者らは既往の報告<sup>6)</sup>で中越地震における旧長岡市の分析を実施したが、本稿では柏崎市と刈羽村を対象とした中越沖地震の家屋被害分析について報告する。比較対象の中越地震については旧長岡市以外に調査領域を拡大し、ほぼ被災地全域の分析を実施した。

## 2. 新潟県中越沖地震の家屋被害

### (1) 家屋被害の概要

表-1に中越沖地震における柏崎市・刈羽村の罹災証明に基づく家屋被害の統計を示す。罹災証明は家屋の被災の度合いを4段階で表しており、被災した事実を公的に認める証明書<sup>7)</sup>である。罹災証明は被災した家屋を示すための証明書であり、無被害の建物情報は含まれていない。本稿では地域の住居データを基に無被害データの補完を行う。

図-1に無被害の建物を含んだ各地域の判定割合を示す。この図から7割近くの家屋が何らかの被害を受けており、特に刈羽村においては3割を超える家屋が半壊以上の判定を受けていることが分かる。

表-1 家屋被害件数の統計

	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

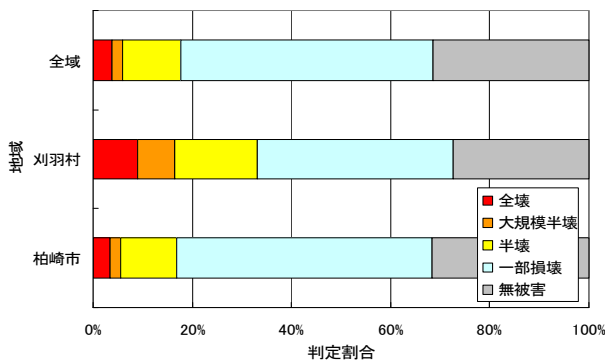


図-1 各地域における判定割合

図-2に刈羽村における家屋被害分布を示す。刈羽村は山間地の飛び地部分を除いて、地形・地質条件を3つに区分することができる。村の西側は砂丘地帯が海岸に沿って延びており、東部には丘陵地帯、そしてこれらに挟まれるように、沖積の谷底平野が広がる。この中央には鯖石川支流の別山川が流れている。この地域は粘性土が厚く堆積した軟弱地盤であるために、沖積平野の東側に島状に残る微高地周辺に古くからの集落が多く立地している。同図において、緑色で示される部分である。

西部の砂丘麓では下高町と刈羽の稲場地区、東南部では赤田町方と枯木地区の全壊件数が特に多い。北部では十日市地区で被害が著しい。一方、沖積粘性土層が厚く、軟弱地盤地帯である中央部の割町新田や上高町、新屋敷などは全壊の被害率が低い。人口の一番多い刈羽集落でも、砂丘から離れたところでは被害が少ない。

図-3に柏崎市北部における被害分布を示す。この地域では、松波や荒浜、長崎で被害が目立つ。こ

は荒浜砂丘周辺に広がる一帯であることから、砂丘斜面下の液状化に関連した地盤災害であると考えられる。被害の集中する長崎は、西に広がる荒浜砂丘が部分的に東に張り出している地域であり、その後背地にあたる。緩勾配の砂丘表面の流動で、東半分は砂丘麓末端地盤の液状化による被害が増加した。一方で荒浜地域は荒浜砂丘の西側にあたり、砂丘西側の斜面が1~2°傾斜している。大半の建物はこの傾斜斜面上に立地するが、表層の地盤が下方に変位して被害を受けた形跡が多く見られた。

図-4に柏崎市中心部における被害分布を示す。この地域では、砂丘地盤上である東本町から西本町間で被災数が多い。一方、図の中央部を走る国道8号線沿いの沖積低地では、被害が極めて少ない。盛土部の滑動が散見されたことから、沖積低地南部の朝日が丘や長峰町の被害は造成宅地の地盤変状によるものと考えられる。

西側の鵜川左岸では、海岸沿いの中浜~番神~東の輪町で被害が比較的多い。ここでは急傾斜地が迫る起伏の多い地形条件の宅地が多く、擁壁などに被害が多発した。しかし、少し内陸に入った米山台などの造成団地では被害が少ない。海岸部に比べて傾斜が緩やかであり、大規模な切盛りが少ないためである。

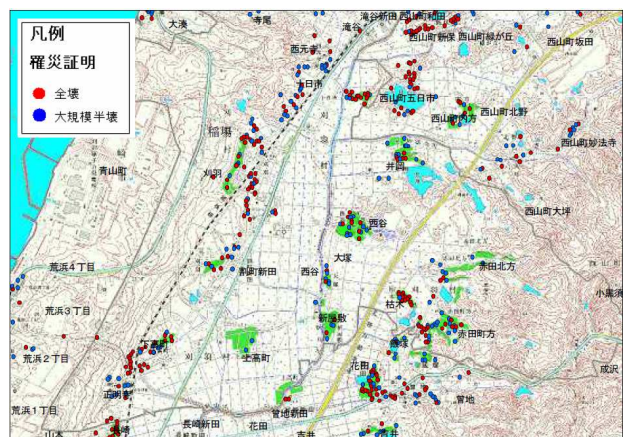


図-2 刈羽村の家屋被害



図-3 柏崎市北部の家屋被害





図-4 柏崎市中心部の家屋被害

## (2) 被災地の地質・地形

図-5に微地形を用いた被害分布を示す。同図は、GISを用いて微地形区分ごとの家屋を算出したものである。微地形とは、若松ら(2006)<sup>8)</sup>によって作成された地盤特性を表す地形分類データであり、小規模で詳細な形状をもつ地形を表した地図である。

図-6に震央からの距離を用いた被害分布を示す。同図は、震央より等距離である範囲に同心円を描き、被害分布との相関関係を表示したものである。各種地理情報に関連して建物被害の分布を用いることにより、対象範囲全域に対する分析を行う。

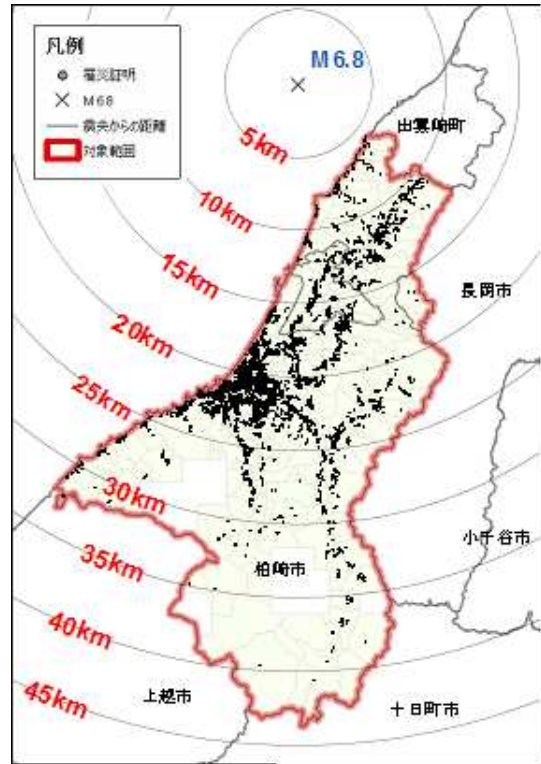


図-6 震央からの距離と被害分布

## 3. 家屋被害の分析

本章ではGISを用いて地形情報上に罹災証明データを示し、地質的・地形的な特徴と家屋被害の相関について分析する。地震で被災した家屋は様々な被災要因を有することから一概に論じられないが、ばらつきを有しながらも固有の特性を見出すことを目的とする。

### (1) 地質的要因

#### a) 微地形による分析

図-7に微地形区分による被害件数を示す。被害件数が最も多い地形区分は砂丘地であり、後背湿地、砂礫質台地と続く。砂丘地で被害件数が多いのは、柏崎市街地の大半が属するためである。

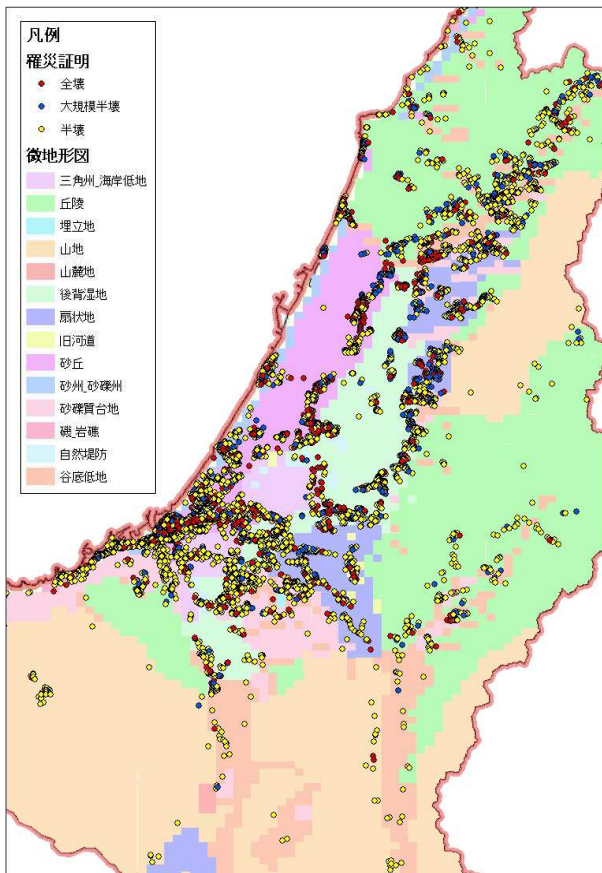


図-5 微地形区分と被害分布

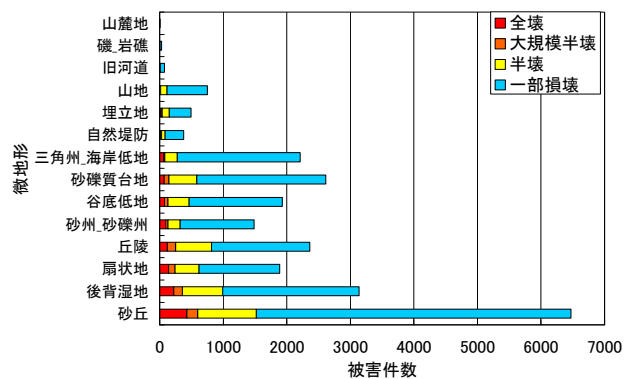


図-7 微地形区分による被害件数

図-8に微地形区分による被害割合を示す。被害割合では埋立地、後背湿地、谷底低地で半壊以上の割合が高く、図-7で前述した被害件数の最も多い砂丘地の判定割合は低い結果となった。全般的には粘性土地盤で被害割合が高く、砂質土地盤で低くなる傾向にある。山地や山麓地、海岸地形、旧河道では被害割合が低い結果となった。

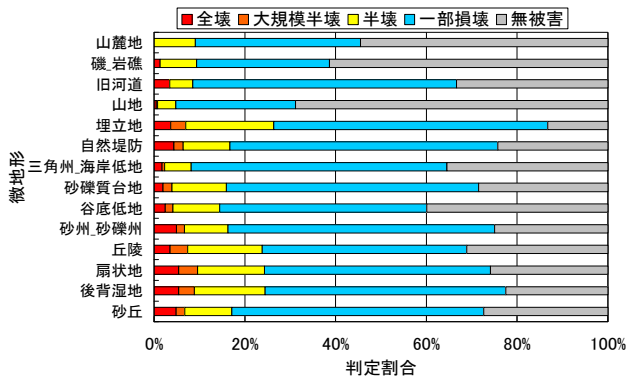


図-8 微地形区分による被害件数

b) 地形境界による分析

図-5に示すように、家屋被害が地形の境界付近に分布する傾向が見られることから、表-2に境界に沿う領域（バッファ）を設定し、領域内外における全半壊率を示す。バッファとは地形境界線から内側に任意の幅を選択し、その領域を区分するGISの機能である。地形境界付近の領域をバッファ内、それ以外の領域をバッファ外として定義した。バッファ幅は建物の平均敷地面積における一辺の長さを算出して25 mに設定した。

同表より、低地・谷底平野、砂丘、段丘、扇状地を含むバッファ内で全半壊率は高い割合を示し、自然堤防や旧河道では低い割合を示す傾向にある。しかし、全半壊率の低い自然堤防や旧河道は地形境界からの距離に依存せず、その割合は高い。範囲内に一部損壊家屋しか存在しない埋立地や山地、丘陵は全半壊率を0%と表示した。被害件数では地形境界部に集落があるため被害件数が多いとの解釈も成り立つが、全半壊率により境界部とその他の地域との被害の差異を明確に示された。

表-2 各地形分類別のバッファと全半壊率

地形分類	全半壊率		差分
	バッファ内	バッファ外	
低地・谷底平野	16%	9%	7%
砂丘	27%	18%	9%
段丘	25%	20%	5%
扇状地	17%	13%	4%
自然堤防	21%	25%	-4%
旧河道	25%	30%	-5%
埋立地	0%	0%	0%
山地・丘陵	0%	0%	0%

c) 地盤増幅率 (ARV) による分析

地盤増幅率（以降 ARV と表記）は地盤の揺れやすさを数値で示すものである。地震波は表層地盤で振幅が増幅されるが、この増幅の度合いを ARV で表す。一般的には、ボーリングで得られる地盤情報から増幅率を計算するが、全国の ARV 推定を目指し、藤本・翠川ら<sup>9)</sup>は微地形区分から統計分析を用いた方法での評価を行っている。これまでに、地震危険度を示すハザードマップ<sup>10)</sup>で幅広く応用されている。

各微地形区分に対する参考 ARV（平均値）を表-3に示す。三角洲\_海岸低地、旧河道、後背湿地で ARV が比較的大きな値となっており、他の分類と比較すると揺れやすい傾向にある。ARV の値が小さく揺れにくいとされたのは、山地や台地、丘陵等の比較的標高の高い地形分類であった。

ARV と被災率、家屋数の関係を図-9に示す。全家屋の立地は ARV = 1.8 の部分で最も多く、それ以外は 500 件~2000 件程度である。図では被災率に関して、明確な傾向は見られないが、ARV による被災率の差異は見えてとることができる。

表-3 各微地形の平均ARV

微地形	ARV_min	ARV_max	全平均
礫岩礫	0.000	0.000	0.000
山地		0.669	0.669
砂礫質台地	0.799	1.213	0.945
丘陵	0.780	1.309	0.962
山麓地		0.999	0.999
谷底低地	0.928	1.602	1.296
扇状地	1.053	1.403	1.290
砂州_砂礫州	1.442	1.602	1.445
埋立地	1.577	1.602	1.584
自然堤防	1.819	1.939	1.844
砂丘		1.848	1.848
三角洲_海岸低地	1.749	2.005	1.888
旧河道		1.940	1.940
後背湿地	2.018	2.229	2.145

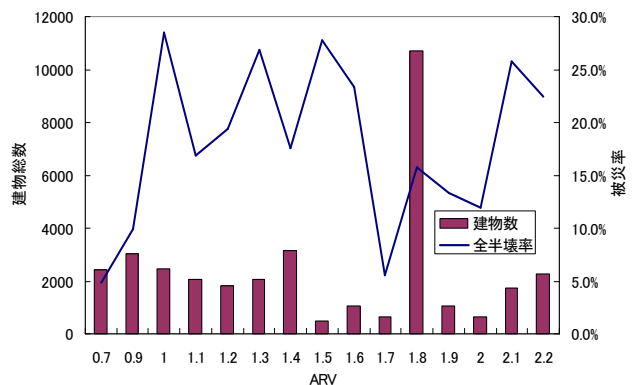


図-9 ARVと被災率の関係

## (2) 地形的要因

### a) 震央からの距離による分析

図-10に震央からの距離と家屋被害件数の相関を示す。被害件数は20～25 kmの範囲で最も多いが、この距離には柏崎市街地が位置し、建物数が多い事情を反映している。図-11に距離区分ごとに被害割合を算出した結果を示したが、震央から10 km以上離れた地域では遠距離ほど被災率が低下する結果となった。10 km圏内では震央からの距離が近いにも関わらず、判定割合は低い結果となったが、当該地域が主に山岳地であることから、地震動の振動特性が他地域と異なる影響が原因と考えられる。

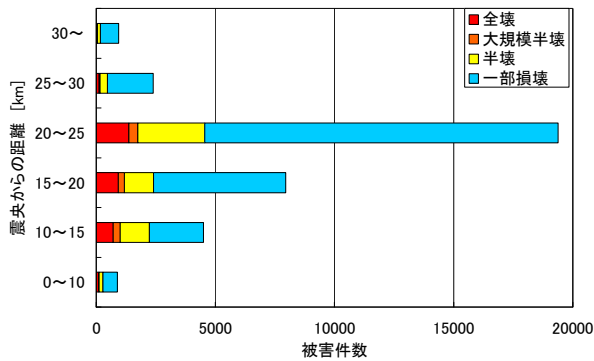


図-10 震央からの距離と被害件数

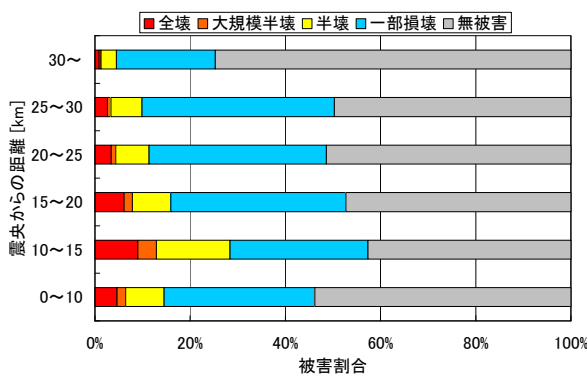


図-11 震央からの距離と被害割合

震央からの距離と微地形の2つの影響を考慮した分析を実施した。図-12は各微地形区分による震央からの距離と換算被災率の関係である。換算被災率とは、全壊の件数、大規模半壊の件数に0.7を乗じた件数および半壊の件数に0.5を乗じた件数を加算し、全建物数で除した値であり、被害規模を考慮した被害の割合を示す指標である。被災した各微地形区分の総面積は異なるが、全体的にどの地形でも距離により被災率は低下する傾向があり、巨視的にはほぼ同様の傾向を示している。距離に対する各地形の分布状況は異なるので、被災データの有無や換算被災率の精度は異なり、ばらつきが生じている。山地と砂丘でほぼ同様の被災率を示すのに対して、後背湿地や扇状地の被災率がやや高めの結果となった。

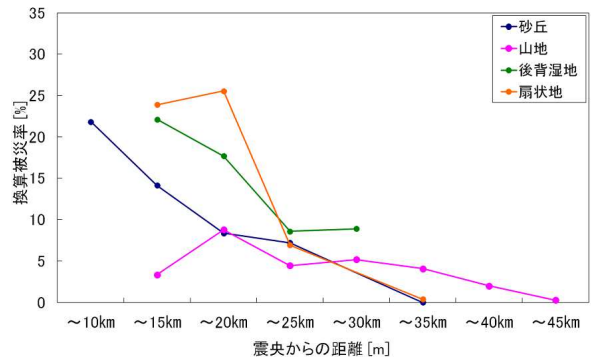


図-12 各微地形区分による震央からの距離と換算被災率の関係

### b) 傾斜角度による分析

5 mメッシュの標高データ (DEM) から傾斜角度を求め<sup>9)</sup>、家屋被害との相関分析を行った。図-13に結果を示す。ただし、傾斜角度10°以上に該当する建物は1割未満であり、角度ごとに属する建物数も極めて少ないことから、ここでは除外する。図では傾斜角度が大きいほど被災率が増加する傾向が示された。家屋は平坦地に建造されるが、周囲の地形と標高差のある土地では傾斜角度が大きく算出される。

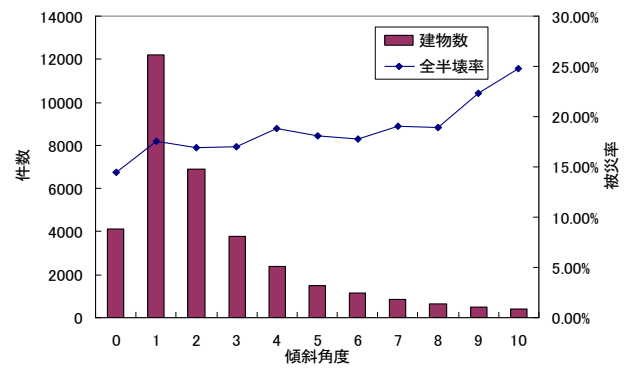


図-13 傾斜角度と被災率の関係

### c) 曲率による分析

曲率は標高データ (DEM) から作成される指標<sup>12)</sup>であり、地形の凹凸の度合いを表す指標である。サンプリング距離が大きいかほど曲率は小さな値をとるが、値の範囲 (最大値と最小値の差) も狭くなる性質がある。この場合に曲率の値から地形の凹凸の強弱が見えにくくなり、分析には向かない。本稿では6 mを用いて分析を行なった。得られた結果を図-14に示す。曲率は正負の両値をとり、正の曲率は上方向に凸、負の曲率は上方向に凹であることを表し、0に近い値ほど平らとなる。建物は主に曲率の絶対値が小さい範囲に立地し、多くが0の部分に当てはまる。図では曲率の値が大きいほど、つまり凹凸が大きいと判定されるほど被災率は増加する結果が得られた。ここでは家屋の位置を示すものとしてポイントデータを使用しており、曲率は建物重心位置一点の値を示している。よって、住宅の敷地の広さが被害に与える影響は考慮されていない。



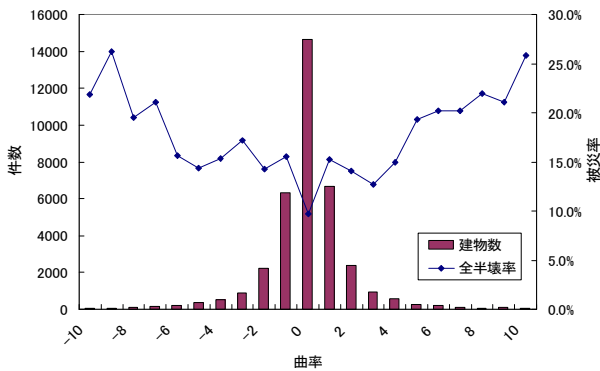


図-14 曲率と被災率の関係

### (3) 家屋被害分析のまとめ

微地形による分析では、柏崎市の市街地に属する砂丘が被害件数では最も多く、続いて後背湿地、砂礫質台地と続いた。しかし判定割合で示すと、埋立地や谷底低地、丘陵が半壊以上の判定で高い値を示した。被害件数が多かった砂丘や砂礫質台地は判定割合で低い値となった。

震央からの距離による分析では、20~25 kmの範囲が柏崎市の市街地にあたっており、家屋被害件数が多くなった。しかし、被災率にすると半壊以上の判定で距離に応じて減少する傾向が表れた。10 km以下の範囲は山岳地帯にあたり、被害件数も少なくデータの信用性に欠けると判断される。

微地形区分ごとによる震央からの距離と被災率の相関分析では、どの地形であっても距離に応じて低下傾向が見られる結果となった。

これらの家屋被害と諸要因との関係は家屋被害モデルを構築する上で貴重な資料となることが期待されるが、地域固有の特性であり、一般性に欠けるとも考えられる。他地域に適用可能なモデルを構築するためには、被災データからより普遍的な要素を抽出する必要がある。

## 4. 中越地震と中越沖地震の比較

### (1) 中越地震と中越沖地震の比較

2004年の中越地震と2007年の中越沖地震はM6.8とほぼ同規模の地震であるが、震源位置は、中越地震が中山間地であり、中越沖地震は上中越沖で発生している。被害地域はほぼ同一であるが、中越沖地震は地方中小都市および近郊に被害を受けている。そのため、被害件数では大きく差がある(表-4)。家屋被害の件数では中越地震が約3倍程度多い。しかし、換算被災率で比較すると中越沖地震の方が換算被災率で高い結果となった。中越沖地震は中越地震から3年後であり、中越地震で被災したのちに中越沖地震で再び被災した二重被災(半壊以上)の家屋が存在している。両地震の応答スペクトルを用いた比較を図-15に示す。中越地震(青線)では4~6 Hz周辺、中越沖地震では2~4 Hzに卓越周波数がある。

木造住宅が中心である中越地域では中越沖地震の卓越周波数の2 Hz周辺は固有周波数となり、共振を起こしやすい地震であったと考えられる。

表-4 両地震の建物被害

	中越地震	中越沖地震
全壊	3,175	1,319
大規模半壊	2,166	857
半壊	11,642	4,764
一部損壊	103,854	34,714
総計	120,837	41,654
換算被災率	8.70 %	10.33 %

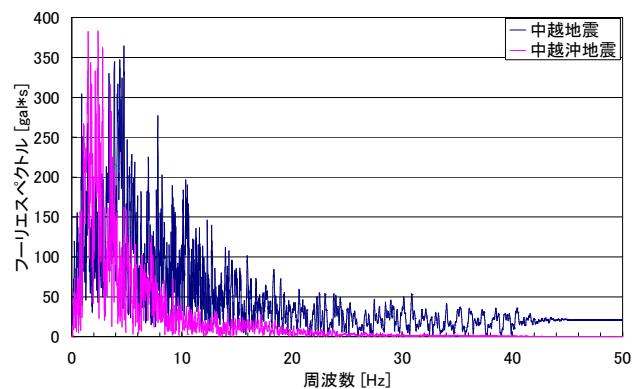


図-15 両地震の応答スペクトルによる比較

### (2) 微地形区分による換算被災率の比較

図-16に中越地震における微地形と家屋被害件数、換算被災率の関係を示す。被害件数は砂礫質台地が最も多く、谷底低地、扇状地と続いている。しかし、換算被災率で見ると11%、7%、7%と比較的低い値を示した。一方、山麓地とローム台地で換算被災率が高い結果を示した。微地形ごとにデータ数は異なるが、内陸直下型地震の傾向が表れた。

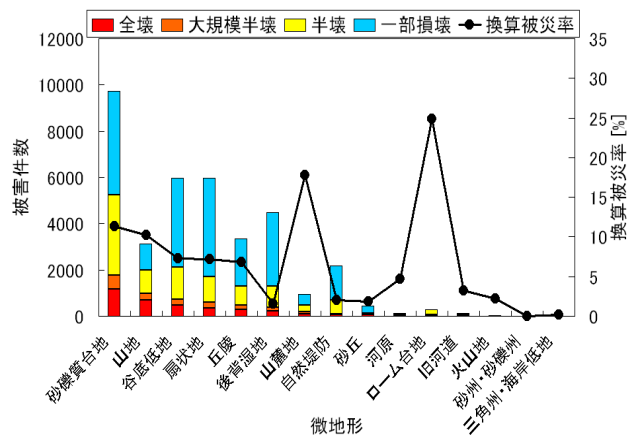


図-16 中越地震における微地形と被害件数、換算被災率の関係

図-17に中越沖地震における微地形と家屋被害件数、換算被災率の関係を示す。砂丘の被害件数が最も多く、後背湿地、砂礫質台地の順に件数が多い。被害件数の多い微地形は調査時における被害の特徴と一致しており、砂丘を中心にして形成された日本海の海岸沿いの沖積平野の被害特性が現れる傾向となった。一方、換算被災率は埋立地、後背湿地、扇状地の順に換算被災率が高く、被害件数の多かった砂丘は11%であり、換算率による客観的評価の重要性が指摘される。

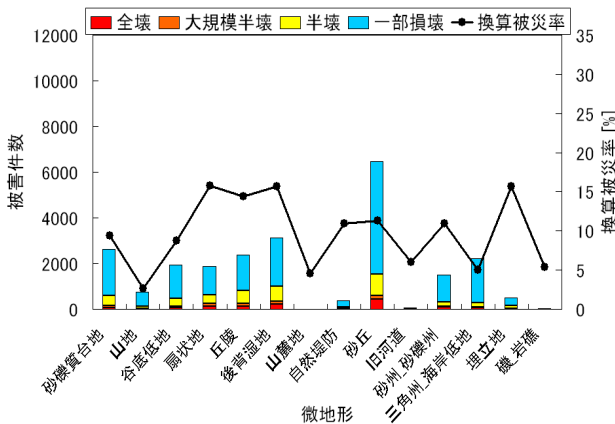


図-17 中越沖地震における微地形と被害件数、換算被災率の関係

### (3) 震源からの距離による換算被災率の比較

図-18に中越地震における震央からの距離と建物被害件数、換算被災率の関係を示す。建物被害件数は、10~15 kmの地域で最も多いが、小千谷市と長岡市の中心部が当該地域に該当しているためと考えられる。しかし換算被災率で分析すると、震央に近い地域が最も高く、距離に応じて換算被災率が低下している。既往の研究<sup>6)</sup>では旧長岡市のみの罹災証明データで分析を行っていたため、換算被災率の距離減衰の傾向が明確に現れなかったが、分析範囲を広げることにより、その傾向を捉えることができた。

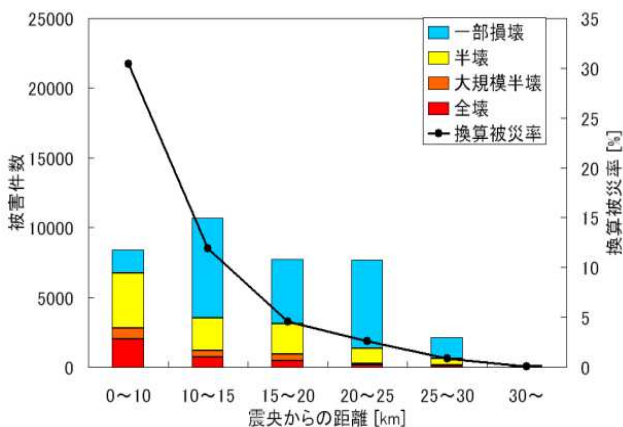


図-18 中越地震における震央からの距離と被害件数、換算被災率の関係

図-19に中越沖地震における震央からの距離と被害件数、換算被災率の関係を示す。20~25 km間で最も被害件数が多いが、この地域は柏崎市の市街地に該当する。換算被災率は中越地震と同様に、ほぼ距離に応じて減衰する傾向を示している。10 km以下は山岳地域であり、建物件数も少ないため、ばらつきが大きいということに注意する必要がある。

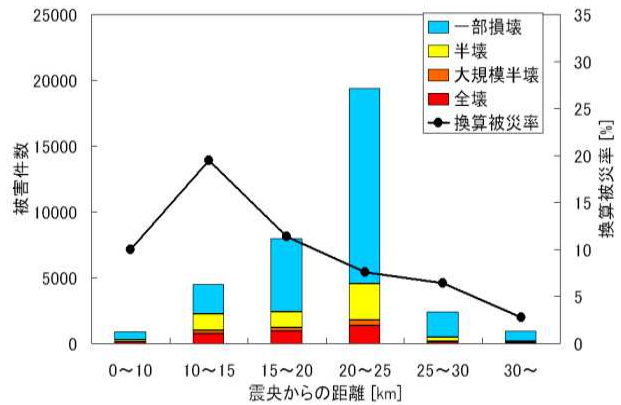


図-19 中越沖地震における震央からの距離と被害件数、換算被災率の関係

被害の大きい微地形区分に関して、震央からの距離による換算被災率の変化について比較分析を行う。

図-20に中越地震・中越沖地震の各微地形区分に対して震央からの距離による換算被災率を示す。全体的に中越沖地震は換算被災率が高いが、距離による低下傾向は中越地震とほぼ同様の結果が得られた。換算被災率にばらつきがみられるが、地形により当該距離における地形区分の面積や建物件数が異なることによる。図では山地にて両地震の換算被災率の動向がほぼ一致する結果が得られた。一方、後背湿地や扇状地では中越沖地震で高い換算被災率を示した。両者の差異に対する1つの要因として、加速度応答スペクトルの卓越周波数の違いが挙げられる。木造住宅中心である中越地域で共振現象による破壊や崩壊から、換算被災率が上昇したと考える。

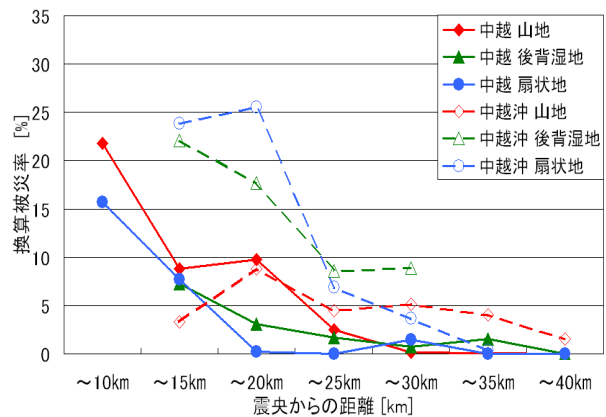


図-20 微地形区分ごとの震央からの距離による換算被災率の関係と比較

#### (4) 比較分析のまとめ

地震特性について調査では、両地震がM6.8と同一の規模の地震であるが、場所や波形などの相違点が多いことが挙げられる。中越地震では震源位置・地域が中山間地域であることに対し、中越沖地震は地方中小都市および近郊である。これより被害件数は、中越地震が中越沖地震の約3倍の被害件数となったが、換算被災率では、中越沖地震の方が高い結果となった。要因の一つに加速度応答スペクトルが挙げられる。中越地震では4~6 Hz、中越沖地震では2~4 Hzに卓越周波数があり、上記の違いにより換算被災率の値が相違したと考えた。

中越地震の分析において、既往の研究では旧長岡市・小千谷市を中心に被害分析を行っていたが、本稿では分析範囲を広げることにより、距離に応じて低減することが確認できた。微地形図では換算被災率で山麓地やローム台地が高い値を示し、中山間地の内陸直下型地震の傾向が表れた。

各地震の微地形区分による震央からの距離と換算被災率に関しては、どの地形区分であっても距離に応じて低減する結果が得られた。特に山地では、両地震で同様の傾向が現れる結果となった。一方、後背湿地や扇状地では減衰傾向が両地震で同様のものになったものの、換算被災率では隔たりが見られた。

#### 5. 結論

① 被災件数ではなく換算被災率で整理する点において、被災分析の客観性が期待できる点に本稿の特徴がある。中越沖地震の家屋被害に及ぼす各要因について換算被災率を用いた特性を明らかにした。災害調査では被害件数による災害の特徴が強い印象を受けるが、被災率によると被害件数と異なる客観的な評価が得られた。

② 建物被害の被災モデル構築を目的に、家屋被害と相関の高い被害要因（モデル構築上の柱）の影響について換算被災率を用いて検討した。要因として震源からの距離、微地形区分、地盤傾斜、地盤曲率、増幅率の分析を実施した。

③ 家屋被害の要因分析では、地域モデルではなく、普遍的モデルの構築が重要である。本稿では微地形区分による家屋の換算被災率の震源からの距離に対する変化について、中越沖地震と中越地震の比較・考察を実施した。微地形区分によって両地震で同様の被災率の低下特性を示すものと、異なる低下特性を示すもののあることを示した。地震による傾向の差異は地震動のスペクトルほかの影響が考えられるが、更なる検討が必要である。

謝辞：本研究の実施に当たり長岡市・栃尾市・十日町市・魚沼市・柏崎市・見附市・小千谷市・刈羽村・出雲崎町の各市町村、中越防災安全推進機構、中越沖地震関連デジタルデータ利活用協議会から貴重なデータをご提供頂きました。また、株式会社中央グループにデータ提供と共に、GISに関する技術指導等の支援を受けました。長岡技術科学大学・前大学院生の斎藤美咲氏、佐々木美和氏には研究推進の支援を受けました。心からの謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 中濱慎司, 西垣太郎, 熊谷良雄: 地震発生直後の駅前広場への集中状況予測, 地域安全学会論文報告集 (6), pp.449-454, 1996.
- 2) 耐震建築研究会: 巨大地震VS耐震施工, 株式会社イーストプレス, 2003.
- 3) 河上房義, 浅田秋江, 柳沢栄司: 宮城県沖地震における盛土の被害, 地盤工学会, 土と基礎第26巻, pp.25-31, 1978.
- 4) 小荒井衛, 佐藤浩, 宇根寛: 地震による地盤災害と土地条件との関連に関するGIS解析, 国土地理院時報, No.112, pp.115-123, 2007.
- 5) 村尾修, 田中宏幸, 山崎文雄, 若松加寿江: 兵庫県南部地震の被害データに基づく建物倒壊危険度評価法の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第527号, pp.197-204, 2000.
- 6) 大塚悟, 藤沢誠二, 落合弘和, 磯部公一, 高原利幸: 新潟県中越地震における家屋被害と地形分類の相関分析, 土木学会, 地震工学論文集第31巻, pp.414-424, 2010.
- 7) 内閣府: 災害に関わる住家の被害認定  
<http://www.bousai.go.jp/hou/unyou.html>
- 8) 若松加寿江, 松岡昌志, 坂倉弘晃: 新潟地域250mメッシュ地形・地盤分類データベース ver.2, 防災科学技術研究所川崎ラボラトリー, 2006.
- 9) 藤本一雄, 翠川三郎: 国土数値情報を利用した地盤の平均S波速度の推定, 日本建築学会構造系論文報告集, 第443号, pp.65-71, 1993.
- 10) 独立行政法人防災科学技術研究所: 地震ハザードステーション  
<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>



# HOUSE DAMAGE ANALYSIS FOR 2007 MID-NIIGATA PREFECTURE OFFSHORE EARTHQUAKE

Kento YAMADA, Hirokazu OCHIAI, Satoru OHTSUKA and Koichi ISOBE

This paper reports the result of correlation analysis for house damage in 2007 Mid-piigata prefecture offshore earthquake with geomorphological land classification and other factors as landform and ground properties by organizing the house damage data of disaster victim certificate conducted by public administrations. In former part of the paper, the features of house damage at 2007 Mid-piigata prefecture offshore earthquake are analyzed for various influencing factors. It discusses the applicability of factors to be taken into account in the house damage model for earthquake. In latter part, the features of house damage at 2007 Mid-Niigata prefecture offshore earthquake is compared and discussed with that at 2004 Mid-Niigata prefecture earthquake. The requirements to develop the general house damage model for earthquake, which is able to be applied to other areas, are discussed.