

三河湾沿岸における津波による建物被害危険度評価の検討

豊橋技術科学大学 学生会員 ○柿木利輝

豊橋技術科学大学 正会員 加藤 茂

豊橋技術科学大学 正会員 岡辺拓巳

1. 諸言

近年、我が国では南海トラフ地域でのマグニチュード9.0を超える巨大地震の可能性が高まっている。そこで、愛知県では最大クラスの地震・津波モデル「理論上最大想定モデル」を用いて浸水想定域や想定浸水深等を予測している（愛知県防災会議地震部会，2014）。しかし、想定結果には建物の密集度や建物の配置等が考慮されていない。これに対して柳川ら（2014）は、東北地方太平洋沖地震津波による岩手県での被災状況調査結果から、建物構造、浸水深、建物密集度を説明変数とする建物群破壊確率モデルを作成し、地域や建物の特性と被災危険度について検討を行っている。

そこで本研究では三河湾沿岸を対象に、建物密集程度と想定浸水深の条件から4つの対象地域を選定し、建物群破壊確率モデル（柳川ら，2014）と選定地域の特徴から三河湾沿岸における地域の危険度を検討した。

2. 解析方法

愛知県地震部会が行った想定浸水深分布結果と航空写真（平成22年度に実施された航空レーザー測量時に撮影）から、三河湾沿岸で表-1の条件（想定浸水深、密集程度）に合う地域を選定し、平成24年に実施された都市計画基礎調査成果データを用いて、各地域の建物情報を調べた。また、そのデータを基にQGISを用いて、建物密集度を計算した。建物密集度は対象地域内の全建物間の距離を計算し、半径20m以内にある建物の件数を求めた。対象建物から半径20m圏内にある建物が0件の場合を1、1~3件の場合2、4件以上を3とし、その建物周囲の密集度を判定した。この結果をQGISに属性データとして追加し、上記の建物データに結合させた。建物構造データから、さらに各建物の属性を1~6に分けた（表-2）。建物密集度と建物構造、想定浸水深から柳川ら（2014）のモデルを用いて推定建物全壊率を求めた。

表-1 選定地域の条件

選定地域	メッシュ数	範囲	想定浸水深	密集程度
area1	10m	500m 四方	1~2m	密
area2				疎
area3			2~5m	密
area4				疎

表-2 建物結合属性

		建物密集度		
		1	2	3
建物構造	1（非木造）	1	2	3
	2（木造）	4	5	6

表-3 建物結合属性（表-2）と推定建物被害率（%）

		建物結合属性					
		1	2	3	4	5	6
色		紫	緑	青	赤	黄	白
想定浸水深	1~2m	15	40	35	40	40	30
	2~5m	75	65	55	80	70	70

3. 推定建物全壊率

今回入手した都市計画基礎調査成果データの建物構造情報は木造と非木造の2種類にしか分類されておらず、非木造をRC（鉄筋コンクリート）造とS（鉄骨）造に分類している柳川ら（2014）のモデルを用いて建物全壊率を推定することは難しい。そこで本研究では、木造建物についてはそのままモデルを用いて建物の全壊率を推定するが、非木造建物については柳川ら（2014）のモデルのRC造とS造の全壊率の平均値を用いて想定浸水深と密集度から全壊率を推定した。2種類に対応したモデルにしたため、本研究ではその結果を推定被害率と呼ぶ。その結果を表-3に示す。推定する際、浸水深は愛知県の想定浸水深分布結果を用い、その浸水深範囲（1~2mおよび2~5m）の中央値を対象地域の想定浸水深とした。

4. 柳川ら（2014）のモデル

柳川ら（2014）は、東北地方太平洋沖地震での被災状況から建物構造毎に建物密集度と浸水深の違いによる全壊率を整理している。その結果、W（木）造は建物が密集且つ浸水深が比較的低い地域で、全壊率が低下する傾向があると分析されている。RC造では、浸水深が2mまでは建物が多くなるに伴い被害が増加している。一方、S造では、浸水深2mまでは孤立建物の全壊率が隣接・密集の場合より低い。これは、RC造、S造は孤立している建物が公共施設等の業務施設や工場、マンションといった堅牢な建物であるためであった。しかし、RC造、S造は浸水深が2mを上回ると全壊率も上昇し建物密集度による違いが見られなかった。従って、表-3を見ると、木造（属性値：4~6）の時には密集度が高

いほど被害率が低くなっている。非木造（属性値：1~3）は、浸水深が1~2mの時には孤立の建物が被害率15%と最も低くなっている。また、S造とRC造を平均した値では密集度が高くなるにつれて被害率が低下した。

5. 建物被害の危険度評価

area1~4内の建物を推定建物被害率によって色分けした結果を図-2に示す。その結果、図-2(a)からarea1の領域Aは密集度が高く、推定被害率が30%となっている建物（白、青）が多くみられるが、海岸から近く、標高も低いことからより危険度が高いと考えられる。領域Bも推定被害率が30%となっている建物（青、白）があるが、海岸方向（南西方向）への開放度が高く、危険度が高くなる可能性がある。領域Cは密集度が低く、同浸水深の条件で比較的被害率の高い、推定被害率が40%となる建物（赤、黄）が多いが、周囲に木があり、推定被害率よりも実際の危険度は低い可能性が高い。領域Dは海岸方向に津波の来襲に対する障害物があり、海岸方向への開放度が低いため、密集度の影響が大きく、推定被害率に近い被害が想定される。図-3(b)からarea2は標高差がなく、平らな地域である。また、図-2(b)よりほとんどの建物が疎らに位置しており、開放度が高い。そのため、建物の密集度が推定被害率に影響しない可能性が高い。海岸（図-2(b)左方向）と距離があり、その間に住宅地があるため、海岸との位置関係より河川（図上側で近接）との距離や河川からの津波来襲に対する障害物の有無が被害率に影響を及ぼす可能性が高い。そのため、同浸水深で最も推定被害率の低い、推定被害率15%の建物（紫）は河川方向に障害物が無く、推定被害率よりも危険度が高い。それに対し、領域Aは河川方向に対して障害物が有るため、被害率は推定結果と近くなる可能性がある。area3を示す図-2(c)より領域Aでは推定被害率が55~65%（青、緑）の建物が多く、同浸水深の中で比較的被害率が低く推定されている。しかし、広い駐車場や水田があり、開放度が高く、推定結果よりも実際は危険度が高い可能性がある。領域Bでも推定被害率が55~65%の建物（青、緑）が多いが、道路や路線に面している建物が多いため、道路、路線を通り、浸水範囲が拡大した場合、そこでの被害危険度も高くなると考える。領域Cは推定被害率が最も高い80%（赤）とされる建物が多いが、図の右側が河川、図の下側が海岸と、津波来襲方向に対して障害物が多いため、被害危険度は低くなる可能性がある。図-2(d)のarea4は図の左側に位置する海方向に対して障害物のない建物が多く、密集度が影響しない可能性がある。領域Aに大きな駐車場があり、領域B周辺に位置する推定被害率が

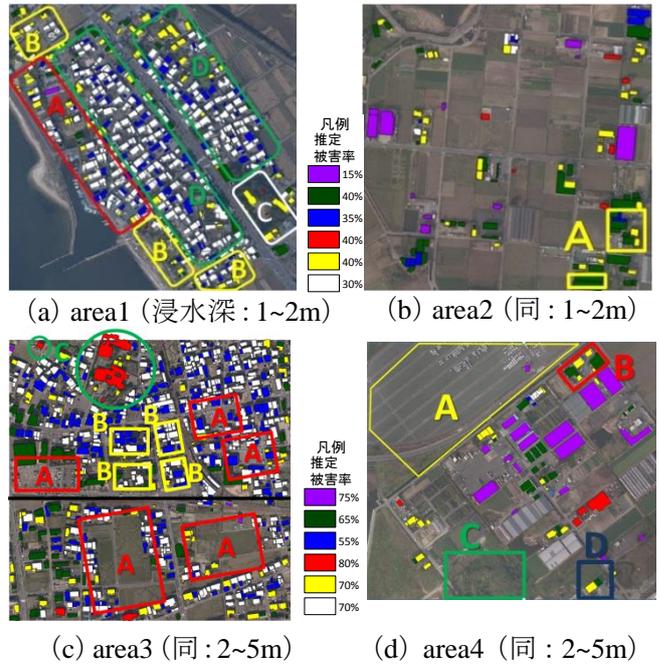


図-2 推定被害率による建物の色分け

65%~70%と同浸水深内で比較的被害率が低い建物であっても危険度が高くなる。また、図-2(d)の領域Cは他の領域の標高が1~2mに対して、標高が9mと比較的高く、その背後に位置する領域D周辺の建物はより危険度が低い可能性がある。

6. 結論

南海トラフ地域では巨大地震の可能性が高まっている。愛知県では、浸水想定域や想定浸水深等を予測しているが、建物の配置等が考慮されていない。そこで、本研究では建物密集度と想定浸水深から選定地域の危険度評価を試みた。

その結果、建物密集度、想定浸水深、建物構造から被害率を推定した柳川ら（2014）のモデルの推定結果では海岸、河川方向への開放度や海岸、河川との距離、また建物、木などの津波来襲に対する障害物の有無、建物の大きさ等を考慮してみると、我々の想像とは一致し難い点が見られた。

また、建物が密集している地域では建物の密集度による違いから推定値に変化があったが、建物が過疎化している地域では建物の配置等が被害率に影響する傾向が顕著に表れていたと考える。

さらに、浸水深が増加することで、推定被害率が大きく違ってくることから、浸水深が深い部分ではより建物の配置等の特徴を捉えることが被害率を推定するために必要であると考えられる。

参考文献

柳川竜一、堺茂樹（2014）：津波浸水深と建物密集度に着目した東日本大震災津波に関する建物被害特性、土木学会論文集 B3（海洋開発），70（2），pp.438-443。
 愛知県防災会議地震部会（2014）：平成23年度~25年度 愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査結果 <http://www.pref.aichi.jp/0000072625.html>，2014-12-2 参照