

奈良町における危険度評価と防災教育

Evaluation of seismic hazard in old Nara town and education for disaster prevention

碓井 照子*

Teruko Usui

はじめに

地震ハザード評価の研究史をみると火災保険分野と関係が深い。古くは、地震ハザード評価は、地震危険度評価と同意語として利用されていた。しかし、地震学も時代とともに変化し、ハザードとしての地震の規模（地震動など）を推定するため、一般的には建物被害や人間被害への危険度評価とは区別して地震ハザード評価といわれている。

日本では、阪神淡路大震災後に地震ハザード分析に関する国家的な取り組みがおこなわれ、2種類の地震ハザードマップが作成された。一方で、地震危険度マップも地方自治体を中心に作成され、防災対策として利用されている。しかし、学校教育においては、地図力の低下や地理力の低下により、ほとんど利用されていない状況である。本稿の目的は、奈良町という歴史的な保存地域で木造家屋が密集し、地震危険度の高い地域において、小中学校教育におけるハザードマップの利用をいかにしたらよいか、その教材作成にある。

そのために、本稿では、奈良町を対象地域として基礎的資料作りをおこなった。今後継続される研究においては、学校教育現場（春日中学校）と連携してハザードマップ教材のあり方を検討する予定である。

第1章 地震ハザード評価と危険度評価

第1節 決定論から確率論的地震ハザード評価への変化

第1項 決定論的地震ハザード評価

初期の地震ハザード評価は、決定論的アプローチが主流であった。このアプローチでは、まず、活断層分布図から地震を引き起こす活断層を特定し、断層の長さやマグニチュードの相関式からマグニチュードを推定する。次に距離減衰式から基盤レベルでの地震動を推定し、表層地盤の増幅率を考慮して場所レベルでの地表地震動を推定するものである。活断層法で有名な米国のアル

キスト・プリアリ活断層の地震ハザード評価は、決定論的アプローチによるものであった。しかし、この方法では、地震の発生確率を考慮していないため、既知の活断層では、地震の再現率が例え1万年であったとしても過去最大のマグニチュードで地震動が推定され、既知の活断層がない場合は低く評価されるという問題点があった。

第2項 確率論的地震ハザード評価

米国のCornell (1968) ¹⁾ が確率論的地震ハザード評価法を発表すると、保険会社を中心に地震の活動度（地震の再現期間）から発生確率を考慮した確率論的地震のハザード評価研究が行われるようになる。1970年代には、原子力施設や化学工場建設等に際して、保険会社を中心に確率論的なハザード解析が実施されるようになった。1980年代にはいと、決定論的アプローチで利用されていた最大想定地震 (Maximum Credible Earthquake : MCEと略す。) に発生確率の概念が導入され、リスク論的なハザード評価研究が増加する。

例えば、断層ごとに50年間の超過確率が10%になる地震（言い換えれば地震の発生確率がポアソン過程 $(1 - \exp(-50/474.56)) = 0.1$ ）とした場合、再現期間が475年となる地震を最大想定地震と考えるようになった。この50年とは、当時の建築物の一般的な耐用年数である。カリフォルニア州保険庁は、最大想定地震 (MCE) の地震動分布図から予想最大損失額 (Probable Maximum Loss : PMLと略す) を推定した。

特に、コンピュータの発達により地震を確率的に推定するCornellの方法が実用化され、1980年代になるとそれぞれの地点における地表地震動の大きさとその発生確率を現した地震ハザード曲線²⁾ (図1) が利用されるようになった。地震ハザード曲線の考案により地震ハザード評価は飛躍的に進歩した。地震ハザード曲線とは、年超過確率と地震動の関係を示した曲線で、その地域の歴史的地震の地震回数と規模から回帰曲線が作成されるものである。この地震ハザード曲線から地震ハザードマップが容易に作成できるようになった。

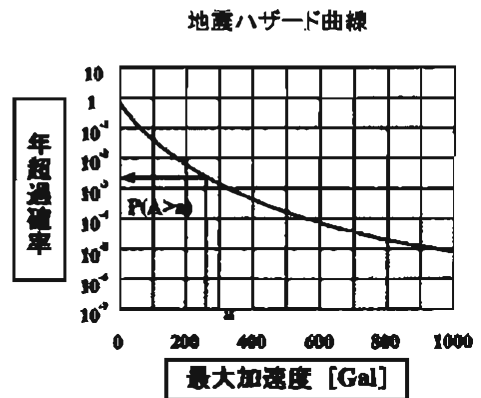


図1 地震ハザード曲線

第2節 地震ハザードマップと地震動予測地図

第1項 米国USGSの地震ハザードマップ

米国で地震ハザードマップが作成されたのは1930年代からである。当初は決定論的なハザードマップ作成が主流であったが確率論的なハザードマップへと移行し、現在では、確率論的なハザードマップが多く作成されるようになってきている。特に有名なのが、米国の地質調査所 (USGS) が、作成した地震ハザードマップである。このハザードマップは、50年間の地震発生確率が10%、5%、2%の超過確率を持つハザードマップ (地表最大加速度を示した地図) で、1996年に作成

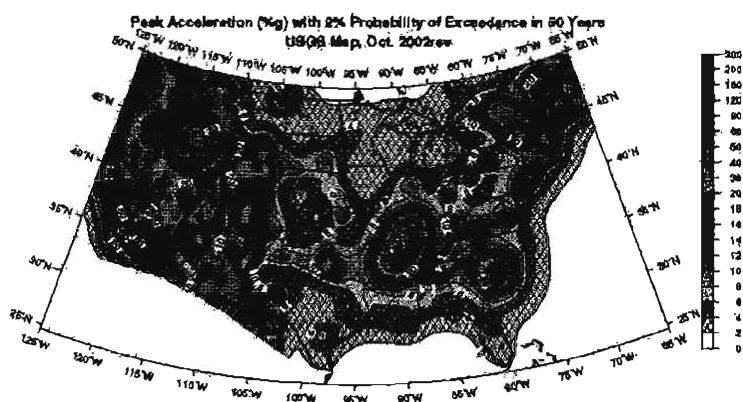


図2 米国地質調査所が作成した50年間の超過確率が2%の地表最大各速度マップ(ハザードマップ2002年)
http://earthquake.usgs.gov/research/hazmaps/products_data/2002/2002Apr03/US/US5pa2500v4.gif(より)

図2 米国地質調査所のハザードマップ

された、50年とは、前述したように一般的な建物の耐用年数であり、米国では1970年ごろから50年間の超過確率10%という表現の仕方が定着してきた。(図2：写真1)

第2項 日本の地震ハザードマップ

日本では、古くは1950年代に作成された河角マップ(1951)がある。これは、歴史地震資料をもとに75年、100年、200年間に地震の再現期間として予測された加速度マップで、その後の地震学に多大な影響を与えた。また、1980年代になると日本の活断層研究が進展し「日本の活断層」(活断層研究会、1980)が出版され活断層の全容が明らかになってきた。亀田らは、歴史地震資料と活断層を考慮した確率論的地震ハザード評価研究を精力的に進めた。(亀田・奥村、1985)

1995年の阪神淡路大震災以後、日本の地震調査研究が国民の視点に立った体制になっていないという反省から1995年7月に地震防災対策特別措置法が制定され、地震調査研究推進本部が総理府(現在の文部科学省)に設置されたのである。1999年4月には、地震調査研究の基本方針が策定され、①活断層調査、地震の発生可能性の長期評価、強震動予測等を統合した地震動予測地図の作成②リアルタイム地震情報伝達システムの開発、③大規模地震対策特別措置法に基づく地震防災対策強化地域確定と観測等の充実、④地震予知観測研究の推進の4つの重点的研究内容が概ね10年を目途に決定された。この方針を受け、日本でも地震ハザードマップ(地震動予測地図)の研究が国家的なプロジェクトとして実施されたのである。2001年度から地震調査研究推進本部地震調査委員会のもと独立行政法人防災科学技術研究所で「地震動予測地図作成手法の研究」が開始され、2002年6月には「地震動予測地図工学利用検討委員会(亀田弘之委員長)が設置された。

特に、地震動予測地図の作成に関しては、2004年度末を目途として、「全国を概観した地震動予測地図」の作成が図3に示したような体制で開始されたのである。(図3) その結果、日本では、

前章で説明した地震発生の確率論的評価による「確率論的地震動予測地図」と、決定論的地震動評価をベースにした特定の活断層地震を想定したシナリオ型の強震動評価に基づく「震源断層を特定した地震動予測地図」の2種類のハザードマップが作成されたのである。

第3節 地震被害予測マップと地震危険度マップ

第1項 工学的地震被害予測と地震被害リスク評価

確率論的な地震ハザード評価を地震被害予測へ利活用しようという研究は、近年増加している。地震動予測マップを地震被害軽減に利活用しようという防災意識の高まりがその背景にあるといえる。前述したように地震動予測地図作成のための研究プロジェクトは2001年度から始まったが、1年遅れて地震動予測地図工学利用検討委員会が、工学分野で活用するための方策を討議するため、2002年6月に防災科学技術研究所に設置された。(2004) 2004年9月に公開されたこの委員会の報告書によると①地震動予測地図の作成者への提言、②成果を社会に活かす部会での検討事項の提言、および③工学利用側への提言からなる総合的な提言を「成果を社会に活かす部会」に提出したとしている。成果を社会に生かすとは、地震被害の軽減や防災意識の向上のために研究成果を生かすという意味であり、特に、工学的な地震動予測マップの利活用として地震被害リスク評価への活用が重視されたのである。

石川ら(2003)は、2003年の論文で確率論的地震動予測マップを利活用した地震被害予測マップの提案をおこない、3種類の地震被害予測マップ作成の提案をした。それは、①メッシュ単位の地震リスクマップ(各メッシュに含まれる建物情報<耐震性、価格>に基づいてメッシュごとの地震集積リスクを計算し、ある確率レベルの推定損失額を表示したマップ)、②PML予測マップ(予想最大損失額)メッシュごとに所定の耐震性能の建物が存在する場合のPMLの予測値を耐震性能別に示したマップ、③リスク適合目標耐震性能マップ(PMLを許容水準以下に抑えるために必要な耐震性能を示したマップ)である。これらの地震被害予測マップは、地方自治体などで作成されている一般的な地震被害予測マップとは異なっている。

第2項 地方自治体における地震危険度マップ

一方、一般的な地震被害予測マップは、地方自治体などで作成されている地震危険度マップと呼ばれるもので、町丁別に建物被害棟数や延焼火災率、人的被害率などを分布図で表示し、地震動予測はシナリオ型で行われる場合が多い。地震動予測を利用しない地震危険度マップもある。それは、東京都の地域危険度マップなどで、町丁目ごとに建物倒壊危険度、火災危険度、避難危険度などの危険度ランクを計算して表示したもので、地震動などのハザード情報は考慮されてい

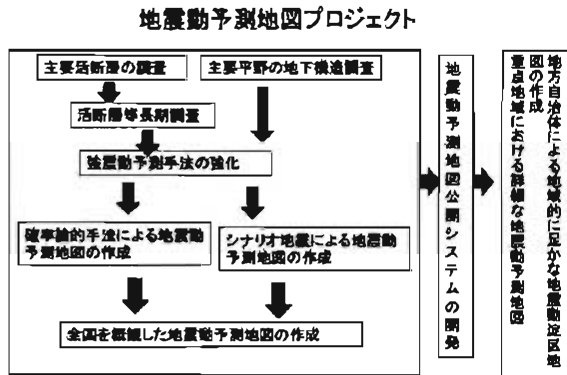


図3 地震動予測地図作成プロジェクトの作業一覧

ない。このように一般的に地震危険度マップと呼ばれるものは、地震のハザードの強度というよりは、一定規模の地震が発生した時の被害率（建物倒壊率、死者率、延焼率）など、人的被害や構造物被害の大きさを一定の式で予測したものである。

第2章 危険度評価としての地震危険度マップ作成

第1節 歴史的市街地の危険度評価

第1項 住民による災害危険度認識の向上と地震危険度マップ

わが国の歴史的市街地には、木造中心の密集市街地が多く存在するゆえに地震が発生した場合、その被害は甚大なものになると考えられる。奈良町のような歴史的市街地における防災では、延焼の抑制が最重要課題であるが、文化財が存在する等の理由から、全面的な市街地再開発ではなく、既存道路の一部拡幅や、個別の建物の建て替えなど、修復型のまちづくり整備により、部分的に徐々に市街地の防火水準を向上させる対策がとられている。

歴史的市街地の防災においては、住民の災害危険度に関する理解と防災まちづくりへの合意が重要である。住民と行政、専門家を含めた協議の場では、様々な条件のもとで地域の火災危険度の評価、整備効果として延焼の低減など、そこに住む住民がまずは自分のまちの災害危険度を認識するために地域危険度マップを作成するケースが多い。そのためには、客観的な手法とその結果をビジュアルに分かりやすく表示できるツールが必要であり、そのため、GISによる地震危険度マップ作製は、近年急増している。

第2項 土地・建物密集状態の分析事例

土地・建物の密集状態の分析にはGISを用いた東京都の土地・建物の分析がある。（高田他，2000）この研究はGIS技術を利用して、防災の観点から土地と建物の両面から東京の市街地の密集状態についての把握を目的としたものである。1989、1994年の国土地理院細密数値情報の10メートルデータを用い、対象地域を500メートル四方のグリッドに分割して、集計単位としている。分析対象とする土地利用は工業用地、一般低層住宅地、密集低層住宅地、防災を考える上で重要である空地（ここでは農地、道路用地、公園緑地）である。そして土地利用構成比、時系列変化、および隣接集塊性を計算している。これらの結果から墨田区京島2丁目、豊島区南長崎3丁目、世田谷区北沢4丁目、杉並区今川1町目を対象地域として選び、有効空地を抽出した。さらに、木造建物・防火造建物・耐火造建物といった建物の構造種別を考慮して、建物の隣棟間隔を分析し、土地建物の密集状態を明らかにした。この研究では東京都の土地利用の混在度、建物の密集度を数値的かつ視覚的に把握しており、同種や異種の土地利用の集塊・隣接の度合いの分析方法も提示している。

一般的に建物が密集している度合いを示す尺度としては、建蔽率が用いられるが、建蔽率を1から引けば空地率が求められる。しかし、建蔽率や空地率だけでは、災害時の延焼防止や避難路の確保などの防災上の問題や日照や通風といった都市環境の問題、景観などの諸問題を扱うのには十分とは言えない。これらの問題に関しては、建物間の隣棟間隔が重要指標のひとつであり、

単に建築面積としての建蔽率だけでなく、建物同士の配置具合を数値化することが重要である。

第2節 街区レベルの災害危険度の指標と算出方法

第1項 街区レベルの災害危険度の指標

東京都の地震危険度マップでは、人間に関しては人的危険度と避難危険度、建物に関しては倒壊危険度と火災危険度をもとめ、4つの組み合わせから総合危険度を評価している。また、長野県松本市では、古い木造建物の分布、都市防火区画整備率、燃え易い建物分布、道路閉塞、人口密度の4つの指標から総合評価しており、石川県金沢市では、延焼危険度、消防活動困難性、避難度確保困難性から総合評価している。これらは、国の災害危険度評価基準に基づいて総合評価しているが、地域によって多少の差がある。(郷内他、2003)

国が定めている街区レベルの災害危険度評価を図4にまとめた。この図によると災害危険度は、延焼危険度と避難危険度に分けられ、延焼危険度は、①不燃領域率、木防建蔽率、②消防活動困難区、③平均木造隣棟間隔から計算され、避難危険度は、④道路閉塞確率と⑤一次避難困難率から計算できる。

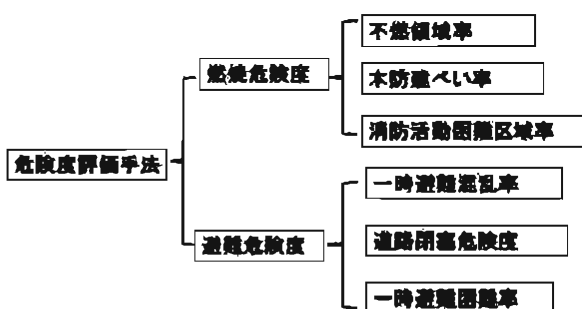


図4 一般的な危険度評価手法

第2項 街区レベルの不燃領域率・木防建蔽率と木造隣棟間隔

不燃領域率・木防建蔽率において不燃領域率とは、街区内の耐火建築が占める割合であり、木防建蔽率は、街区内の木造と防火木造建築が占める割合である。不燃領域率と木造建蔽率は図5を使って計算することができる。①不燃領域率と木防建蔽率による延焼危険度だけでは、建物密度の考え方がない。例えば、木造建築物が分散して存在する街区と、まとまって存在する街区では、木造建築物数が同じであれば、木防建蔽率は同じになる。そこで、③街区内の平均木造隣棟間隔を、木造の密集を評価する指標として用いる必要がある。木造隣棟間隔が小さいほど、すなわち木造建築物が密集しているほど、延焼危険度は高くなる。この値による危険度は、過去の火災時の隣棟間隔に関する資料(新建築学体系編集委員会、1983)⁴⁾より、危険度を設定した。

消防活動困難区に関して、国の評価手法では、消防車が通行できる道路に面する震災時有効水利からホースの届く範囲が占める割合で評価をしている。しかし、実際の消防活動を想定してみると、震災時有効水利から、消防車が通行できる道路にホースを伸ばし、そこから放水可能な範囲が、消防活動可能区域となる。そこで、消防活動困難区域率は、街区面積に対する、消防車が通行できる道路に面する震災時有効水利からホースの届く範囲内で放水可能領域に含まれない領域の面積の割合としている。ここで、消防車が通行できる道路は幅員6.5メートル(液状化の危険性がある場合は7.5メートル)、ホースが届く範囲は280メートルである。これらの値は、国の評価基準に準じたものでありこの比率より危険度を国の手法に従って作成することが可能に

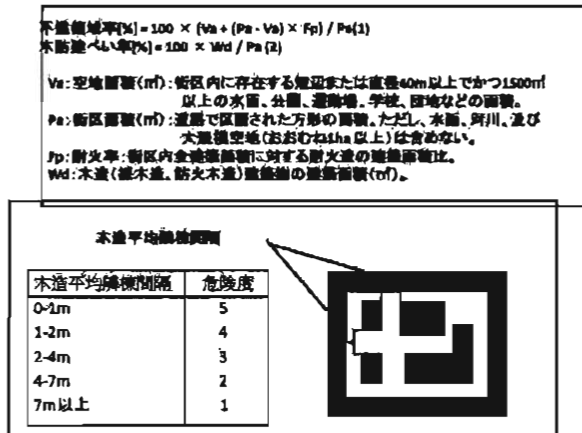


図5 各危険指標の算出法

なる。

避難危険度の評価には、④道路閉塞確率と⑤一時避難困難率を計算する必要がある。道路閉塞確率は、建物倒壊により道路が閉塞する可能性を避難危険度として評価するために用いるものであり、国の評価基準では、幅員4メートル未満の道路と、地盤の液状化の危険性が高い地区の幅員4～8メートルの道路は、道路閉塞確率=1.0(全て閉塞)、幅員8メートル以上の道路は、道路閉塞確率=0.0(全て閉塞しない)となっている。これ以外の地盤液状化の危険性が低い幅員4～8メートルの道路で道路閉塞確率を求め、評価で用いるとしている。つまり、道路閉塞確率は道路ごとに計算される。しかし、郷内らは、評価の単位が街区であるため「災害時に街区内の人間は、最も近い道路を利用して避難する」という考えから、道路閉塞確率を、災害時にその道路を利用する人数で、重みつき平均し、代表値を決めることにしている。

次に⑤一次避難困難率に関して国の評価手法では、一次避難地から一定距離以遠の範囲が占める割合で評価しているが、その方法では、同じ街区内でも避難地に近い建物と遠い建物では避難距離にかなりの差がでてしまう。そこで、街区を取り囲む道路の長手方向の中心から一次避難地までの最短道路距離を算出する方法もある。道路に面する建物面積で重みをつけた平均値を求め、それをその街区の一次避難地までの距離としている。

しかし、本稿では、延焼危険度における建物密度の影響を研究するため、非難危険度に関しては考察していない。別稿で検討する。

第3章 奈良町の地震危険度マップ分析作成と防災教育への課題

第1節 奈良町における延焼危険度の作成方法

図6は、藤谷(2008)内間(2007)が作成した奈良市地震動の揺れやすさマップである。このデータから奈良町は震度7であることがわかる。本研究では前章での評価方法を踏まえ、奈良町における街区レベルでの延焼危険度を国の評価手法を元に検討し、主にその中の不燃領域率と木

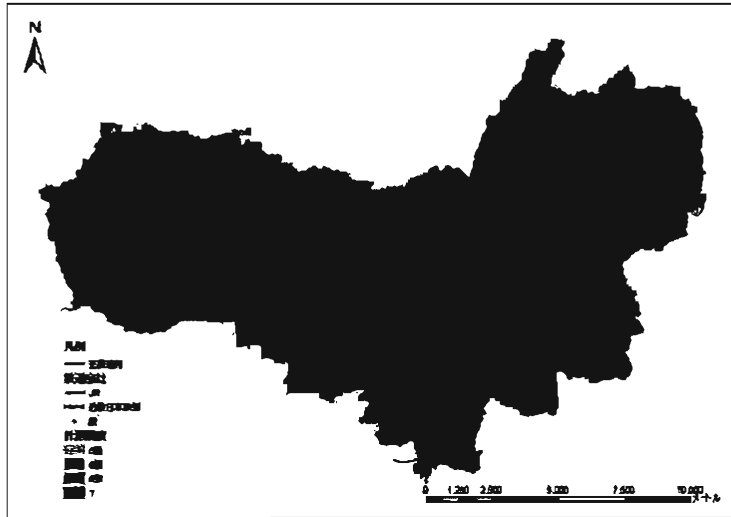


図6 奈良市における揺れやすさマップ（気象庁震度階級）
（数値地図2500、表層地質図、地形分類図、DEM、ボーリングデータより藤谷・内間作成）

防建蔽率の危険度の分析をArcGISを使用して行った。

使用したデータについて街区と公共施設は数値地図2500（空間データ基盤）を用いた。建物データについてはゼンリン住宅地図の建物形状を基に奈良町プロジェクトで調査した建物構造（目視による木造その他の分類）が入力されているデータを用いた。その他、町名など地図化する時に使ったデータは上記の数値地図2500データを用いた。

数値地図のデータは街区が町丁目でポリゴンが分割されているため、それを統合する作業を行った。まず、街区データをshapeフィールドでディゾルブを行なったが、ディゾルブ後のポリゴンは見かけは多数あるが内部で一つになっているマルチポリゴンなのでこれを切り離す必要がある。そこで、ArcToolboxの機能の一つである「マルチパート→シングルパート」を使ってフィーチャー一つ一つに分割する。こうして街区ポリゴンを作成した。このデータに面積と識別のための固有IDを付加した。

ゼンリンと数値地図の建物データの重複計算を避けるためにゼンリンの建物ポリゴンデータから数値地図の公共施設ポリゴンデータと一致する建物を空間検索を用いて抽出、削除したその建物データに所属街区の固有IDを付加するために空間結合を使った。

この建物データには調査困難などの理由で構造が入力されていない建物ポリゴンがある。それについては建物の階数によって自動的に木造（0～2階）と非木造（3階以上）に振り分けた。

その後、建物ポリゴンの構造と街区IDでディゾルブをかけた。こうすることによって各街区毎に構造別にポリゴンがまとめられるため建物面積の算出が容易になる。そうして、面積を求めた後構造別に新たにshapeファイルを作成した。この建物の面積を街区データに結合するためにそれぞれの街区IDをキーコードとしてテーブル結合を行なった。数値地図の公共施設ポリゴンデータについても街区IDの結合以降の作業を行ない面積比を求め、街区ポリゴンに面積を与えた。こうして、街区データに各構造別の建物面積が結合されたのでそれを用いて不燃領域率と木防建坪



図9 不燃領域率と木防建敷率による危険度

心部の北室町、中院町、高御門町、中新屋町、鶴町、陰陽町、西新屋町、芝突抜町、公納堂町、福智院町、鳴川町、毘紗門町、薬師堂町、十輪院町、十輪院畑町、元興寺町、納院町、川之上町、築地之内町などにおいては危険度が5となっており高いことがわかる。これらの地域は木造密集地域であることがわかり、人口密度から三条町、元林院町、南市町、西寺林町、餅飯殿町などは最も危険度の高い人口集中地域である。

第2節 地震危険度評価を利用した防災教育への課題

第1項 ハザードマップ学習のあり方

第1章で記述したように地震ハザードマップを初等中等教育の教材として利用する場合、地震ハザードマップの歴史を踏まえた学習の導入が必要である。まず、ハザードマップとは、地震の規模やその出現頻度に関してハザードとしての規模の評価をマップに示したものであるという理解と地域の危険度をマップで表現したものであるという2種類のハザードマップの意味を教師側が理解して指導する必要がある。

特に地震ハザード評価とは、自然災害の発生する必然性と蓋然性の両面をもっていること。災害とは、人間の居住地との関係でその被害規模が想定されること。危険度評価とは、災害を受けるリスク概念を内包していることである。これらの基礎的なハザードマップに関する基礎的知識をまず、教員に理解されるハンドブックを作成する必要がある。

第2項 防災教育におけるハザードマップ学習の課題

奈良町が通学校区である春日中学校において2008年10月11日作成したハザードマップを展示したが、子供達には、地図の基礎知識がないゆえに理解することが困難であった。特に、活断層に関する知識もほとんどないといえる。春日中学校に近接して活断層があり、あまり、強調するこ

とも恐怖心のみを増長しかねない。しかし当日、子供達に「地震の話」をした本学地理学科の池田碩教授の講義には、大層興味を示していた。

このような地震危険リスクを抱えた地域に居住するには、その防災意識をどのように育成すればよいか。そのためには、災害に関する基礎的な考え方（災害と共存しなければならない日本列島の宿命）なども理解するような教材作成が必要である。

また、地図力がかなり低下している中学生に地図の読図力向上と連携したハザードマップ学習が必要である。今後は、電子国土Web上でのハザードマップの教材化を検討する必要がある。

おわりに

第Ⅰ章では地震ハザードマップ作成の研究史を概観し、第Ⅱ章では地域危険度マップ作成の中でも街区レベルの算出法について詳述した。第Ⅲでは、奈良町の災害危険度と建物密度の分析を不燃領域率と木防建蔽率による危険度を計算し、防災教育への利活用の可能性を考察した。

本研究では奈良市の地域防災力を見るために歴史的な町並みを多く残す奈良町において調査を行い、不燃領域率や木防建蔽率を考慮してArcMapを使い街区毎の危険度を割り出した。この研究により奈良町には非常に危険な地域がありかつ火災被害に対してはあまり防災力の高い地域とはいえない。

この研究成果を踏まえて、奈良町が通学区である春日中学においていかにして防災教育を推進していけばよいかなど課題が多い。まず、ハザードマップに関する基礎的な知識を整理し、GISにより危険度マップを作成した。これらのマップに関しては、春日中学校で展示したが、このままの危険度マップでは、子供達にはわかりにくく、あまり、強い関心を示すことがなかった。より、基礎的な知識が身近に理解できる可能性を考慮しなければならない。

今後は、電子国土Web上に危険度マップをオーバーレイし、地図学習と連携した防災教育が必要なのではないかと考えている。

参考文献

- 石川裕・奥村俊彦・宮越淳一・斎藤知生（2003）「地震動予測・地震被害予測マップの新メニュー」, 日本建築学会大会学術講演梗概集2003. B-2, 構造Ⅱ, pp.91-92.
- 内閣康洋（2007）「GISを用いた地震被害予測と危険度マップの研究」, 2007年度奈良大学文学部卒業論文.
- 活断層研究会（1980）『日本の活断層』東京大学出版会, 363p.
- 亀田弘行・奥村俊彦（1985）「活断層データと歴史地震データを組み合わせた地震危険度解析」, 土木学会論文集, 362号/I-4, pp.407-415.
- 河角廣（1951）「わが国における地震危険度の分布」, 建築雑誌, 66巻773号, pp.3-8.
- 郷内吉瑞、大貝彰、渡辺公次郎、中西功、山本剛大（2003）「歴史的市街地における住民参加型防災まちづくりのための災害危険度測定手法の検討」, 日本建築学会東海支部研究報告集, 第41号, pp.777-780.
- 新建築学体系編集委員会（1983）『新建築学体系 建築安全論』, 彰国社
- 地震調査研究推進本部 地震調査委員会（2005）『全国を概観した地震動予測地図』 報告書.
- 地震動予測地図工学利用検討委員会（2004年）『地震動予測地図の工学利用－地震ハザードの共通情報基盤を目指して－』, 防災科学技術研究所研究資料, 第258号.

- 島田由起・吉川徹・阪田知彦（2000）「東京都地理情報システムを用いた土地・建物の密集状態の分析（特集、持続可能な都市づくり）」、総合都市研究，第71号，p.165-74.
- 損害保険料率算定会（1984）「地震動予測の研究」，地震保険調査研究6，149p.
- 損害保険料率算定会（1985）「活断層による地震危険度に関する研究 その1」，地震保険調査研究16，149p.
- 藤谷和樹（2008）「奈良市における揺れやすさマップの研究」，2007年度奈良大学文学研究科修士論文.
- 堀田樹人（2004）「密集市街地における消防活動困難地域のGIS分析」，2004年度奈良大学文学部卒業論文.
- 松田時彦（1979）「活断層と地震発生に関する六つの経験則」，地理，24巻9号，pp.13-20.

-
- 1) Cornell, C.A.地震危険度解析および確率地震学の創始者といわれている。
 - 2) 図1に示したが、年超過確率と地震動の関係を示した曲線、その地域の歴史的地震などから地震回数と規模の回帰曲線から作成される。
 - 3) <http://www.jishin.go.jp/main/welcome.html> から情報が得られる。
 - 4) 川越ほか、「新建築学体系12 建築安全論」，1983，彰国社