

地形分類とボーリングデータを活用した 沿岸域の地震脆弱性に関する GIS 解析

GIS Analysis about Earthquake Hazard Risk on Coastal Zone using Landform Classification and Boring Data

小荒井 衛*・佐藤 浩**

Mamoru KOARAI and Hiroshi P. SATO

要旨：日本は地震活動や火山活動が活発で災害ポテンシャルの高い国土であるが、特に沿岸域は軟弱な地盤であるために、地震等による地盤災害の影響を受けやすい。本論文では、公開されている地理空間情報（特に地形分類情報）を活用して、地域の災害脆弱性を評価する手法について検討した。遠州灘を例として東南海地震（1944年）を対象に、土地条件図の地形分類データと住家全壊率等被害線図とを組み合わせて地理情報システム（GIS）による解析を行った。その結果、段丘や扇状地では建物被害が比較的軽微で、谷底平野・氾濫原、海岸平野・三角州、自然堤防等で建物被害が大きいという結果になった。自然堤防で住家全壊率が高い、谷底平野・氾濫平野の方が海岸平野・三角州よりも有意に住家全壊率が高いなど、地形分類だけでは説明出来ない被害状況があったため、ボーリングデータから対象地域の浅層地質を明らかにして被害状況とのオーバーレイ解析を行ったところ、軟弱地盤（15m以浅のN値10以下の泥層）が厚く堆積しているところでの被害が大きくなることが分かり、地形分類を単純にハザードリスクに読み替えるだけでなく、表層地質の影響や地形発達過程を考慮する必要があることが分かった。

キーワード：土地条件図, 地形分類, 地震建物被害, ボーリングデータ, 地理情報システム

1. はじめに

日本は国土面積の70%近くを山地が占めるといふ急峻な国土であり、テクトニックの視点からも世界で最も活動的な造山帯の一部であり、地震、火山噴火、豪雨による斜面崩壊・洪水など、様々な災害の発生するポテンシャルを有している。1億を超える国民の多くは狭い国土の30%程度の平野部に集中して居住しており、とりわけ沿岸域は軟弱な地盤環境にあるため、ひとたび災害が起これば甚大な災害に発展する可能性を有している。

現在、地方自治体等が地域毎のハザードマップ

を作成して、住民に公開する機会が増えてきている。このようにその地域の災害特性を理解する上では、その地域の特に地形に関する様々な地理空間情報を活用することが望まれる。日本では、1/25,000地形図をはじめとして、地質図、地形分類図、数値標高データなど、様々な地形や地質に関する情報が公開されており、2007年5月に地理空間情報活用推進基本法が成立したことにより、これまで以上に地理空間情報を国民が自由に活用できる環境整備が進みつつある。

地理空間情報の整備がデジタルで進み、様々な学問分野で地理情報システム（Geographic

* 正会員 国土地理院 地理地殻活動研究センター, ** 非会員 国土地理院 地理地殻活動研究センター

Information System: GIS)が使われるようになった。近年、土地条件図、地質図、植生図、土壌図等の主題図がベクトル型の地理空間情報として整備されつつある。ベクトル型の地理空間情報とは、点（ポイント）、線（ライン）、面（ポリゴン）などの図形情報に主題情報がリンクされている情報である。ハザードマップの作成においては各地域の災害特性を捉えた上で災害危険度の評価を行うことが重要であることから、土地の持つ特性を地形の発達過程の中で捉えて分類・表示した土地条件図の地形分類情報は、ハザードマップ作成のための基礎的な情報を提供する。そのため地形分類のベクトルデータを活用した災害研究の進展が期待されるが、現時点ではそのような領域の研究はあまり進展していない。

日本の土地条件図は、2006年度から国土地理院よりベクトルデータとして刊行されており、容易に他のGISデータと組み合わせる解析することが可能である。例えば、土地条件図の地形分類ポリゴンデータを、過去の地震災害の建物被害（住家の全壊率の等被害線をベクトル化したもの）と重ね合わせ（オーバーレイ）、建物被害の高い地形と低い地形を抽出することが可能である¹⁾。また、地形分類の結果を地震時における地盤応答特性という視点でまとめ直し、一種のハザードマップである「揺れやすさマップ」あるいは「液化化しやすさマップ」を作成することも容易である²⁾。

そのような背景から本研究では、地形分類のポリゴンデータと浅層地質のボーリングデータを活用して地形・浅層地質情報と災害情報とをGISによりオーバーレイ解析し、データ間の相関分析の結果から地域の災害脆弱性を評価する手法を検討する。対象地域は東海地方の遠州灘沿岸域とした。遠州灘沿岸域は、土地条件図が整備されていること、プレートの沈み込みに伴う巨大地震が定期的に発生し過去の地震災害の情報が入手しや

すいこと、発生が予測されている想定東海地震等災害ポテンシャルが高く土地条件図の情報を有効活用できる等の理由により、解析対象として適当な地域である。

2. 研究対象地域の地形概要

研究対象範囲は、東は御前崎から西は浜名湖にかけての地域である。この地域には、御前崎から太田川にかけて開析の進んだ山地（斜面）が分布しており、天竜川の西側と東側に広い面積の上位面が分布している。海岸沿いには海岸線に沿って砂丘、砂堆・砂州が帯状に連続する。これらを横断して、東側から菊川、太田川、天竜川が遠州灘に流入する。太田川流域では中流部以上で谷底平野・氾濫平野、下流部で海岸平野・三角州が広く分布し、菊川およびその他の中小河川では谷底平野・氾濫平野が主に分布する。天竜川沿いでは、上流から緩扇状地、自然堤防が主に分布し、自然堤防と交錯しつつ旧河道に沿って谷底平野・氾濫平野が分布している。

3. 地形分類と地震建物被害との関連性のGIS解析（先行研究の概要と課題）

東海地方を対象にした地形分類と地震建物被害との関連性のGISによるオーバーレイ解析は、既に小荒井ほか（2007）が行っており¹⁾、遠州灘沿岸についても1854年安政東海地震と1944年東南海地震を対象に解析を行っている。本章では、1944年東南海地震を対象とした先行研究の概要を紹介し、その際明らかになった問題点を記述する。

3.1 解析手法と使用したデータ

1944年に紀伊半島南東沖で起きたM7.9の東南海地震による住家全壊率分布図のGISデータを作成し、土地条件図の地形分類ポリゴンデータと重

ね合わせて、被害の大きい土地条件を解析した。

地形分類は国土地理院刊行の土地条件図「浜松」「掛川」「磐田」「住吉・御前崎」のポリゴンデータを使用した。全域の土地条件図の地形分類データを取りまとめたものを図1に示す。

地震建物被害は、大庭（1957）による住家全壊率の等被害線図³⁾に基づいて、ArcMAPにより被害分布のポリゴンデータを作成した（図2）。ここで住家全壊率とは、集落毎の全戸数に対する全壊した住家の割合である。図には、住家全壊率1%以上の地域を図示した。台地を刻む谷の部分に住

家被害が出ているが、斜面や段丘上ではほとんど出ていない。特に太田川流域の谷底平野部と菊川流域で住家全壊率が高く、全壊率が60%を越える地域が広く出現している。

3.2 土地条件と住家全壊率との関係

住家全壊率毎のポリゴン情報を土地条件図の地形分類ポリゴンデータとGIS上で重ね合わせ、ポリゴン毎に面積を求め、地形分類毎の住家全壊率別面積構成比や住家全壊率毎の地形分類別面積構成比を計算し、解析を行った。

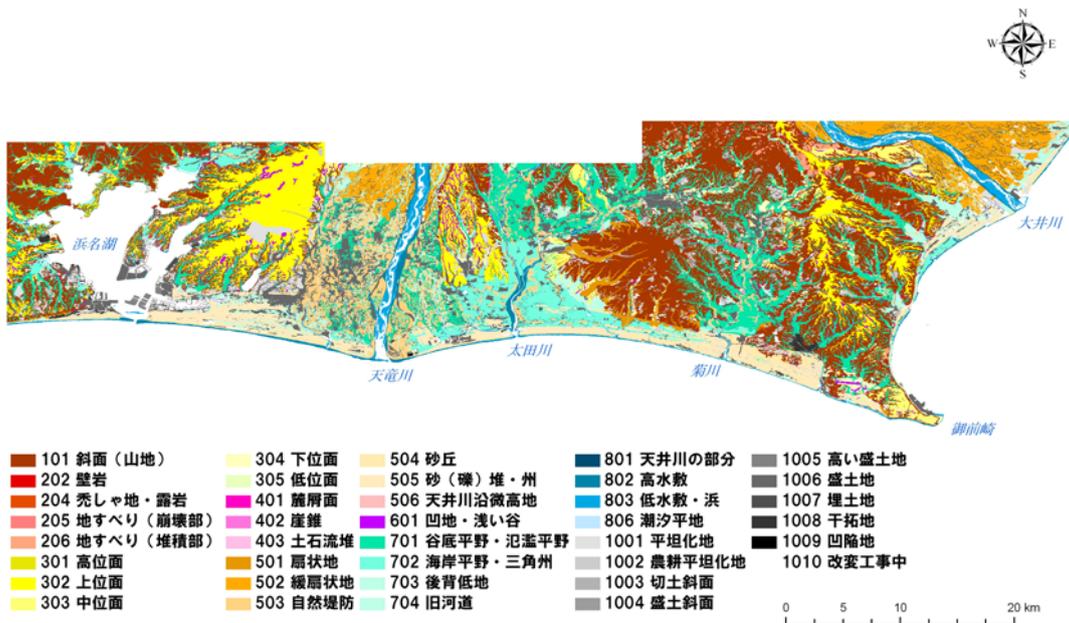


図1 東海地方遠州灘沿岸の土地条件図



図2 遠州灘沿岸の1944年東南海地震による住家全壊率の等被害線図(大庭, 1957を元に作成)

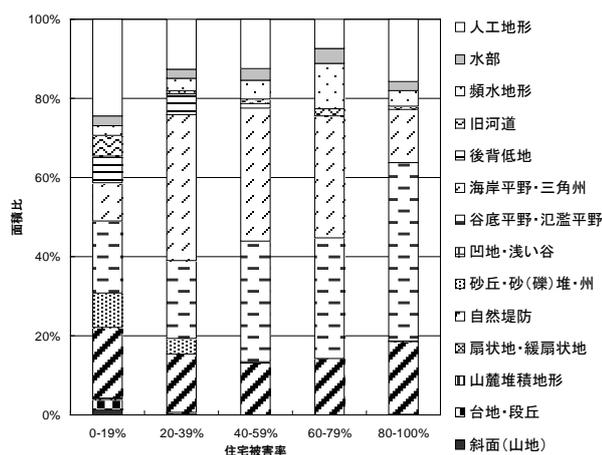


図3 1944年東南海地震の住家全壊率毎の地形分類の面積比(小荒井ほか, 2007を改変)

図3は20%刻みの住家全壊率に応じて、土地条件図の地形分類の面積比を示したもの¹⁾である。自然堤防、谷底平野・氾濫平野、海岸平野・三角州が大きな割合を占めている。個別に詳細をみると、谷底平野・氾濫平野は住家全壊率40%以上において面積比30%以上で、とりわけ住家全壊率80%以上では面積比は40%以上である。海岸平野・三角州は住家全壊率20～79%において面積比30%以上となっているが、住家全壊率1～19%、80～100%ではその面積比はそれぞれ9.8%、13.7%と半分以下である。自然堤防は各住家全壊率で面積比13%超となっており、ほぼ一定の面積比を占めている。

GISによるオーバーレイ解析結果では、地盤条件が良いとされている段丘や扇状地(緩扇状地を含む)では建物被害が相対的に小さく、自然堤防、谷底平野・氾濫平野、海岸平野・三角州で相対的に地震被害が大きい。一般に沖積低地の中では比較的地盤条件が良いとされている自然堤防での被害が大きかったが、当時の住家は地盤の良い自然堤防上に立地し、地盤の悪い谷底平野・氾濫平野等にはほとんど立地していない。従って、今回の建物被害の大小は地盤条件の良い自然堤防上での、より局所的な地盤の良否が反映されている可能性が大きい。また、谷底平野・氾濫平野の方

が、海岸平野・三角州よりも有意に建物被害が大きいのという、従来の知見とは逆の結果であった。

以上のことから、より精度の高い地震災害脆弱性を判断するためには、地形的な条件だけでなく、地下の軟弱地盤等の深さや厚さ等の地質地盤条件等も考慮する必要があると考えられる。

4. 浅層地質と建物被害との関連に関するGIS解析の方法と使用データ

前章で紹介したように、土地条件と地震建物被害との関連をGISでオーバーレイ解析した結果、地震建物被害の程度は特定の地形条件の箇所が高くなっていることがわかった。しかし、同じ地形分類の中でも建物被害の顕著な箇所とそうでない箇所は偏在しており、これらは表層地質の違いを反映したものと考えられる。そこで本研究では、ボーリングデータから浅層地質の情報、特に軟弱地盤の厚さのデータをGISデータとして読み取り、地震建物被害のGISデータとのオーバーレイ解析を行った。

4.1 解析対象地域および解析方法

ボーリングデータの解析は、遠州灘沿岸域の太田川流域と菊川流域を対象に行った。これらの地域は、1944年東南海地震の建物被害が大きかった地域である。特に太田川流域では、上流部の谷底平野・氾濫平野で住家全壊率が高いのに対し、下流部の海岸平野・三角州では谷底平野・氾濫平野と比べると相対的には小さかった。そのため、地形分類以外の要素がどれだけ建物被害に影響を及ぼしているのかを検証するのに、良い地域である。太田川流域と菊川流域に沿って調査されたボーリングデータを基に、過去の地震建物被害状況と表層地質、特に浅層の軟弱地盤の厚さとの関連を調べた。ボーリングのポイントデータ毎に軟弱地盤の厚さを求め、GISで2次元の軟弱地盤厚

データに内挿し、それと土地条件図の地形分類ポリゴンデータや地震による住家全壊率の等被害線図のポリゴンデータと重ね合わせて解析を行った。

4.2 ボーリングデータの概要

解析に使用したボーリングデータは、静岡県が東海地震対策推進のために、日本道路公団、JR 東海、静岡県地質調査業協会等の協力を得て、1977, 1982, 1987, 1994 年の 4 回にわたって収集したボーリング柱状図データを電子データ化したものである。防災研究目的での使用ということで許可を取り、このデータを使用した。

データベースの総本数は 2656 本で、ボーリングデータの分布を図 4 に示す。この図を見ると、山地斜面でのボーリングが少ないなどの地域によるボーリングデータの粗密はあるものの、沖積

低地全体にわたってデータが存在している。

ボーリングデータ自体はテキストデータの形でデータベースに格納されており、ボーリングの位置の X, Y 座標、坑口標高などが、各ボーリングデータには坑口から 1m おきに層相、N 値などが記入されている。これらのデータをエクセルの表形式に直して、解析を行った。

なお、本研究では沖積層の軟弱地盤を対象とするため、土地条件図の地形分類ポリゴンデータと重ね合わせ、大地形分類の斜面、変形地、台地・段丘、山麓堆積地形に位置するボーリングについては、解析対象から除外した。その結果、使用したボーリングの本数は、太田川流域で 1140 本、菊川流域で 420 本である。

「ボーリング柱状図データ仕様と使用上の注意」には、「収集した個々のボーリング柱状図データは、個別に県が査収したものではないので、

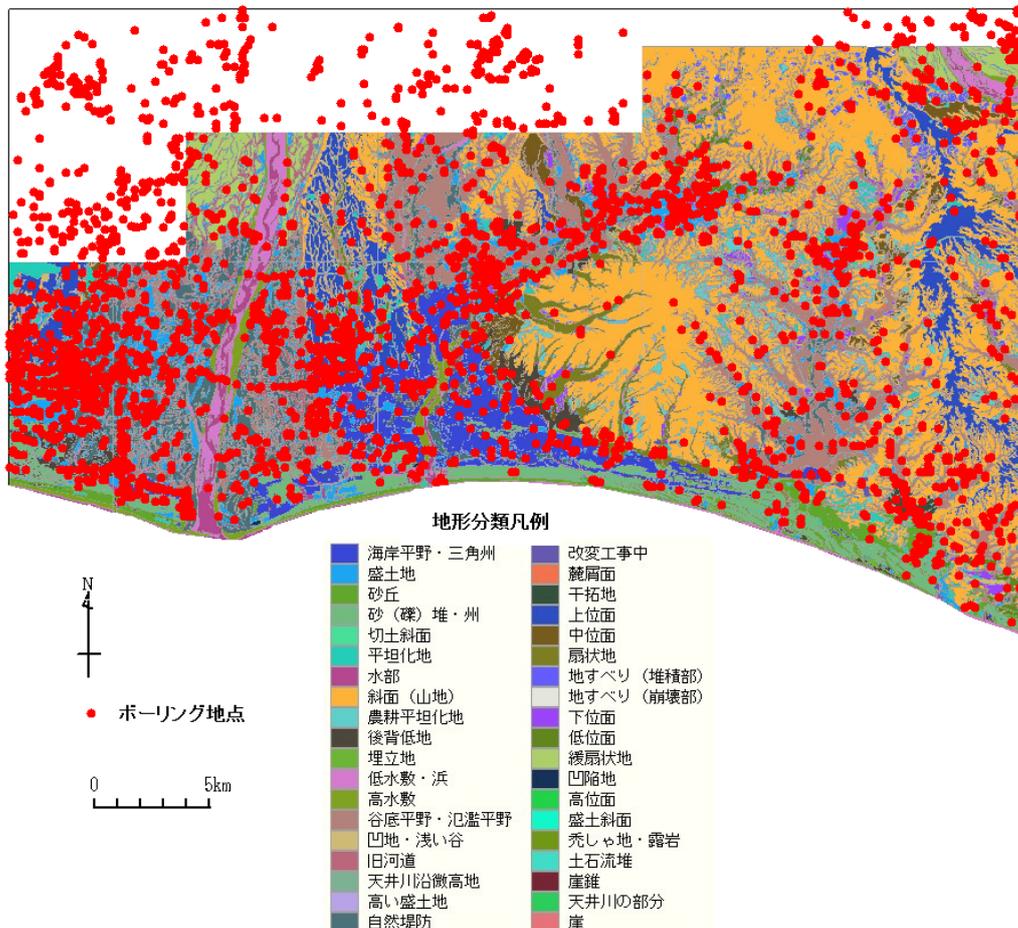


図4 解析に使用した静岡県提供のボーリングデータの分布図(背景は土地条件図の地形分類)

個別データの信頼性を保障できるものではない」と書かれている。そのため、ボーリングの位置精度については不明である。緯度・経度が秒単位まで入力されていること、オーバーレイ解析の対象となる住家全壊率の等被害線図が各集落単位の住家全壊率を基に作成していることを考えると、浅層地質を内挿するのに精度上問題があるものとは判断しなかった。

4.3 ボーリングデータの GIS 解析方法

4.3.1 基本的考え方

今回の解析では試行錯誤の結果から軟弱地盤を深度 15m 以浅の N 値 10 以下の泥層と定義し、それに該当する層相、N 値の層準に対して、1 m 単位でその層厚を積算累積値と最大連続値で求めて、それぞれのボーリングデータのデータベースに入力した。データベースには、ボーリングの X 座標、Y 座標、その地点の軟弱地盤の厚さ（積算累積値、最大連続値）が入っていることになり、軟弱地盤の厚さ（積算累積値、最大連続値）のポイントデータとして GIS 上に展開される。そこで、これらのポイントデータを元に GIS の機能を使って面的に内挿し、軟弱地盤の厚さの面的データを作成した。

4.3.2 三次元地質構造モデル化ソフトの使用

今回、2 次元に分散する点の情報（ボーリング地点での軟弱地盤厚のポイントデータ）から GIS を使って面的に内挿する（軟弱層の厚さ分布データを作成する）方法として、(株) ジーエスアイが開発した三次元地質構造モデル化ソフト (Geomap 3D) を使用した。

Geomap 3D は堆積面、浸食面などの地質形成面を、塩野ほか (1988) の方法⁴⁾で関数化し、地下の三次元地質構造をモデル化するソフトである⁵⁾。今回の解析事例だと、N 値が大きく変わる深度を

ボーリングによりポイントで捉えているので、これらを地質形成面の一つとして三次元的に捉えることにより、軟弱泥層の最下部や最上部の地層境界部を、地下三次元構造として捉えることが可能となる。今回の解析では、地下の軟弱泥層の三次元構造を求めることにより、軟弱地盤の厚さを東西方向 149m、南北方向 99m のグリッド間隔で内挿した。

4.3.3 具体的解析内容

今回のボーリングデータベースでは、様々な深度のボーリングデータがあり、ごく浅層しか掘っていないボーリングを解析に含めることにより、内挿結果に影響を与えることが懸念される。そこで基盤深度まで達しているボーリングのみ解析することにし、N 値 50 以上の地層が 3m 以上連続した場合を、基盤に達したものと見なすこととした。

当該箇所は沖積層が厚く、深度 40m 以上に及ぶものも存在するが、浅層に存在する軟弱地盤の方が建物被害に与える影響が大きいと仮定して、対象とする軟弱地盤の深度を 10m、15m、20m という具合に、任意に設定して変更した。また、N 値についても 5 以下、10 以下、15 以下と任意に設定して変更した。その結果、軟弱地盤の厚さと住家全壊率の等被害線との対応が良かったのは、深度 15m 以浅の N 値 10 以下の泥層の分布であった。従って、この条件に該当するものを軟弱地盤と定義して、今後の解析を行った。この様に帰納的な方法で軟弱地盤の定義を行ったが、須長・熊木 (1982) は、東南海地震による遠州灘沿岸域での建物被害について、大庭 (1957) の住家全壊率のデータとボーリングデータの N 値との関係をポイントデータとして解析し、N 値 10 未満の層の厚さが、10 以上の層の厚さの約 4 倍の重みをもって全壊率に寄与していることを示した⁶⁾。従って、

今回の解析でN値 10 以下の泥層を軟弱地盤と決めたことは、概ね適切であると考えられる。

5. ボーリングデータの GIS 解析結果

5.1 軟弱地盤の分布特性

深度 15m 以浅のN値 10 以下の泥層の厚さ分布について、大庭 (1957) による住家全壊率の等被害線図と重ね合わせたものを、太田川流域について図 5 に、菊川流域について図 6 に示す。

これらの図を見ると、全体として主谷の形状に沿うような形で軟弱地盤の厚い箇所が存在することがわかる。特に、支谷が主谷と合流するような谷の出口にあたる部分で、軟弱地盤が厚い箇所が円状に分布していることがわかる。

5.2 軟弱地盤の厚さと地震建物被害や地形分類とのクロス集計結果

Geomap 3D で求めた軟弱地盤厚の 2 次元分布メッシュデータを、東南海地震の住家全壊率のポリ

ゴンデータや、土地条件図の地形分類ポリゴンデータと重ね合わせて、GIS によるオーバレイ解析を行った。その結果、太田川流域について、住家全壊率毎の軟弱地盤の厚さを面積 (グリッド数) で表したものを図 7 に、面積比 (グリッド数比) で表したものを図 8 に、菊川流域について、住家全壊率毎の軟弱地盤の厚さを面積 (グリッド数) で表したものを図 9 に、面積比 (グリッド数比) で表したものを図 10 に示す。一方、太田川流域について、地形分類毎の軟弱地盤の厚さを面積 (グリッド数) で表したものを図 11 に、面積比 (グリッド数比) で表したものを図 12 に、菊川流域について、地形分類毎の軟弱地盤の厚さを面積 (グリッド数) で表したものを図 13 に、面積比 (グリッド数比) で表したものを図 14 に示す。

6. クロス集計結果の考察

6.1 住家全壊率毎の軟弱地盤厚との関係

軟弱地盤の厚さが厚い地点ほど、住家全壊率が

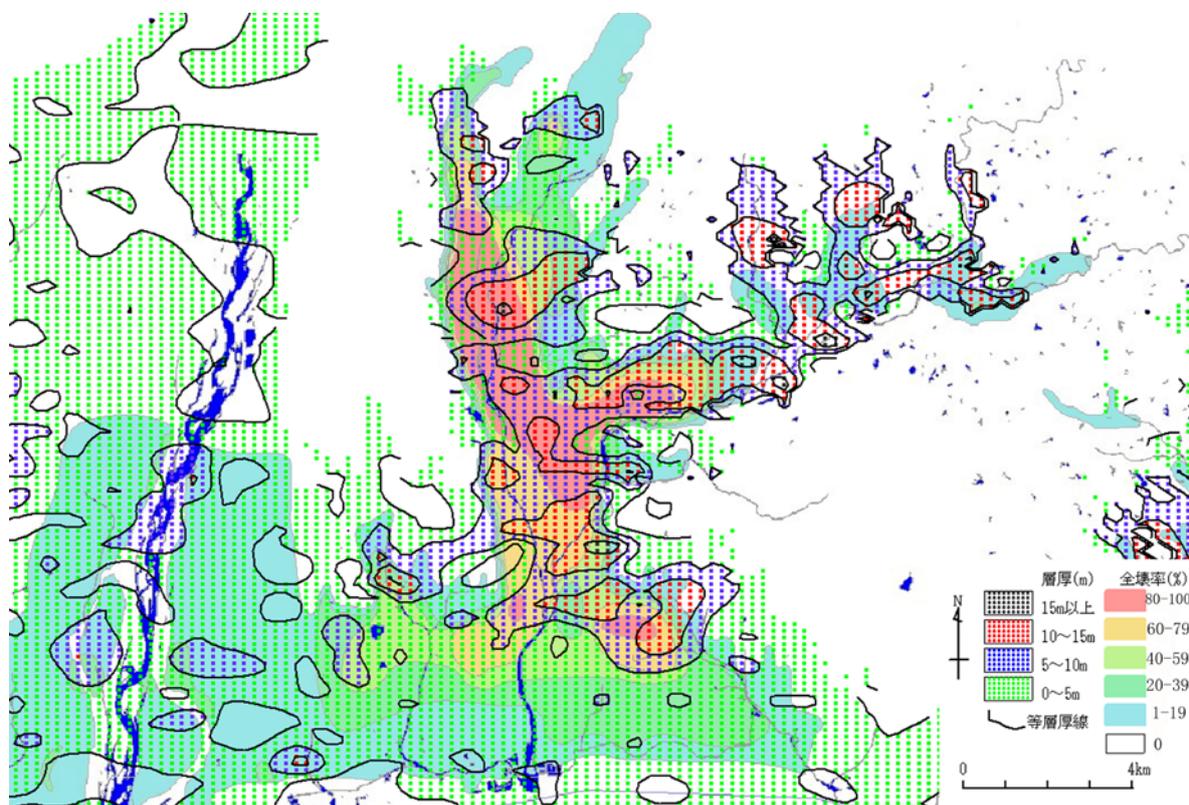


図5 太田川流域の軟弱地盤の等層厚線図 (深さ 15m 以浅のN値 10 以下の粘土層の層厚)

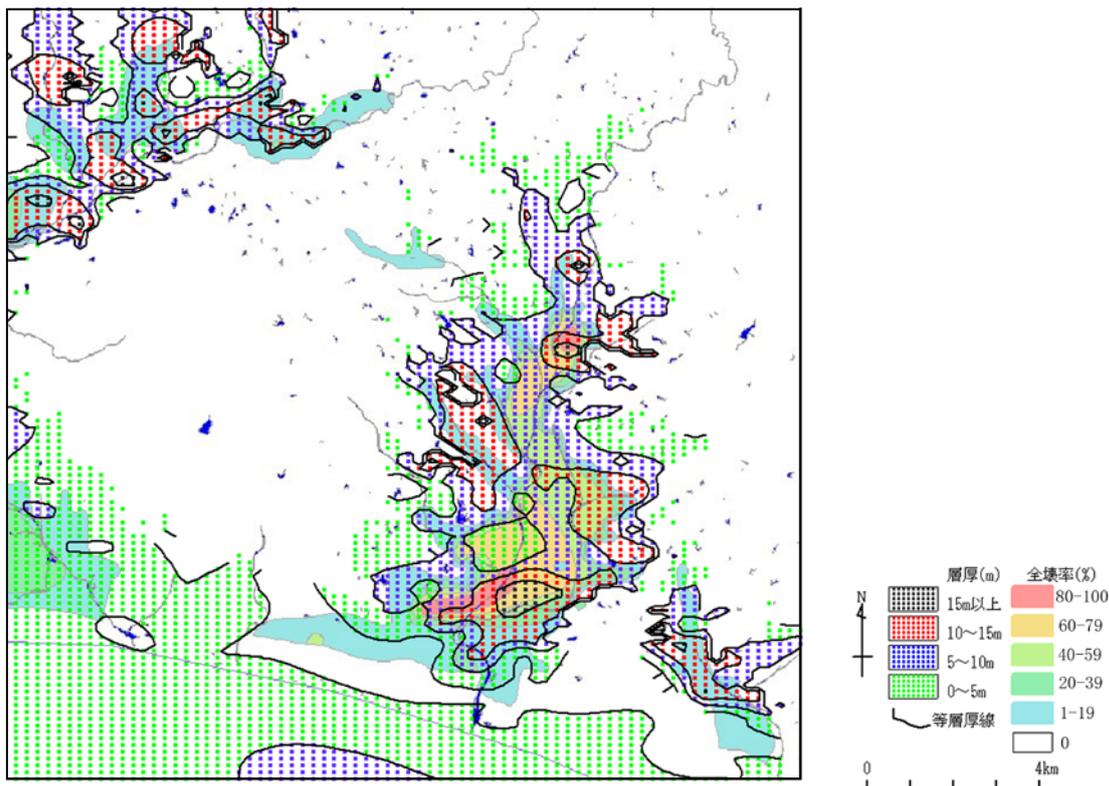


図6 菊川流域の軟弱地盤の等層厚線図(深さ15m以下のN値10以下の粘土層の層厚)

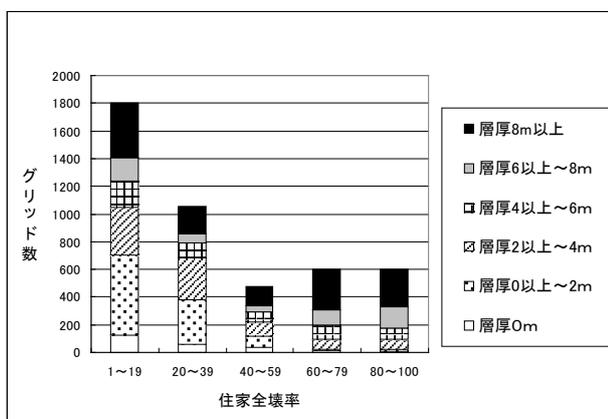


図7 住家全壊率毎の軟弱地盤厚(太田川)

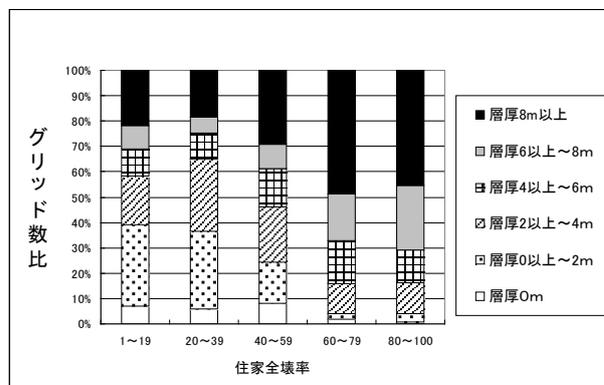


図8 住家全壊率毎の軟弱地盤厚構成比(太田川)

大きくなることが予想されるが、太田川の解析結果を見ると、全壊率が増加するにつれて軟弱地盤が厚く分布する傾向を示しており、予測と調和的である。特に住家全壊率60%を越えるところでの面積構成比の変化が顕著である(図8)。住家全壊率が60%以上の地域では軟弱地盤の厚さが6m以上の地点の構成比が約7割であるのに対し、住家全壊率が60%未満の地域では、約3割である。

一方、菊川流域についてみると、全体的に

軟弱地盤の厚さが厚い地域が多いため、太田川流域ほどは傾向が顕著ではない。しかし、住家全壊率60%以上80%未満を除いては、住家全壊率が20%以上の地域では大半が軟弱地盤の厚さが6m以上の地域が多いのに対し、住家全壊率が20%未満の地域では、軟弱地盤の厚さが6m以上の地域の面積比は5割を割っており、軟弱地盤の厚さが厚いほど住家全壊率が大きくなる傾向は菊川流域でも認められる(図10)。

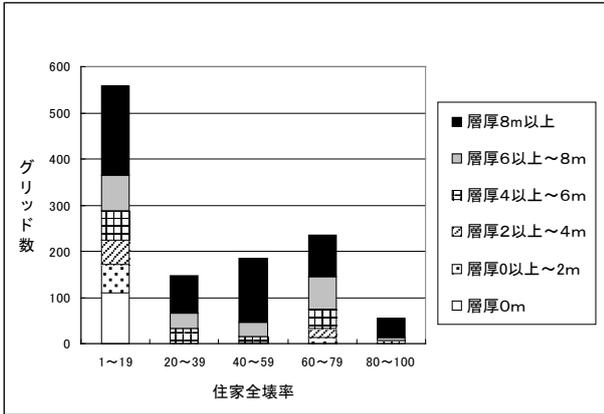


図9 住家全壊率毎の軟弱地盤厚(菊川)

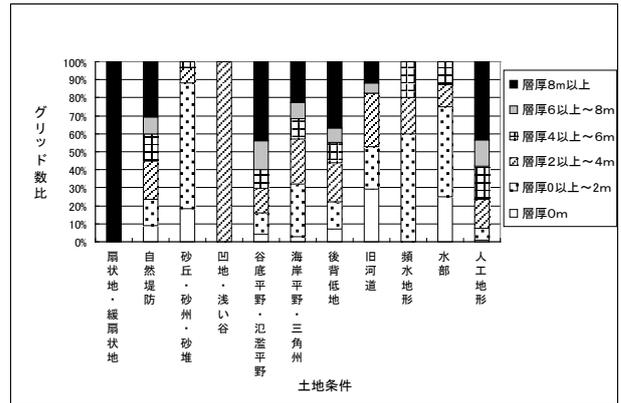


図12 地形分類毎の軟弱地盤厚構成比(太田川)

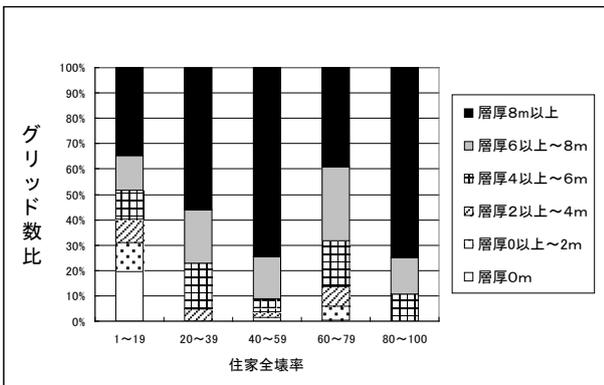


図10 住家全壊率毎の軟弱地盤厚構成比(菊川)

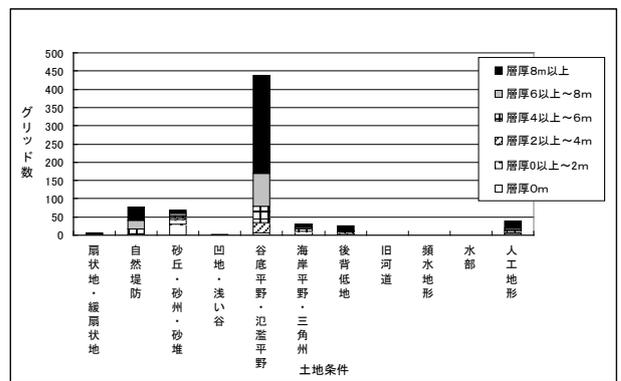


図13 地形分類毎の軟弱地盤厚(菊川)

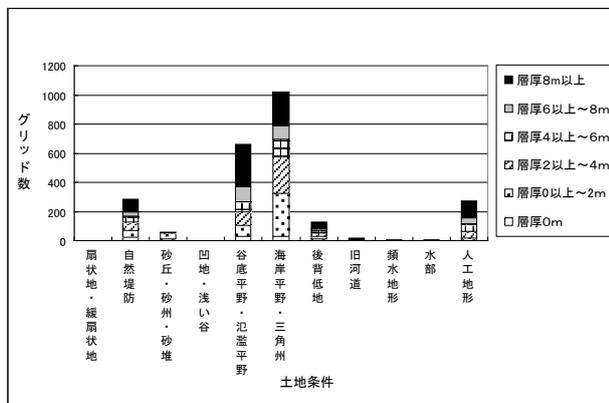


図11 地形分類毎の軟弱地盤厚(太田川)

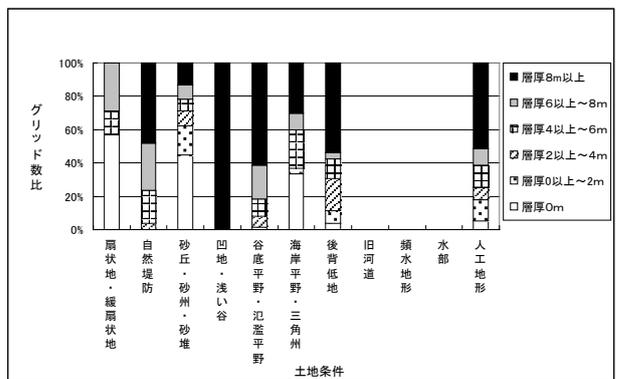


図14 地形分類毎の軟弱地盤厚構成比(菊川)

6.2 地形分類毎の軟弱地盤厚

次に、土地条件図の地形分類との関係について検討する。太田川流域については、谷底平野・氾濫平野、後背低地、人工地形で、軟弱地盤の厚さが8m以上の構成比が約4割と高い。自然堤防や海岸平野・三角州も軟弱地盤の厚さが厚いが、8m以上の構成比は2~3割と、谷底平野・氾濫平野

と比べると有意に低い(図12)。谷底平野・氾濫平野の建物全壊率が、自然堤防や海岸平野・三角州よりも有意に高いことは、調和的な結果である。

一方、菊川については、全体的に軟弱地盤の厚さが厚い傾向にあるが、グリッド数が多い地形分類は、自然堤防、砂丘・砂州・砂堆、谷底平野・氾濫平野の3つなので、この3つについてみてみ

る。軟弱地盤の厚さが6m以上の構成比が、谷底平野・氾濫平野と自然堤防では約8割と高いのに対し、砂丘・砂州・砂堆では約2割しかない(図14)。

6.3 各地形分類での軟弱地盤厚と建物被害との関連性

太田川流域では、自然堤防、谷底平野・氾濫平野、海岸平野・三角州の3つの地形分類のグリッド数が多い。それぞれの地形分類毎に、住家全壊率と軟弱地盤の厚さとの関係をもてみる。

自然堤防における住家全壊率毎の軟弱地盤の厚さを面積(グリッド数)で表したものを図15に、面積比(グリッド数比)で表したものを図16に、谷底平野・氾濫平野における住家全壊率毎の軟弱地盤の厚さを面積(グリッド数)で表したも

のを図17に、面積比(グリッド数比)で表したものを図18に、海岸平野・三角州における住家全壊率毎の軟弱地盤の厚さを面積(グリッド数)で表したものを図19に、面積比(グリッド数比)で表したものを図20示す。

住家全壊率の高い地域での構成面積比が高い谷底平野・氾濫平野については、どの住家全壊率の地域においても軟弱地盤の厚さが厚い傾向にある。しかし、住家全壊率40%のところまで出ており、軟弱地盤の層厚6m以上に注目すると、住家全壊率40%未満では約5割なのに対し、住家全壊率40%以上では約7割になっている(図18)。

一方、住家被害が顕著なところとそうでないところが混じっている自然堤防や海岸平野・三角州については、住家全壊率が高いほど軟弱地盤の厚さが厚い傾向が顕著である(図16, 図20)。

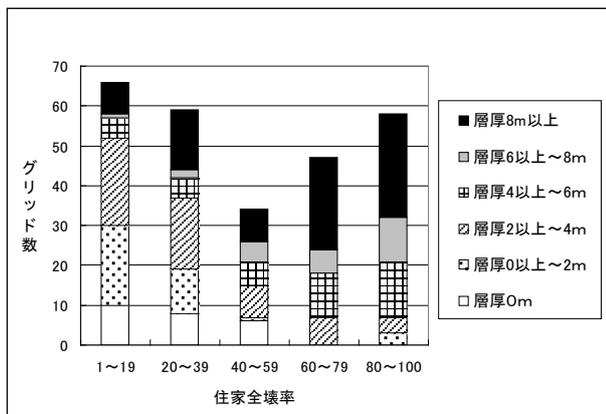


図15 自然堤防の住家全壊率毎の軟弱地盤厚(太田川)

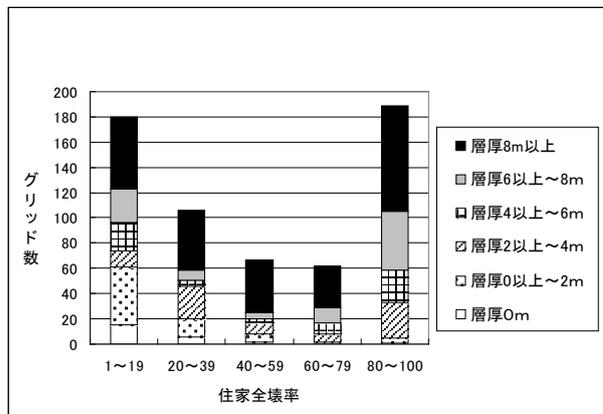


図17 谷底平野・氾濫平野の住家全壊率毎の軟弱地盤厚(太田川)

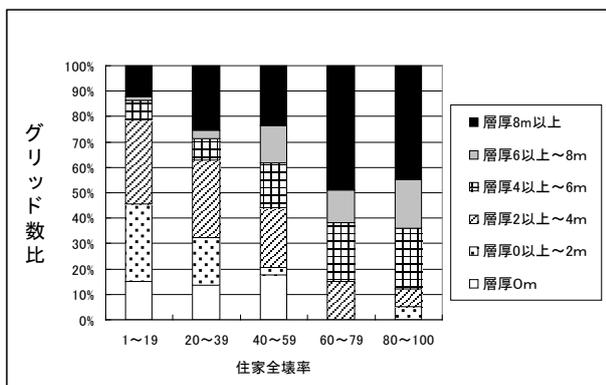


図16 自然堤防の住家全壊率毎の軟弱地盤厚構成比(太田川)

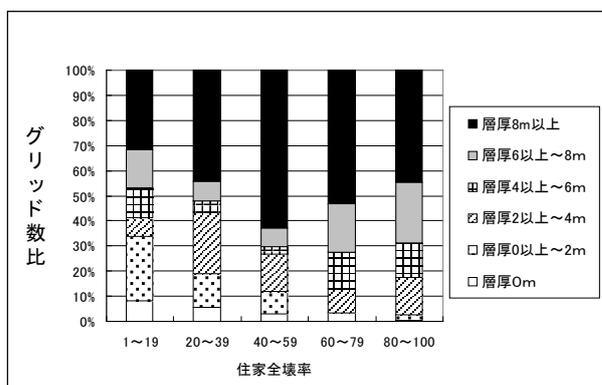


図18 谷底平野・氾濫平野の住家全壊率毎の軟弱地盤厚構成比(太田川)

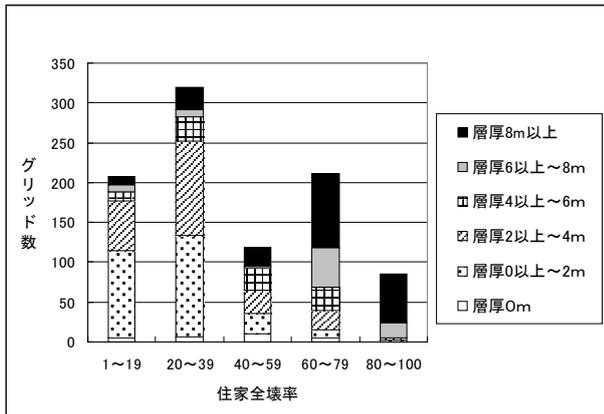


図 19 海岸平野・三角州の住家全壊率毎の軟弱地盤厚 (太田川)

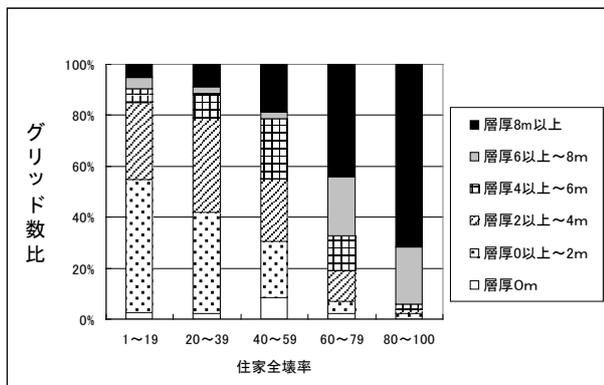


図 20 海岸平野・三角州の住家全壊率毎の軟弱地盤厚構成比(太田川)

6.4 地形発達史の考慮

軟弱地盤の厚さと住家全壊率との間には、おおむね相関があるといえる。また、地形分類との関連性を検討すると、一般に地震による建物被害が高い地形は、軟弱地盤が厚い傾向にある。

自然堤防は一般には砂地盤であるが、地下 15m 以浅に軟弱な泥層が厚く分布する地点では、建物被害が大きかった。従って、軟弱な泥層が厚く堆積するような環境下で形成された自然堤防は、表層が砂地盤であっても地震による脆弱性が高い地形と見なされる。また、海岸平野・三角州については、一般には地震による災害脆弱性は高い地形であるが、軟弱な泥層の厚さが薄い箇所では建物被害は顕著ではなかった。近傍に大規模な砂州・砂堆があることから、砂州・砂堆から供給された砂の影響が考えられ、浅層に砂が混じる海岸

平野・三角州の場合、地震に対する地盤脆弱性はそれほど高くはない。

これらの結果は、地域の災害脆弱性を地形から評価する際には、土地条件図の地形分類を単純にハザードリスクに読み替えるだけでなく、地形発達史を考慮した地形分類をより細かく行うなどの対応が必要であることを示している。例えば、砂丘の縁辺部については接する地形が後背低地的な環境の場合に災害脆弱性が大きいと評価する。谷底平野・氾濫平野や海岸平野・三角州の場合には、平野の出口が砂丘や砂州・砂堆等で閉塞されて軟弱泥層が厚く堆積している可能性が高い地形の場合、災害脆弱性を高く評価する等の対応である。

なお、地震による建物被害は地盤の要因だけではなく、震央距離、断層との位置関係、住家建物の種類・築年代などの要素にも影響されると考えられる。本研究では地形条件・地盤条件との関連性に絞って考察しており、建物の状況については考慮していない。戦前の地震災害であるため、耐震住宅であるか否かなどの建物種類の違いによる被害の差は、現在の地震ほどには明瞭には現れないものと考えた。また、東南海地震は海溝型で遠州灘沿岸は震源からの距離が有るため、震央距離、断層との位置関係による違いも、沿岸域全体でそれほど明瞭には出てこないものと考えている。従って、東南海地震による遠州灘沿岸域の建物被害は、地形条件・地盤条件による差が被害状況に最も良く現れているものと考えており、本研究の結果は一事例に過ぎないものの、一般性はあるものと判断している。

7. まとめ

遠州灘沿岸の太田川と菊川が形成する沖積低地の範囲内で、静岡県がデータベース化したボーリングデータを GIS 上に展開し、軟弱地盤（深度

15m 以浅のN値 10 以下の泥層) の厚さと地震建物被害との関連性について検討した。地震による住家全壊率が 60%以上の地域は、軟弱地盤が厚い地域と一致している。地域の災害脆弱性を地形から評価する際には、土地条件図の地形分類を単純にハザードリスクに読み替えるだけでなく、浅層の地質条件も考慮する必要がある。そのためには、地形分類の情報だけでなくボーリングデータ等の表層地質データも組み合わせて評価していくことが重要である。仮にボーリング等の情報が入手できなくても、その地域の地形発達過程を考慮することである程度その土地の地盤情報を推定することも可能であるので、地形発達史を考慮した地形分類情報の重要性は変わらない。

謝辞

ボーリングデータは静岡県総務部防災局防災情報室（現総務部危機管理局危機情報室）から提供を受けた。解析には、科学研究費補助金「空間地理情報の最適利用に基づく「リアリティのあるハザードマップ」の開発（研究代表者：鈴木康弘名古屋大学教授）」の予算を使用した。またボーリングデータの GIS 解析については、茨城大学理学部天野一男教授、(株)ジーエスアイ森田守社長、筑波大学大学院生命環境科学研究科空間情報科学分野院生の花島裕樹氏、永村恭介氏から助言をいただいた。ここに記して感謝する。

引用・参考文献

- 1) 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，112，115-123，2007
- 2) 石川弘美・常住春夫：ハザードマップ基礎情報としての土地条件GISデータおよび新旧地形図の活用について。地図，43-3，1-8，2005
- 3) 大庭正八：1944年12月7日東南海地震に見られた遠江地方の家屋被害分布と地盤との関係，東京大学地震研究所彙報，35，201-295，1957
- 4) 塩野清治・升本眞二・弘原海清：BASICによるコンターマップⅡ応用編，共立出版，171p，1988
- 5) 長郁夫・西開地一志・柳沢幸夫・長谷川功・桑原保人：地質構造形成史を考慮した3次元地質構造の簡便なモデル化—新潟県中越地方南部の地震空白域を例として—。日本地震工学会論文集，6-4，74-93，2006
- 6) 須長博明・熊木洋太：地震地盤災害と地形分類。国土地理院時報，56，24-31，1982

著者紹介



小荒井 衛（正会員）

国土地理院(茨城都つくば市北郷1番)，昭和37年生まれ，昭和59年3月茨城大学理学部地球科学科卒，平成21年3月茨城大学大学院理工学研究科博士後期課程修了，昭和61年4月建設省国土地理院に入省，現在地理地殻活動研究センター地理情報解析研究室長，博士(理学)，技術士(応用理学)，日本地理学会，日本地質学会，日本第四紀学会，地理情報システム学会，日本写真測量学会，日本国際地図学会等の会員。
E-mail:koarai@gsi.go.jp



佐藤 浩（非会員）

国土地理院(茨城都つくば市北郷1番)，昭和42年生まれ，平成3年3月筑波大学第一学群自然科学類卒，平成15年3月千葉大学大学院自然科学研究科博士課程修了，平成3年4月建設省国土地理院に入省，現在地理地殻活動研究センター地理情報解析研究室主任研究官，博士(工学)，日本地理学会，日本地形学連合，日本写真測量学会，日本国際地図学会会員。

GIS Analysis about Earthquake Hazard Risk on Coastal Zone using Landform Classification and Boring Data

Mamoru KOARAI and Hiroshi P. SATO

ABSTRACT : Land condition maps are recently published as vector data format by Geographical Survey Institute, and then it is easy to analyse combining variable national land data using GIS. In this study, the authors analyze the relationship between landform classification and disaster damages to combine the vector data of land condition maps and the information of earthquake damage distribution using GIS, especially case of the 1944 Tou-Nankai Earthquake in Tokai District. On terrace or fluvial fan, housing damages are relatively small. And on valley plain or flood plain, coastal plain or delta and natural levee, housing damages are relatively large. As the results of GIS analysis using boring data, there are heavy building damages on the soft mud deposited area. These results show that it is important to consider the landform evolution.

KEYWORDS: *Land condition map, Landform classification, Earthquake housing damage, Boring data, Geographic Information System (GIS)*