

5.4 首都圏の歴史地震と強震動

武村雅之（鹿島小堀研究室地震地盤研究部, takemurum@kajima.com）

神田克久（鹿島建設小堀研究室, kandak@kajima.com）

1. はじめに

首都圏の地震災害を考える時にまず考慮すべきは関東地震である。関東地震の際の詳細な震度分布を推定することは、首都圏での地震防災にとって不可欠であり、それがそのまま首都圏で将来発生する地震を想定し強震動を予測する場合の答えでもある。最近評価した都心部での震度分布の特徴を2で説明する。また3.では東海・南海地震を例に歴史地震に対する震度分布から震源断層の詳細を推定する方法を紹介する。関東地震の震度分布にこの方法を適用すれば、関東地震の断層運動の詳細を推定することもできる。

2. 関東地震の際の東京都心部での詳細震度分布

関東地震によって、東京は大火災に見舞われたが東京都心部では火災で焼失するまでの時間に、各警察署が被害状況を調査し、その結果を警視庁がまとめた資料がある。これらは震災予防調査会報告書で松澤(1925)によりまとめられ、町丁目別、建物階数別・用途別に、焼失区域、非焼失区域に分けて被害の建物棟数が細かく記載され今日に伝えられている。このデータを用いた東京都心部での地震動強さの検討は、今村(1925)が先ず行い東京市街地震度分布図としてまとめている。その後、町丁目毎に住家全潰率を求め、震度を推定した研究として河角(1951)と望月・楳木(1993)の研究がある。近年、関東地震の被害データの検討が進み、諸井・武村(2001)は、幾つかの重要な指摘をしている。まず東京市において、正確に住家全潰率を求めるためには、集合住宅の存在を無視できないこと、国や自治体がまとめた住家全半潰数には焼失区域での全半潰が含まれていない場合があり、焼失区域でのデータの取り扱いに注意する必要があることなどである。一方、武村・諸井(2001)は近年の調査によって、地質調査所(1925)による被害調査報告書を確認し、この報告書も震災予防調査会報告書の諸データに加えて、東京都心部の震度分布に関して重要な情報を与えるものであることを指摘している。

東京都心部での関東地震による地震動の強さ分布は、河角(1951)や望月・楳木(1993)の結果にたいしても、相対的には殆ど蛇足を要しないと思われるが、何れの結果も評価の条件が詳細に書かれていないこと、結果の表現が評価当時の技術レベルに依存しており、今日地震防災に生かそうとしたときには、より明解な資料が要求されることから、敢えて再度震度評価に挑戦することにした。その際、近年の新しい知見や新しく発掘された資料を加味することは当然である。今回の町丁目毎の震度評価に際しては、松澤(1925)のデータに加え地質調査所(1925)の報告や北澤(1926)による焼け跡での聴き取り調査結果なども補助的に用いた。

主な結果をまとめると以下の通りである。まず、山の手台地上は一般に震度が小さく大半が5強以下である。これに対し、震度が6強から7と判定される地域は、1つは下町低地の隅田川の東側の本所区、深川区、以西の浅草区と下谷区の上野公園と浅草公園を結ぶ線より北側である。ここには江戸時代以前千束池と呼ばれる巨大な池があり沖積層が厚いことに加え、その後の埋め立ての影響も考えられる。下町低地のうちでも南側の浅草区南部、神田区東部、日本橋区、京橋区は震度が低く、これらの地域は現在の上野台地や本郷台地の一部が波によって削られた波食台と呼ばれる埋没台地が地下に存在する地域に対応する。この他震度の高い地域は、日比谷、大手町、神田神保町にかけての地域である。江戸時代以前は、日比谷から大手町にかけては江戸前島と呼ばれる砂州の後背地で日比谷入江とよばれていた。そこに神田神保町方面から流露を変更される前の神田川の前身である平川と呼ばれる川が流れ込んでいた。今でも地下には丸の内谷、平川谷と呼ばれる沖積基底の谷地形があり、それに沿う形で震度が高い。図に皇居周辺の震度分布を示す。特に震度の高い水道橋から神保町にかけては、平川沼とか小石川大沼と呼

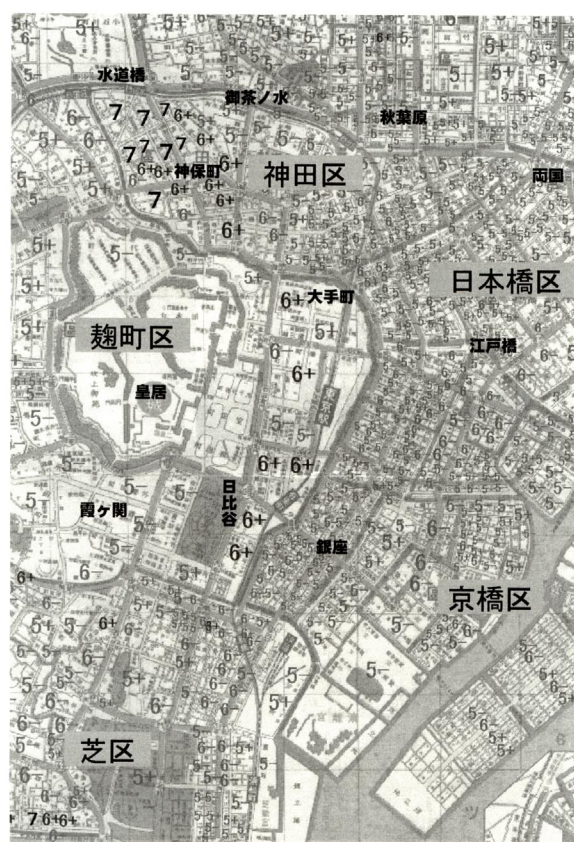


Fig. 1 Seismic intensity distribution in Tokyo Metropolitan area

ばれた沼があり、その埋め立ての影響も震度に影響しているものと思われる。同様に昔の池の跡で震度が高い地域は赤坂溜池付近や麻布一の橋付近にもある。このように、関東地震での東京都心の震度分布を理解するためには、それまでの東京の自然史の他に土地の人工改変の歴史も重要な情報となる。地震防災には、様々な研究分野の協力が必要なことを示す好例である。

3. 断層の短周期エネルギー放出分布推定法（震度データの活用）

東海・南海地震については、近い将来発生し極めて広範囲に地震被害が生じることが想定されている。1944 年昭和東南海地震および 1946 年昭和南海地震については、津波や地殻変動データを用いて推定した震源のすべり分布が報告されているが、来るべき地震の予測の精度を上げるためには、昭和以前の歴史地震についても検討する必要があると考えられる。本項では、津波や地殻変動の詳細なデータが残されていない古い地震の震源特性を推定するために、地震被害に基づいて調査された各地の震度データを用いて、最小自乗法により震源のエネルギー分布を推定する検討を行う。この手法により、昭和東南海・昭和南海地震の震源域のエネルギー分布を求め、1854 年安政東海・南海地震および 1707 年宝永地震との比較を行う。

各地点の震度 I は、マグニチュード M および震源距離 X の関数とし、最近の気象庁発表の震源データおよび計測震度データを用いた回帰分析によって導いた次式を用いて評価する。

$$I = -4.1 \log X + 1.1M + 4.6 + I_r \quad (1)$$

ここで、 I_r は地点ごとの表層の増幅などによる揺れ易さを考慮するための指標で、相対震度と呼び、最近の中小地震を分析して求める。震源距離は、震源域の広さを評価するために、想定された震源域を小区域に細分し、小区域ごとの放出されるエネルギー量を重みとして与えられる等価震源距離を用いる。最小自乗法を用いて、(1)式で評価された震度と観測された震度との誤差を最小にするように未定定数である放出エネルギー量の分布を求める。中央防災会議で想定された南海、東南海、東海地震の震源域を参考に、約 10km 四方の小区域に細分化した震源域モデルを設定した。観測震度と評価震度の平均誤差が最小になる M およびエネルギー分布の最適解を求めた。

放出エネルギーの大きい部分をアスペリティと呼び、津波データに基づくすべり分布と比較してみると周期帯域が異なるので必ずしも一致するとは限らないが、昭和南海地震について高知沖および紀伊水道から紀伊半島沖にアスペリティがあることなど対応した結果が得られた。安政南海地震については、昭和南海地震とほぼ同様な位置にアスペリティが見られた。安政東海地震は静岡中部から太平洋沖にかけてアスペリティがみられ、熊野灘から遠州灘にアスペリティのある昭和東南海地震と異なった。宝永地震については、東海・東南海・南海のすべての震源域にアスペリティがみられ、南海域では室戸岬沖にアスペリティがあることが安政、昭和と異なったが、東海・東南海域では熊野灘、遠州灘、静岡中部の 3 箇所にアスペリティがあり、安政東海地震と昭和東南海地震を合わせた特性を示した。

本手法は、震度分布が分かれば簡便に分析できるので歴史地震の震源特性の推定に有効である。得られた震源特性は周波数的に建物被害と密接に関係しており、建物に対する入力地震動の設定上重要と考えられる。

