

既往地震の再現に関する取り組み,
1987年千葉県東方沖地震(M6.7)における地震被害と地震動レベル

長岡技術科学大学 地震工学研究室 池田綾華

1. はじめに

日本での地震災害は後を絶たない。たびたび、多くの被害地震が発生し、多くの犠牲が伴っている。このような被害を防ぐために、過去の地震の知見を蓄えていくことが重要である。なぜなら、「地震被害は繰り返される」からである。全く同じ被害はなくとも、地盤状況、周辺環境、地震規模など条件が揃えば、別の場所でも同等の被害が発生する。そのため、同様な地震が発生した際、迅速な対応をするために、過去の地震を分析することが重要である。

近年、地震に関する情報収集・分析手法は多様化している。広域な地震観測網や、GPSによる位置情報を持った観測記録などは近年、急速に発達したものである。一方、過去の地震では、調査は行われていても情報量が少なく、アナログ的に保存され、情報の逸脱が見受けられる。この傾向は、過去の地震になるほど顕著になるため、限りある貴重な残存記録の収集は、逸散が進む前に早急に取り掛かるべきである。

本研究で対象とするのは、1987年千葉県東方沖地震である。日本の都市部は、軟弱な沖積平野に属することが多い。さらに、『一極集中』と言うように、日本の重要な機関は首都圏に集中しており、ひとたび大地震が発生すれば被害は甚大である。当該地震は、現代地震観測網が未整備の時代にも関わらず、本研究において、3種類の地震観測記録を確認した。これらの記録は、たいへん貴重な記録である同時に、一元的な整理・管理が行われていない。そのため、地震情報を可能な限り収集し、貴重なデータのアーカイブ・デジタル化していく。また、首都圏に広く被害を与えた地震であることから、地震被害に着目した分析を行う。

2. 1987年千葉県東方沖地震概要

対象地震は、1987年12月17日11時8分に千葉県東方沖(35°21'N, 140°29'E, 深さ58km)を震源として発生した地震である。地震規模はM6.7で、銚子、千葉、浦安で最大震度5を観測した。近代東京の都市構造になって以降の被害地震であり、比較的規模が大きいことも特徴である。また、地震動の観測記録が残存していることも踏まえて重要な地震といえる。

本研究では、地震被害のアーカイブも研究対象である。当該地震では、地震の規模に対し、千葉県内外の広域で被害が生じた。人的被害のうち、千葉県内で地震による死者が発生したのは、1923年発生の関東大震災以降、初である。当該地震における特徴的な被害である、ブロック塀の倒壊、屋根瓦の崩落を含めた一部破損住宅、斜面災害などは、九十九里南部を中心とする山武支庁から長生支庁にかけての市町村と、市原市を含む千葉支庁の地域で多く確認された。また、液状化被害も特徴的な被害であり、東京湾岸地域、九十九里平野の地域、利根川下

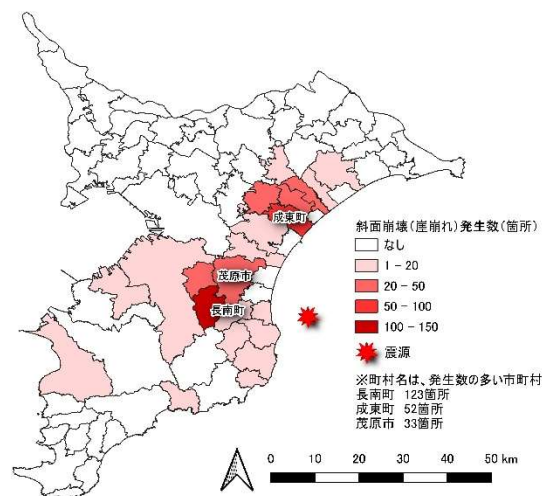


図1 当該地震による斜面崩壊発生地

流域など特定の地域に被害が分布した。図 1 に示すのは、当該地震により斜面崩壊が発生した地点の分布図である。このような被害分布を明らかにしている。

3. 観測記録による地震動分布の把握

本研究において、地震観測記録が、①強震観測事業推進連絡会議による記録²⁾(以下、強震記録)、②港湾地域強震観測による記録³⁾(以下、港湾記録)、③防災科学技術研究所による記録⁴⁾(以下、NRCDP 記録)の 3 種類が得られている。いずれも、地震観測記録の残存が少ない中で貴重な記録である。しかし、246 地点 463 記録と最も記録数の多い強震記録は、地震計の設置位置が設置対象の施設名で記されており、座標や住所などの記載がない。そこで、全地点の地震計設置位置の調査を行い、実観測記録による地震動分布の再現を行った。地表実記録と基盤実記録で地震動分布図を作製したうち、例として地表実記録で作製した分布図を図 2 に示す。作製結果より、震源地に近いほど地震動が大きくなる分布のため、緯度経度座標の特定が妥当であると考えられる。また、地震動記録の記録数に地域的偏りがあることがわかる。東京 23 区周辺の地域は地震動記録が密集している。それに対し、郊外地域においては、記録数が少なく、包括的と言えない。しかしながら、現代の首都圏においては、東京 23 区外においても、重要な社会基盤は集中しており、地震防災は急務である。そこで、過去の地震情報を地震防災に活用するため、記録数の少ない地点においては、首都圏全域の地震動分布を計算値により推定する。

4. 千葉県東方沖における距離減衰特性

地震動分布を明らかにした観測記録から、千葉県東方沖で発生する地震についての距離減衰特性を検討した。図 3 にその概形を示す。丸

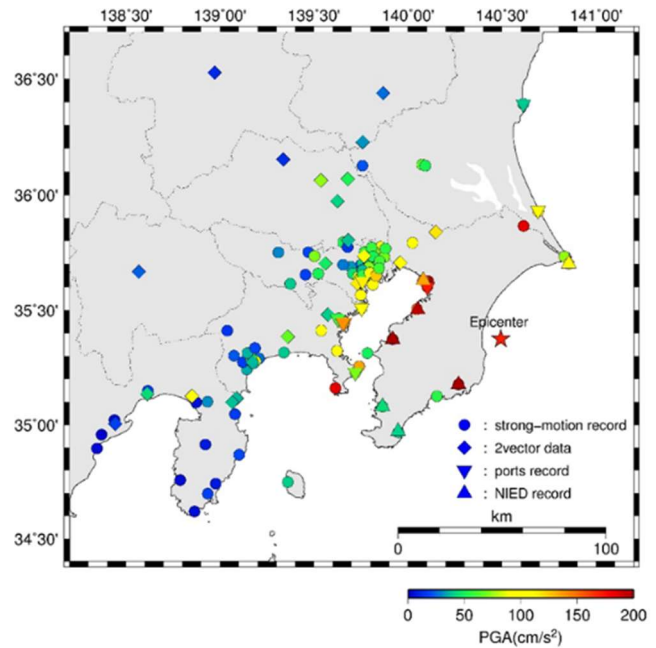


図 2 実観測記録による地震動分布

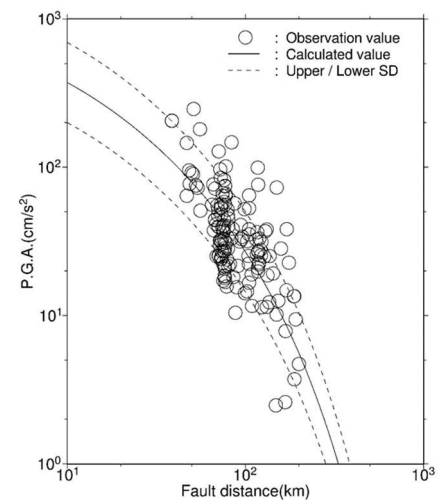


図 3 実観測記録による地震動分布

印で示される観測記録は、地震ハザードステーション J-SHIS⁶⁾によって得られる地盤増幅率を用いて、基盤面の記録としている。横軸に断層面最短距離、縦軸に最大加速度(cm/s^2)としたとき、震源からの距離が離れるほど、最大加速度は小さくなることから、観測記録の観測地点の特定の妥当性が示される。また、黒の実線が司・翠川らの提唱した距離減衰式⁵⁾で算出される距離減衰特性を示し、破線はその誤差の範囲を示す。計算値は、司・翠川らの提唱により最大加

速度値は地表での記録として算出されており、各地点の地盤増幅率は一律に 1.4 で換算されている。そのため、本研究においては基盤面の距離減衰式とするため、算出値を 1.4 で割り戻す操作を加える。また、発生日時、最大震度、震央地、地震規模の条件から当該地震と類似の傾向をもつ表 1 および図 4 の 5 地震を選別し、同様に距離減衰特性を検討した。その結果、千葉県東方沖で発生する地震の実観測記録は、距離減衰式と比較した際、断層面最短距離が 100km あたりから距離減衰式の方が過大評価であると判断した。距離減衰式によって当該地震の首都圏の当該地震による地震動を再現するため、距離減衰式の再構築を行った。再構築を行った式を以下に示す。以下は、千葉県東方沖で発生する地震において、断層面最短距離における基盤面の最大加速度を算出する距離減衰式である。

$$\log A = b - \log(X + c) - kX - \log 1.4$$

ここで、A は基盤面の最大加速度(cm/s²)、X は断層面最短距離(km)、k は粘性減衰に関する回帰係数で、再構築の結果 0.004 で与えられる。また、b、c は回帰係数であり、以下の式が与えられる。

$$b = aM_w + hD + d + e$$

$$c = 0.0055^{0.50M_w}$$

式中の M_w はモーメントマグニチュード、D は震源深さ(km)、e は定数項、a、h、d は回帰係数を表し、e は 0.61、a、h、d はそれぞれ 0.50、0.0043、0.00 で与えられる。

5. 計算地震動分布と被害分布の比較

再構築をした距離減衰式から、1987 年千葉県東方沖地震を想定した、地震動分布を算出した。基盤面の距離減衰式に各地点の地盤増幅率を掛け合わせて地表面の地震動分布とする。計算結果が図 5 である。震源に近い地域、また、低地とされる地域や川沿いに高い地震動分布を

表 1 当該地震と類似の傾向をもつ地震

発生日時	M	緯度	経度	深さ (km)
2000/6/3 17:54	6.1	35.678	140.72	48
2011/4/12 8:08	6.4	35.482	140.868	26
2011/4/21 22:37	6	35.675	140.686	46
2018/7/7 20:23	6	35.165	140.592	57
2020/6/25 4:47	6.1	35.553	141.113	36

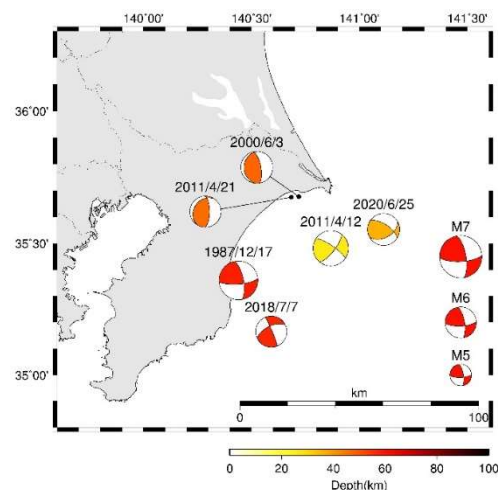


図 4 類似地震の震源分布と発震機構解

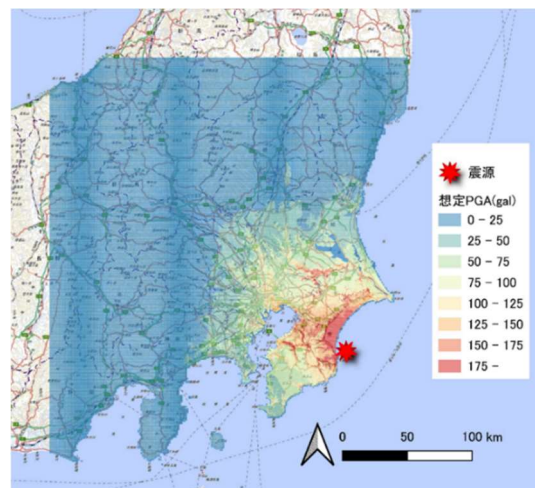


図 5 当該地震の地震動分布再現結果

示すことから算出結果が妥当であると定性的に判断する。また、算出値の検討として簡易液状化判定を行った。地点は当該地震において軽微な液状化が発生したという記録の残る表 2 に示す地点である。液状化判定結果を図 6 に示す。いずれの地点も地層が部分的に液状化すると

表 2 簡易液状化判定実施箇所

地点名	液状化箇所				ボーリングデータ		
	名称	住所	緯度	経度	ID	緯度	経度
浦安	美浜第一公園	浦安市美浜3丁目	35.65	139.91	NGIC201901777-0009	35.65	139.91
千葉	千葉中央卸売市場	千葉県千葉市美浜	35.62	140.07	NGIC201900586-0002	35.62	140.08
市原	養老川臨海公園	千葉県市原市五井南海岸	35.54	140.06	B4KJ201801004-0459	35.53	140.07

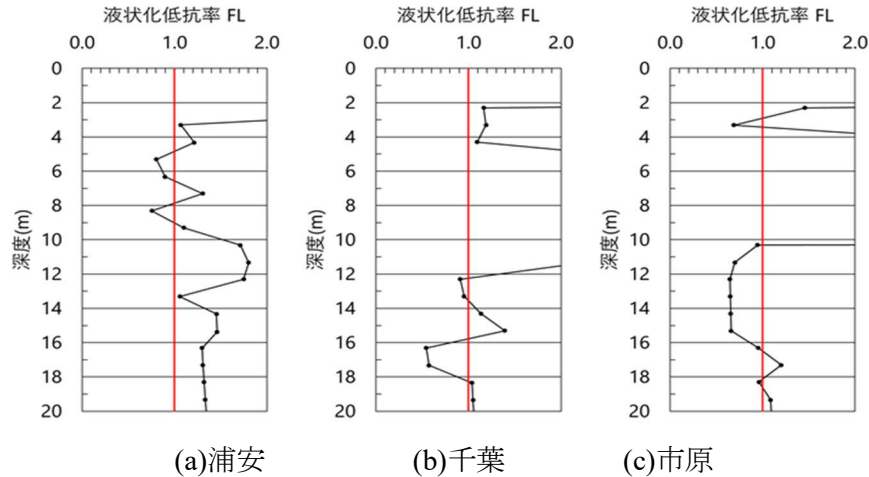


図 6 液状化判定結果

いう判定結果となり、実被害と一致したことから定量的な検証を終了した。最後に、実被害と算出結果の分布について関連性を調査した。多数の被害が見られた山武・長生地域と千葉地域において高い地震動分布が確認できる。加えて液状化被害の多かった利根川下流地域においても高い地震動分布を示すことから、両者の相関関係が確認できた。

6. まとめ

本報告では、1987年千葉県東方沖地震を対象として、地震記録のアーカイブ・デジタル化を行った。当該地震における首都圏の観測記録による地震動分布再現、距離減衰特性の把握、計算地震動分布、実被害と地震動の関係性を明らかにした。

参考文献

- 1) 国立防災科学技術センター：千葉県東方沖地震災害調査報告，1998.
- 2) 強震観測事業推進連絡会議：1987年12月17日千葉県東方沖地震 強震速報，1998.
- 3) 港湾空港技術研究所，港湾地域強震観測システム < <https://www.eq.pari.go.jp/kyosin/> > (参照 2021-01-24)
- 4) 防災科学技術研究所：研究資料 < http://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/ > , No.144, 強震記録数値集(4) —1987年千葉県東方沖地震—(参照 2021-01-24)
- 5) 司宏俊，翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文集，第523号，p63-70，1999.
- 6) 防災科学技術研究所：地震ハザードステーション J-SHIS < <https://www.j-shis.bosai.go.jp/> >