

自治体のメッシュ地盤データを活用した東南海・東海地震の広域震度予測

Extensive Seismic Intensity Distribution for Tonankai-Tokai Earthquake Based on Soil Profile Models for Surface Geology

杉戸 真太 (すぎと まさた)

岐阜大学教授 流域圏科学センター長

久世 益充 (くせ ますみつ)

岐阜大学流域圏科学センター 研究機関研究員

1. はじめに

近年のめざましい経済発展を遂げた我が国は、先の兵庫県南部地震のように断層近傍において強烈な強震動を生じさせる内陸直下地震による震災を経験した。しかしながら、海溝型巨大地震については、過去50年間において大きな被害は経験していない。海溝型巨大地震に対する地震防災を実行するにあたり、とくに考慮しておかねばならない点は、「非常に長い強震継続時間」と「被害の著しい広域性」の二つと考えられる。現在、逼迫性が極めて高いとされる東海・東南海地震を対象とした地震防災が様々な形で実施されているが、これら2点についての十分な検討を行い、その成果を防災実務に反映させることが必要であろう。

これまで、想定地震による地域の詳細な被害推定は、各県単位で行われることが多かったが、県境をはるかに越えた広域災害になるであろう海溝型巨大地震については、各県の持っている情報を集約して統一手法により検討することが必要である。

本報告では、このような検討の基礎的情報として各自治体が整理したメッシュ地盤データを取りまとめ、東南海・東海地震の連動する地震（複合型東海地震と呼ぶ）による広域震度予測ならびに被害の広域性について試算した結果を示す。

2. 強震動シミュレーション法と断層モデル

想定された断層による強震動の予測法については、これまで様々な手法が提案されてきている。断層から着目点までの構造をすべてモデル化して力学的に地震動を算定する方法、過去の強震記録を基にした地震動の統計的性質を取り入れた方法、さらにこれらを組み合わせた方法まで多くの手法が発表され、設計・防災実務において用いられてきた。断層パラメータや着目点に関する情報のレベルに応じて、それぞれ適切な手法があることは言うまでもない。想定東海地震¹⁾、東南海地震²⁾のように震源パラメータがある程度予測されており、地震動のパワー放出が顕著となるアスペリティ分布も推定されているケースでは、これらが着目地点での強震動に与える影響を考慮できる予測手法を使うべきであろう。本報告では、このような手法の一つである非定常スペクトル合成法 EMPR³⁾を用いたシミュレーションにより検討を進

める。

中央防災会議¹⁾、ならびに地震調査推進本部²⁾が想定している震源モデルを参考にして、東海、東南海地震の想定震源域を含む長方形の断層面を設定し、断層面を複数の小断層に分割することで震源域をモデル化したものを⁴⁾を図-1に示す。図中の斜線部が震源域を表し、太線の小断層はアスペリティのより大きい位置を示している。EMPR³⁾では、周波数ごとに算出される非定常パワースペクトルを小断層毎に与え、時間軸上で重ね合わせることで加速度時刻歴を算定する。アスペリティ分布

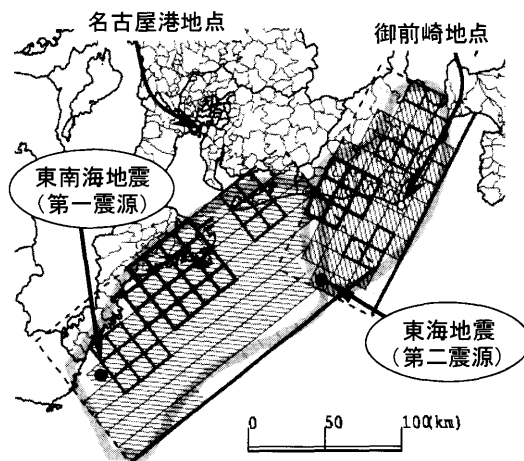


図-1 複合型東海地震の断層位置図

表-1 複合型東海地震の断層パラメータ

		想定複合型東海地震	
		想定東海地震	想定東南海地震
震源位置	緯度	34° 11' 19"	33° 36' 00"
	経度	137° 39' 14"	136° 07' 12"
	深さ(km)	21.53	21.25
断層	長さ(km)	145*	200*
	幅(km)	70*	100*
	面積(km ²)	21912**	
	走向(度)	207.0	232.0
	傾斜角(度)	16.40	11.54
地震モーメント(dyne・cm)		1.10×10 ²⁸	2.15×10 ²⁸
モーメントマグニチュード		3.25×10 ²⁸	
破壊伝播速度(km/sec)		8.3	
地震波伝播速度(km/sec)		2.70	
		3.80	

*断層長さ、幅は想定断層面を長方形で表した大きさ。

**断層面積は想定した断層面で破壊した領域の面積。

の情報を等価なパワーの相対比率に反映させる検討については、文献⁴⁾を参照されたい。

対象とした複合型東海地震の断層パラメータを表—1に示す。表中の断層長さとは幅は想定震源域をほぼ包含する長方形で表した場合の値、断層面積は断層の破壊領域の面積である。

3. シミュレーション地震動の比較

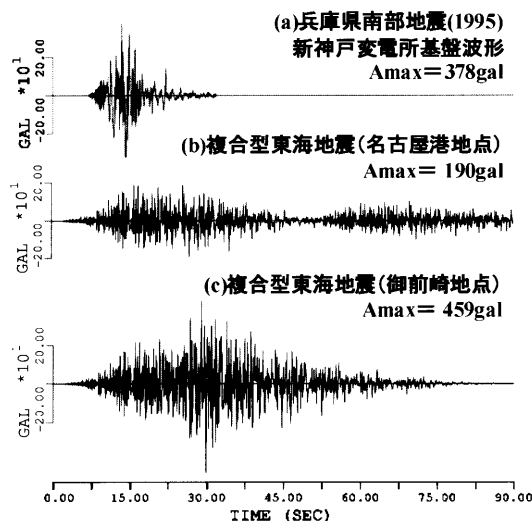
図—2に、例として名古屋港地点ならびに静岡県御前崎地点の工学的基盤でのシミュレーション地震動を示した。同図には、1995年兵庫県南部地震における関西電力新神戸変電所地点の地表で得られた記録から、同地点での工学的基盤相当の地震動にFDEL⁵⁾を用いて変換した波形も示されている。

図—2(a)の新神戸変電所での工学的基盤の波形は、内陸直下地震の断層近傍における典型的な強震動の例である。断層規模が40 kmに満たないため、強震部継続時間は非常に短い、最大振幅が大きい。一方、名古屋港地点でのシミュレーション地震動は、断層からやや離れていることから最大加速度は190 gal程度であるが、強震部継続時間がたいへん長い。東海地震の震源断層直上にあたる御前崎地点では、東南海、東海地震の破壊伝播が近づく方向にあることからディレクティビティ効果により最大加速度も大きく、強震部継続時間も内陸直下地震の(a)に比べてずいぶん長い。

このように、複合型東海地震における断層近傍地点では、大きな振幅の地震動が長く継続し、結果として強大な破壊力の地震動となることが容易に推察される。

4. 自治体のメッシュ地盤データを用いた広域震度分布の算定

地震動がごく表層近くの地盤特性に大きく依存することは過去の多くの事例に見られるとおりである。これまで、各自治体では想定地震による独自の被害想定調査を行ってきており、そこでは、1/2標準地域メッシュ



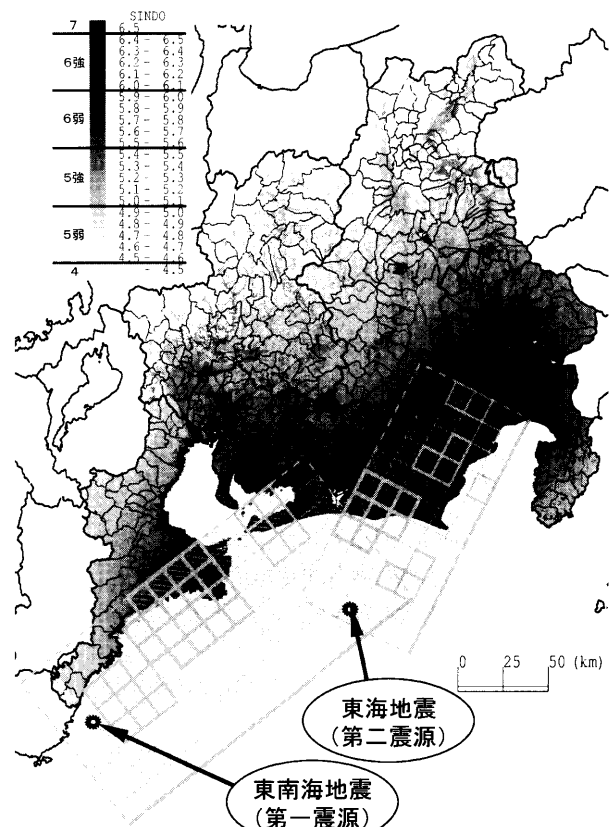
図—2 シミュレーション地震動と兵庫県南部地震における強震動との比較（工学的基盤）

(500 m × 500 m 程度) ごとに割り当てた表層地盤モデルを用いている。筆者らは東海6県の協力を得てメッシュ地盤データを統合し各県共通に使えるデータベースとして取りまとめた。表—2に、このデータベースの概要を示した。

これらのメッシュ地盤データは、約18万のメッシュに表層地盤モデルを振り分けられたものとなる。これらの地点での工学的基盤における強震動を算出し、さらに表層地盤モデルに入力して表層地盤での地震動を算出した。地盤応答解析にはFDEL⁶⁾を用いた。図—3に、複合型東海地震による震度分布を示した。EMPR, FDELを用いた強震動シミュレーションでは、水平1成分の地震動が算出される。気象庁計測震度は、水平2、上下1の3成分波形から算出されるものであるため、3成分相当の震度に変換する必要がある。ここでは、1999年台湾集集地震における多くの強震記録の検討に基づき、水平1成分波形から求まる計測震度に0.2を加えることにより3成分相当としている⁴⁾。図—3の震度分布図より、震源近傍における高い震度、表層地盤の軟弱さに影

表—2 東海6県のメッシュ地盤データ

県	メッシュサイズ	メッシュ数	地盤モデル数
愛知県	500×500m	20345	316
岐阜県	500×500m	41461	49
三重県	1000×1000m	6015	10
静岡県	500×500m	30272	13
長野県	500×500m	53174	647
山梨県	500×500m	17491	9



図—3 複合型東海地震による推定震度分布

論文

響を受けた震度の増減，等の現象を見ることができる。

5. 被害の広域性に関する考察

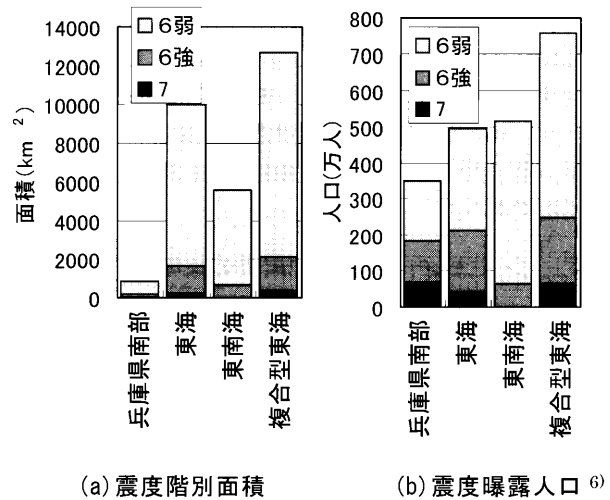
作成した震度マップをもとに，このような海溝型巨大地震による被害の広域性に関する試算を行った。まず，震度6弱以上となる陸域の面積を算出し，1995年兵庫県南部地震のそれとともに図—4 (a)に示した。図—4には，比較のため東海，東南海単独の場合についても結果を示した。兵庫県南部地震のデータは，アンケート震度等に基づくものである⁶⁾。断層の大きさが全く違うことから，海溝型地震での高震度域は内陸地震に比べてきわめて広くなることがわかる。また，東南海地震よりも東海地震の断層が小さいが，断層が陸域直下となる部分が広いことから東海地震の方が高震度域が広い。複合型地震の場合は，それぞれの地震による震度の高い方をみることに近いいため，この程度の増加にとどまっている。複合型東海地震と兵庫県南部地震の比較では，震度6弱以上の面積は10倍以上，震度6強以上となる面積でもほぼ10倍程度となり，甚大な被害が著しく広域に及ぶことが推察される。

つぎに，おもに人的な被害についての比較を行ってみる。能島⁶⁾は，各震度レベルにさらされる人口を見ることにより人的被害ならびに関連する社会基盤施設の被害概要を知ることができるとし，震度曝露人口指標を提案している。この指標を用いて各地震を比較したものが図—4 (b)である。図—4 (a)の面積比較の傾向とは大きく異なっている。まず，兵庫県南部地震では，高震度域の面積は少なくとも高震度にさらされた人口は海溝型巨大地震と大差ないことがわかる。また，東海，東南海の比較では，震度6強以上にさらされる人口が東海地震の方が数倍多いことも見てとれる。断層規模や陸域に近いだけでなく，その強震動が来襲する地域の人口集中度が，地震被害の程度に大きく影響することを示している。

さて，ここで試算された震度は，気象庁計測震度であり，基本的には震動継続時間の情報は含まれていない。海溝型巨大地震では図—2でみたように極端に継続時間が長くなるため，ここでの震度階から被害を想定する場合には危険側の評価になる可能性が高いことにも注意する必要がある。

6. おわりに

海溝型巨大地震を対象として，自治体のメッシュ地盤データを用いた広域震度分布推定結果を示すとともに，強震動の特徴と被害の広域性に関して述べた。おおまか



図—4 震度階別面積，震度曝露人口の比較
(兵庫県南部以外は東海6領域)

な検討結果であるが，これらより以下の点が指摘できる。

- 内陸直下地震に比べて高震度の地域が非常に広がるため，甚大な人的被害や構造物被害が広範囲に及び，即時復旧が大幅に遅れる地域が続出するなど大きな混乱が生じる。
- 複合型東海地震と兵庫県南部地震の震度6強以上の曝露人口を比較すると，複合型東海地震の方がやや上回る程度でなる。したがって，震動継続時間の影響を考慮にいれても震動による1次的人的被害については極端な差はないと予想され，高震度域面積比の違いとは対照的である。

参考文献

- 1) 中央防災会議：東海地震に関する専門調査会，<http://www.bousai.go.jp/jisin/chuou/tokai/index.html>
- 2) 地震調査研究推進本部：南海トラフの地震を想定した地震動評価手法について（中間報告），<http://www.jishin.go.jp/main/kyoshindo/01b/hyoka.pdf>
- 3) M. Sugito, Y. Furumoto, and T. Sugiyama: Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, Proc. of the 12th WCEE, CD-ROM, Oakland, New Zealand, 2000.
- 4) 久世益充・杉戸真太・能島暢呂：南海トラフの巨大地震を想定した広域震度予測，自然災害科学，Vol. 22, No. 1, pp. 87~99, 2003.
- 5) 杉戸真太・合田尚義・増田民夫：周波数特性を考慮した等価ひずみによる地盤震動解析法に関する一考察，土木学会論文集，No. 493/Ⅲ-27, pp. 49~58, 1994.
- 6) 能島暢呂・杉戸真太・久世益充・鈴木康夫：震災ポテンシャル評価のための震度曝露人口指標の提案，第21回日本自然災害学会学術講演会，pp. 61~62, 2002.

(原稿受理 2005.1.7)