

1. 緒言

1. 1 本研究の目的及び位置づけ

我が国では、過去千数百年程度の地震記録^{1)~3)}が整理されており、それらの記録に基づいて作成された確率論的な地震ハザードマップ^{例えは⁴⁾}が、耐震設計基準における地域性を考慮した設計地震動の設定に活用されている。しかし、活断層に起因する地震の発生間隔が数百年から数千年以上であることを考慮すれば、十分に長い期間の地震記録が地震ハザードマップの作成に用いられてきたとは言えない。また、過去の地震記録を考慮した地震危険度解析^{例えは⁵⁾}では、様々なマグニチュードの地震がランダムな位置及び時間に発生することが想定されるが、活断層やプレート境界では、固有のマグニチュードの地震が固有の場所及び発生間隔で発生することが指摘されている。

このような過去の地震の記録期間に関する実状や、活断層及びプレート境界における地震の発生特性を踏まえれば、地震ハザードマップの作成には、過去の地震記録に加えて活断層やプレート境界で発生する地震を別途考慮^{例えは⁶⁾}することが合理的であると考えられる。

本研究は、土木構造物の耐震設計や防災計画等における地域性の考慮に活用する地震ハザードマップの作成手法の開発を目的として、過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震を同時に考慮できる地震ハザードマップ作成手法について検討したものであり、国土交通省国土技術政策総合研究所に設置された「レベル2地震動の設定手法に関する技術検討会（座長：大町達夫東京工業大学教授）」において、ご指導、ご助言を賜りながら検討を進めたものである。本研究報告には、検討の結果提案した地震ハザードマップ作成手法とともに、提案手法に基づき全国を対象として試算した地震ハザードマップを示している。提案した地震ハザードマップの作成手法は、活断層において、固有の発生間隔及び固有のマグニチュードで繰り返し発生する地震については、活断層を考慮した地震危険度解析で危険度評価を行い、プレート境界の特定の位置において、固有の発生間隔及び固有のマグニチュードで繰り返し発生する地震については、プレート境界地震を考慮した地震危険度解析で危険度評価を行うものである。また、地震の発生位置、発生間隔及びマグニチュードを予め特定することが難しく、ランダムな位置及び時間に発生すると仮定する様々なマグニチュードの地震については、過去の地震記録を考慮した地震危険度解析において危険度評価を行う。

1. 2 本研究報告の構成

本研究報告は、4つの章で構成されている。第1章では、

本研究の目的及び位置づけや、本研究報告の構成について述べている。第2章では、2. 1から2. 3において、過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震のそれぞれを考慮する地震危険度解析について示した上で、2. 4においては、図-1に示すように、それらを同時に考慮できる地震危険度解析手法を示す。また、第3章では、第2章に示した地震危険度解析手法を用いて、全国を対象に地震ハザードマップを試算した結果を示している。更に、第4章では、本研究報告で提案する地震ハザードマップ作成手法やその試算結果についてまとめるとともに、提案手法の今後の課題及び試算結果の解釈における留意点を示している。

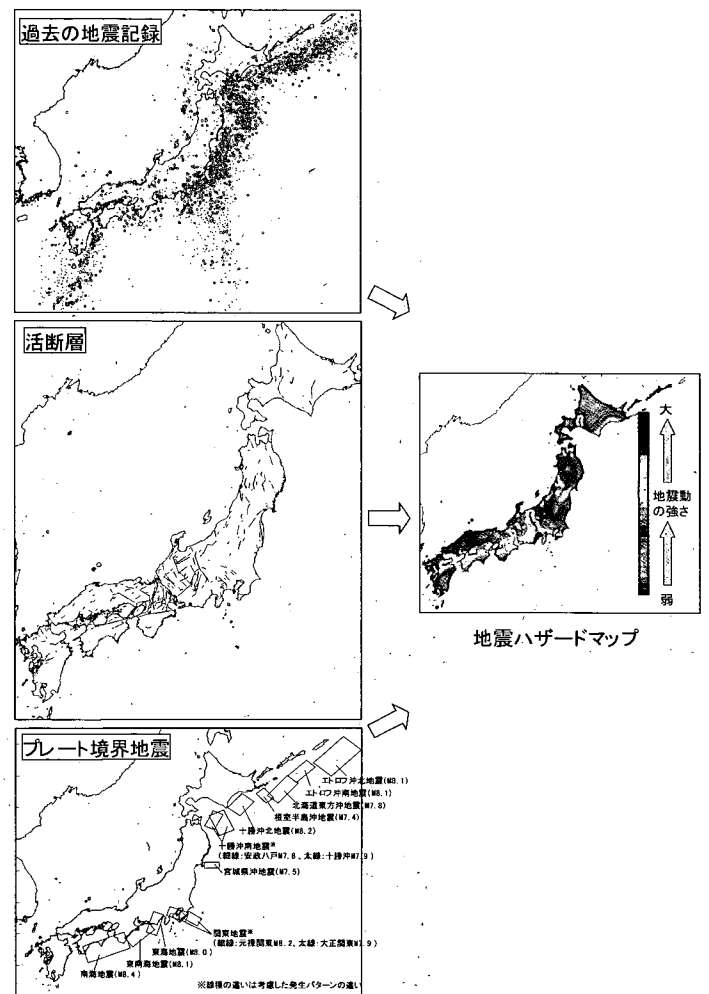


図-1 過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震を同時に考慮できる地震危険度解析

2. 地震ハザードマップの作成手法

2. 1 過去の地震記録を考慮した地震危険度の評価手法

(1) 考慮する過去の地震記録

我が国には、過去千数百年程度の地震記録^{1)~3)}があるが、一般に、古い年代の地震についてはマグニチュード等の情

報の信頼性が低く、また、記録が欠如していることも考えられる。このため、地震記録の年代ごとの精粗や信頼性に留意して地震危険度解析に用いる過去の地震記録を選定する。

(2) バックグラウンドゾーンの設定

我が国及びその周辺を、地震の発生特性が類似していると考えられる範囲別にバックグラウンドゾーンとして区切り、各バックグラウンドゾーン内における年平均地震発生回数、マグニチュード別の地震発生頻度及び発生し得る地震の最大マグニチュードは一様であるとする。

(3) バックグラウンドゾーン内の年平均地震発生回数とマグニチュード別の地震発生頻度

バックグラウンドゾーン i において、マグニチュード M が m を超える地震の年平均発生回数 $N_i [M > m]$ [回/年] は Gutenberg-Richter 式：

$$\log N_i [M > m] = a_i - b_i m \quad (1)$$

に従うものとし、バックグラウンドゾーン i 内の地震記録を用いて a_i 値及び b_i 値を算出する。(1)式から、バックグラウンドゾーン i 内の単位面積における年平均地震発生回数 v_i は、(2)式により算出される。

$$v_i = \frac{10^{a_i - b_i M_{iL}}}{A_i} \quad (2)$$

ここに、

A_i : バックグラウンドゾーン i の面積

M_{iL} : バックグラウンドゾーン i において考慮する最小のマグニチュード

さらに、(1)式からバックグラウンドゾーン i における地震のマグニチュード M の確率密度関数 $f_M(m)$ は、以下のように表される。

$$f_M(m) = \frac{b_i \exp[-b_i(m - M_{iL})]}{1 - \exp[-b_i(M_{iU} - M_{iL})]} \quad (3)$$

ここに、

M_{iU} : バックグラウンドゾーン i において発生し得る地震の最大マグニチュード

解析対象地点から r 離れたバックグラウンドゾーン i 内の地点でマグニチュード $M=m$ の地震が発生した場合に、解析対象地点における最大加速度 X が x を上回る確率(超過確率) $P_{X_i}[X > x | m, r]$ は、(4)式で算出される。

$$P_{X_i}[X > x | m, r] = \int f_{X_i}(X | m, r) dX \quad (4)$$

ここに、

$f_{X_i}(X | m, r)$: マグニチュード m の地震が解析対象地点から距離 r の位置で発生した場合に解析対象地点に生じる地震動特性値 X の確率密度関数

(4) 地震動特性値の推定

地震ハザードマップの地震動特性値として用いる最大加速度、加速度応答値等の距離減衰式を用いて、解析対象地点に生じる地震動を推定する。地震危険度解析では、距離減衰式による地震動特性値 X の推定値とその標準偏差を、それぞれ、平均値及び標準偏差とする地震動特性値の確率密度関数を設定するなどして、解析対象地点に生じる地震動特性値にばらつきを考慮することができる。ただし、そのような解析を行う場合には、距離減衰式による推定値から極端に乖離した値が生じることのないように、地震動のばらつきには一定の上下限値を設ける。

(5) 地震危険度の評価

以上の(1)～(4)により、解析対象地点における地震動特性値 X が、期間 T_D 年に x を上回る確率(超過確率) $P_b[X > x | T_D]$ は、地震の発生が定常ポアソン過程に従うと仮定して、(5)、(6)式により算出する。

$$P_b[X > x | T_D] = 1 - \exp(-\lambda T_D) \quad (5)$$

$$\lambda = \int_{A_{MiL}}^{M_{iU}} f_M(m) P_{X_i}[X > x | m, r] \frac{v_i}{A_i} d m d s \quad (6)$$

ここに、

λ : 1年間に解析対象地点に生じる地震動 X が x を超過する確率

M_{iL} : 地震危険度解析で考慮する地震の最小マグニチュード

A : 地震危険度解析で考慮する範囲を表す。この範囲には複数のバックグラウンドゾーンが含まれる場合があるため、(6)式の計算には、バックグラウンドゾーンごとのマグニチュード M の確率密度関数 $f_M(m)$ 、バックグラウンドゾーン内における年平均地震発生回数 v_i 、バックグラウンドゾーンの面積 A_i を用いる。

2. 2 活断層を考慮した地震危険度の評価手法

(1) 考慮する活断層

活断層において、固有の発生間隔及び固有のマグニチュードで繰り返し発生する地震については、活断層を考慮した地震危険度解析において危険度評価を行い、解析対象地点の地震危険度に影響を及ぼす活断層を考慮するものとする。

る。活断層に関しては、地震調査研究推進本部による評価結果⁷⁾や、科学技術庁（現文部科学省）及び地質調査所（現地質調査情報センター）等による調査情報^{例えは^{8)~18)}}が蓄積されつつあるため、こうした評価結果や調査情報を参考にして地震危険度解析に考慮する活断層を選定する。

(2) 活断層のマグニチュード及び地震発生確率

活断層には固有のマグニチュードや固有の平均活動間隔を考慮する。活断層のマグニチュードや平均活動間隔の評価では、活断層に関する最近の調査成果を参考にするが、調査成果の得られていない活断層については、既往の研究成果^{例えは¹⁹⁾}に基づき、断層の長さ等のパラメータからマグニチュードや平均活動間隔を推定する。活断層の地震発生確率は、活断層の平均活動間隔を用いて算出する。活断層の最新活動時期が特定されている場合には、地震の発生確率が最新の活動時期からの経過時間に依存するものとして地震発生確率を算定することができる^{例えは²⁰⁾}。

活断層の平均活動間隔や最新活動時期については、現在、調査研究が精力的に進められている段階であり、それらの設定が地震危険度解析に及ぼす影響が大きいことから、活断層を考慮した地震危険度解析の結果の解釈には注意が必要である。

(3) 地震動特性値の推定

活断層 j で地震が発生し、距離 r 離れた地点の地震動特性値 X が x を上回る確率は2. 1の(3)と同様に(7)式で評価する。(7)式では活断層 j で発生する地震のマグニチュード M は一定 $M=m_j$ であると仮定している。ここで、地震危険度解析では、解析対象地点に生じる地震動特性値 X に対してばらつきを考慮することができる。地震動特性値のばらつきを考慮した解析を行う場合には、距離減衰式による推定値から極端に乖離した値が生じることのないように、地震動特性値のばらつきには一定の上下限値を設ける。

$$P_{x_j}[X > x | m_j, r] = \int_x^{\infty} f_{x_j}(X | m_j, r) dX \quad (7)$$

ここに、

$f_{x_j}(X | m_j, r)$: マグニチュード m_j の地震が解析対象地点から距離 r の位置で発生した場合に解析対象地点に生じる地震動特性値 X の確率密度関数

(4) 地震危険度の評価

期間 T_D 年に活断層 j で地震が発生し、解析対象地点における地震動特性値 X が x を上回る確率（超過確率）

$P_{r_j}[X > x, T_D]$ は、期間 T_D 年に活断層 j で地震が発生する確率を $P_j[T_D]$ とすれば、(8)式により算出される。期間 T_D 年に解析対象地点に生じる地震動特性値 X が x を超過する確率 $P_r[X > x, T_D]$ は、個々の活断層を対象に(8)式で算出される超過確率 $P_{r_j}[X > x, T_D]$ を用いて(9)式により算出される。

$$P_{r_j}[X > x, T_D] = P_j[T_D] P_{x_j}[X > x | M_j, r] \quad (8)$$

$$P_r[X > x, T_D] = 1 - \prod_j \{1 - P_{r_j}[X > x, T_D]\} \quad (9)$$

2. 3 プレート境界地震を考慮した地震危険度の評価手法

(1) 考慮するプレート境界地震

プレート境界の特定の位置において、固有の発生間隔及び固有のマグニチュードで繰り返し発生する地震については、これをプレート境界地震として考慮した地震危険度解析を行う。プレート境界地震として地震危険度解析に考慮する地震は、地震調査研究推進本部及び中央防災会議のプレート境界地震に関する評価^{7),21)}や過去の地震^{例えは²²⁾}を参考に選定する。

(2) 断層の幾何的な条件、マグニチュード及び地震発生確率

プレート境界地震の断層位置等の幾何的な条件、マグニチュード及び平均発生間隔は、プレート境界地震に関する評価結果^{7),21)}を参考に設定するが、評価結果の得られていないプレート境界地震については過去の地震^{例えは²²⁾}を参考に設定する。プレート境界地震には固有の平均発生間隔を仮定し、地震発生確率は、その平均発生間隔に基づいて評価する。その際、プレート境界地震については、最新の発生時期が特定可能であるため、地震の発生確率が最新活動時期からの経過時間に依存するものとして地震発生確率を評価することができる^{例えは²⁰⁾}。

(3) 地震動特性値の推定

プレート境界地震 i が発生し、距離 r 離れた地点の地震動特性値 X が x を上回る確率は(10)式で評価する。(10)式では地震のマグニチュード M は一定 $M=m_i$ であると仮定している。ここで、地震危険度解析では、解析対象地点に生じる地震動特性値に対してばらつきを考慮することができる。地震動特性値のばらつきを考慮した解析を行う場合には、距離減衰式による推定値から極端に乖離した値が生じることのないように、地震動特性値のばらつきには一定の上下限値を設ける。

$$P_{x_i}[X > x | m_i, r] = \int_x^{\infty} f_{x_i}(X | m_i, r) dX \quad (10)$$

ここに、

$f_{xi}(X|m_i, r)$: マグニチュード m_i の地震が解析対象地点から距離 r の位置で発生した場合に、距離減衰式により推定される解析対象地点の地震動特性値 X の確率密度関数

(4) 地震危険度の評価

期間 T_D 年にプレート境界地震 i が発生し、解析対象地点における地震動特性値 X が x を上回る確率 (超過確率) $P_{pi}[X > x, T_D]$ は、期間 T_D 年のプレート境界地震の発生確率を $P_i [T_D]$ とすれば、(11)式により算出される。したがって、期間 T_D 年に解析対象地点に生じる地震動特性値 X が x を超過する確率 $P_p[X > x, T_D]$ は、各プレート境界地震 i を対象として算出される超過確率 $P_{pi}[X > x, T_D]$ を用いて(12)式により算出される。

$$P_{pi}[X > x, T_D] = P_i[T_D] P_{xi}[X > x | m_i, r] \quad (11)$$

$$P_p[X > x, T_D] = 1 - \prod \{1 - P_{pi}[X > x, T_D]\} \quad (12)$$

2. 4 過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震を考慮した地震危険度の評価

過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震のそれぞれを考慮した地震危険度 $P_{pi}[X > x | T_D]$ 、 $P_i[X > x | T_D]$ 及び $P_{pi}[X > x | T_D]$ を用いて、対象地点の地震危険度を算定する。それぞれに起因する地震の発生が独立であると仮定すれば、対象地点の地震危険度は(13)式で算出される。

$$P[X > x, T_D] = 1 - (1 - P_p[X > x | T_D])(1 - P_i[X > x, T_D])(1 - P_{pi}[X > x, T_D]) \quad (13)$$

3. 地震ハザードマップの試算

3. 1 はじめに

3. 1 では、2. に示した地震ハザードマップの作成手法にしたがって、全国を対象に地震ハザードマップを試算した結果を示す。3. 2、3. 3及び3. 4では、それぞれ、過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震を考慮した地震危険度の試算結果を示すものである。3. 5では、3. 2から3. 4における試算結果を組み合わせ、過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震を同時に考慮した場合の地震危険度の試算結果を示す。

3. 2 過去の地震記録を考慮した地震危険度の試算

(1) 考慮する過去の地震記録

過去の地震記録としては、以下の (i) ~ (iii) の資料を用いた。

(i) 461年~1884年 : 宇佐美 (1996) による地震カタ

ログ¹⁾

(ii) 1885年~1925年 : 宇津 (1987) による地震カタログ²⁾

(iii) 1926年~1996年7月 : 気象庁による地震記録³⁾

図-2に(i)から(iii)の地震記録の累積数と年代との関係を示す。同図によれば、マグニチュード $M < 6.0$ の地震については1926年以降、マグニチュード $M \geq 6.0$ の地震については1885年以降に概ね定期的な地震記録の累積が見られるが、それらの年代以前には地震記録の累積が遅く、地震記録の欠如等があることが推測される。また、1885年以降に地震の計器観測が開始されたことや、1926年以降に規模が比較的小さい地震も含めた地震記録の整理が気象庁により始められたことにより、地震観測の精度が向上してきた背景を踏まえて、危険度解析には以下の①、②の地震記録を用いることとした。図-3に①及び②の地震記録の震央を示す。

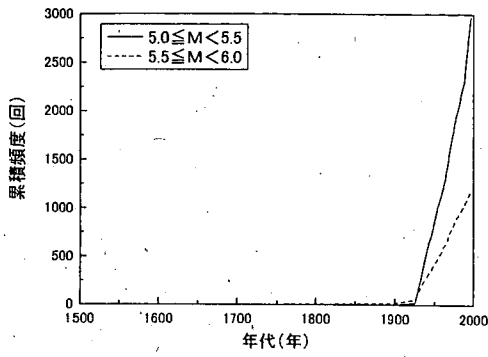
① マグニチュード $M < 6.0$ の地震 : (iii)

② マグニチュード $M \geq 6.0$ の地震 : (ii)、(iii)

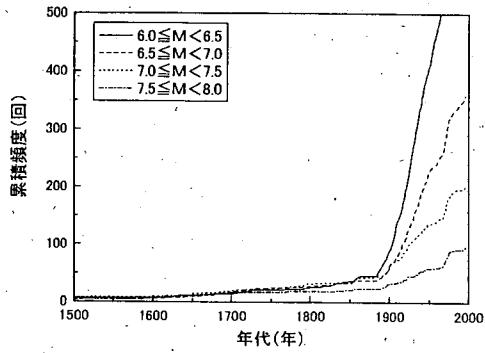
過去の地震記録を考慮した地震危険度の試算では、①及び②の地震記録のうち、耐震設計上考慮すべき地震動を発生させる地震として、震源深さ100[km]以内の地震記録を用いることとした。

また、最近の調査^{7)~17)}により、地震危険度解析で別途考慮する活断層で発生したことが明らかにされている地震や、プレート境界地震として別途解析に考慮する地震については、①及び②の地震記録から取り除いた。

地震危険度の試算は、緯度・経度 0.05° ピッチの地点を対象とし、各解析対象地点の半径300[km]以内に発生する地震を考慮することとした。



(a) $M < 6.0$



(b) $M \geq 6.0$

図-2 地震記録の累積数と年代

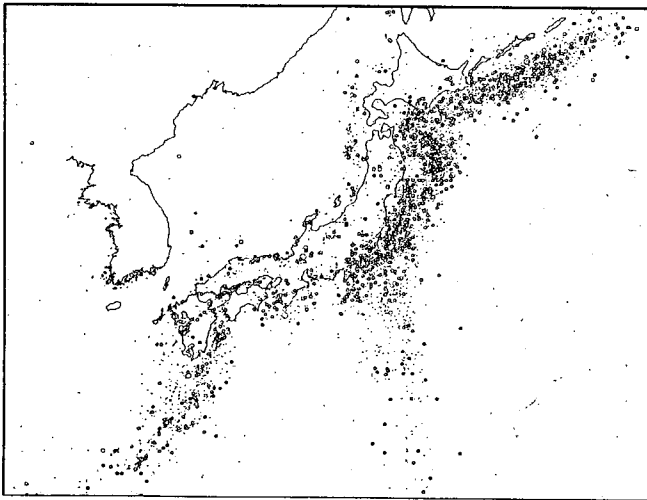


図-3 地震危険度の試算に用いる過去の地震記録

(2) バックグラウンドゾーンの設定

萩原 (1991) の地震地体構造²³⁾に基づき、図-4 に示すバックグラウンドゾーンを設定した。図-5 には、設定したバックグラウンドゾーンとともに、地震危険度解析に考慮する地震記録の震源分布を示す。同図(a)及び(b)には、それぞれ、震源深さ H が $0 \leq H \leq 30[\text{km}]$ と $30 < H \leq 100[\text{km}]$ の地震記録の震源分布が示してある。図-5 から、日本海

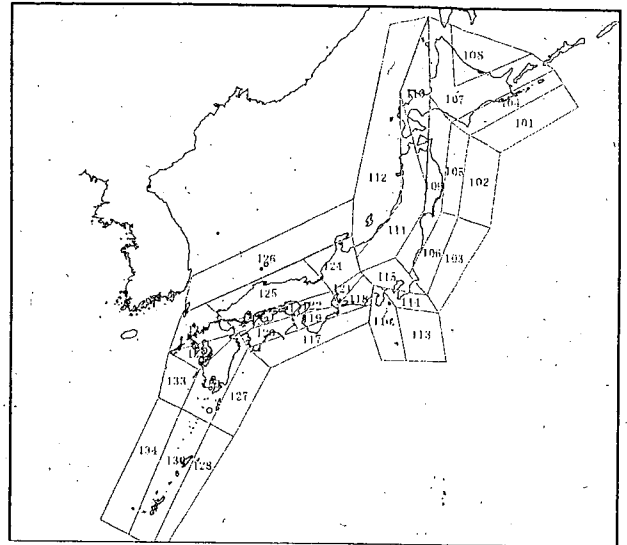
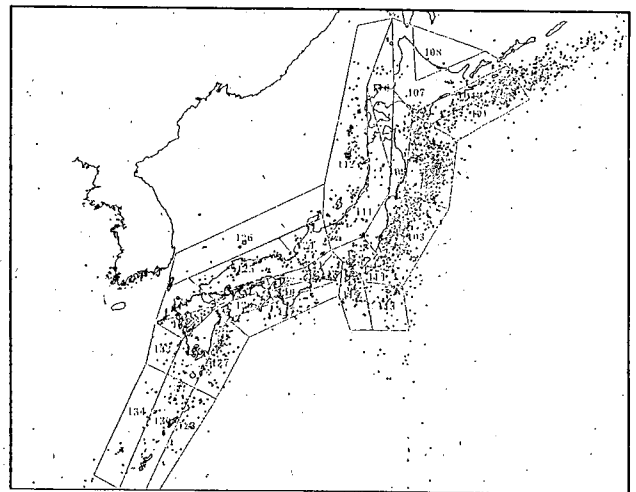
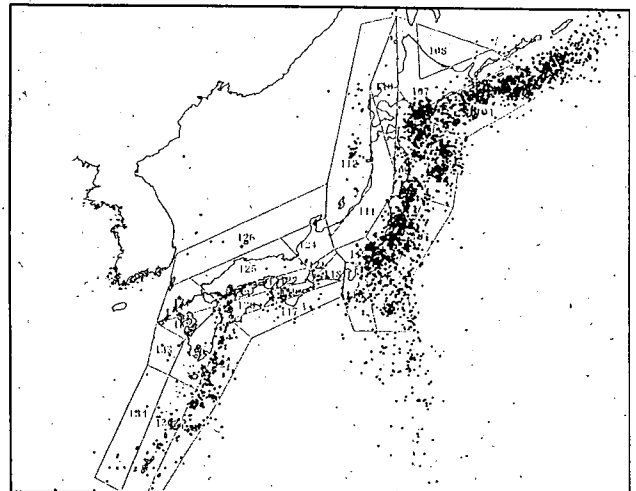


図-4 設定したバックグラウンドゾーン



(a) $0 \leq H \leq 30[\text{km}]$ (バックグラウンドゾーンの上層)



(b) $30 < H \leq 100[\text{km}]$ (バックグラウンドゾーンの下層)

図-5 震源分布と震源深さ H

側に位置するバックグラウンドゾーンでは、 $0 \leq H \leq 30$ [km]の比較的浅い位置で多くの地震が発生しているのに対し、太平洋側のバックグラウンドゾーンでは $0 \leq H \leq 100$ [km]の深さの範囲で地震が発生している。震源深さが異なる地震は、マグニチュードが同一でも、異なる地震動強度を与えるため、ここでは、このような震源深さの分布を考慮して、図-4 のバックグラウンドゾーンを深さ h が $0 \leq h \leq 30$ [km]の上層と $30 < h \leq 100$ [km]の下層に分割し、上層及び下層のそれぞれで発生する地震を考慮した地震危険度解析を行うこととした。

(3) 最大マグニチュード M_U 及び最小マグニチュード M_L の設定

バックグラウンドゾーン内で発生する地震として地震危険度解析に考慮する最大マグニチュード M_U 及び最小マグニチュード M_L はバックグラウンドゾーンごとに設定し、バックグラウンドゾーンの上層と下層には同一の M_U 及び M_L を仮定することとした。

最大マグニチュード M_U は、基本的には、萩原 (1991) の地震地体構造²³⁾に基づいて設定した。ただし、地震地帯構造の M_U が地震危険度解析で別途考慮する活断層やプレート境界地震に対応する地震のマグニチュードによって決定されている場合には、バックグラウンドゾーンに含まれる3. 2 (1) の (i)、(ii)、(iii) の地震記録のうち、活断層やプレート境界地震との対応が明らかにされていない地震記録のマグニチュードの最大値を M_U として用いることとした。これは、活断層やプレート境界地震を考慮した地震危険度解析において考慮される地震が、過去の地震記録を考慮した地震危険度解析においても重複して考慮されないようにしたものである。ここで、マグニチュードの大きな地震が発生しても明瞭な地表地震断層が出現しない場合がある。また、明瞭な地表地震断層を出現させない地震が古い時代に発生していれば、地震記録が欠如している可能性もある。このような地震は、活断層を考慮した地震危険度解析では考慮されず、また、マグニチュードがバックグラウンドゾーンに対して設定した M_U よりも大きければ、過去の地震記録を考慮した地震危険度解析においても考慮されない。そこで、明瞭な地表地震断層を出現させなかった地震のマグニチュードとして、平成12年鳥取県西部地震のマグニチュード $M7.3$ を M_U の下限値として用いることとした。 M_U の下限値を設定することになったバックグラウンドゾーンは、我が国の陸域及び島嶼部を含む9つのバックグラウンドゾーンである。各バックグラウンドゾーンに対して設定した M_U を図-6 に示す。

M_L については、全てのバックグラウンドゾーンでマグニチュード $M5$ とした。

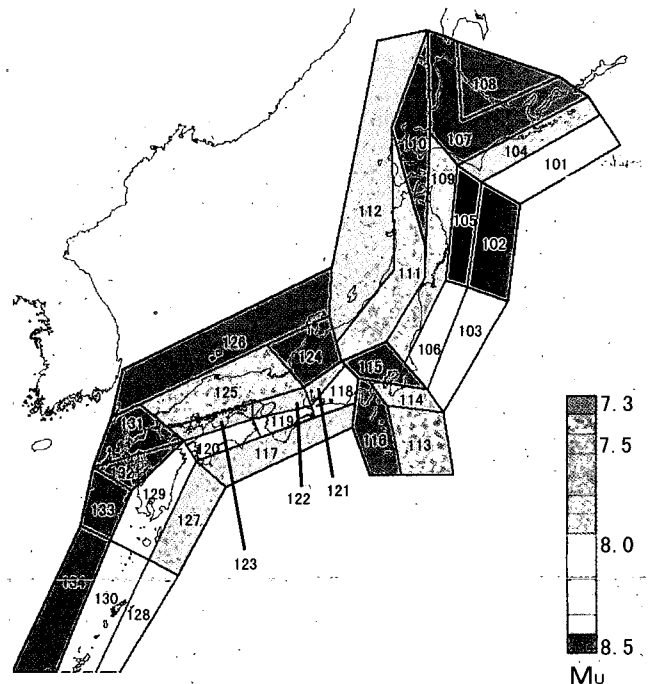


図-6 最大マグニチュード M_U

(4) 年平均地震発生回数とマグニチュード別の地震発生頻度

はじめに、バックグラウンドゾーン内 (上層+下層) の地震記録を用いて Gutenberg-Richter 式の a 値及び b 値を算出し、バックグラウンドゾーン内 (上層+下層) で発生する地震の年平均地震発生回数を算定した。次に、バックグラウンドゾーンの上層と下層のそれぞれに含まれる地震記録数の割合を、算出した年平均地震発生回数に乘じることにより、上層及び下層のそれぞれで発生する地震の年平均地震発生回数を算定した。バックグラウンドゾーンの上層と下層のマグニチュード別の地震発生頻度は同一とし、バックグラウンドゾーン内 (上層+下層) の地震記録を用いて算出した Gutenberg-Richter 式の b 値を用いることとした。

表-1 に、上記に基づいて設定したバックグラウンドゾーンの上層及び下層の年平均地震発生回数と b 値を示す。また、同表には、バックグラウンドゾーンごとに考慮することとした地震の最大マグニチュード M_U 及び最小マグニチュード M_L も示す。

(5) 地震動特性値の推定

ここでは、地震動特性値として最大加速度 X を用いることとし、試算地点に生じる地震動の推定には安中ら (1997)

の距離減衰式²⁴⁾を用いることとした。

本試算では、活断層やプレート境界地震を考慮した地震危険度解析も行い、活断層を表す線震源やプレート境界地震の面震源から生じる地震動特性値も推定するため、距離の指標としては震源距離ではなく、断層と試算地点の最短距離などの指標を用いることが合理的である。安中らの距離減衰式では、距離の指標として断層と試算地点の最短距離が用いられていること、また、最大加速度に加えて耐震設計で重要な加速度応答値を指標とした距離減衰式も提案されていることから、本試算では安中らの距離減衰式を用いることとした。安中らの距離減衰式は、せん断弾性波速度 V_s が 300~600[m/s]の支持地盤（工学的基盤に相当）における平均的な地震動の推定に用いることが可能とされており、(14)式により表される。バックグラウンドゾーンの上層または下層で発生する地震により試算地点に生じる最大加速度 X を推定する場合には、最短距離 R としては震源距離を、震源深さ H としてはバックグラウンドゾーンの上層または下層に含まれる地震記録の平均的な震源深さを用いることとした。なお、バックグラウンドゾーンの上層における地震記録の平均的な震源深さが 10[km]を下回る場合には、深さ 10[km]とすることとした。

$$\log X = 0.606M + 0.00459H - 2.136 \log(R + 0.334e^{0.653M}) + 1.730 \quad (14)$$

ここに、

X : 最大加速度(gal)

M : マグニチュード

H : 震源深さ[km]

R : 最短距離[km]

また、試算地点に生じる最大加速度のばらつきを考慮するため、距離減衰式による推定値（平均値）とその標準偏差を用いて最大加速度の対数正規確率密度関数を設定した。ただし、平均値から大きく乖離した地震動が地震危険度解析の結果として算出されないよう、距離減衰式のばらつきとして平均値回りの $\pm 2\sigma$ （ σ は標準偏差）を考慮することとした。ここで、 σ は最大加速度 X の常用対数の標準偏差である。 σ としては、安中らにより算出された標準偏差 $\sigma = 0.224$ を用いた。

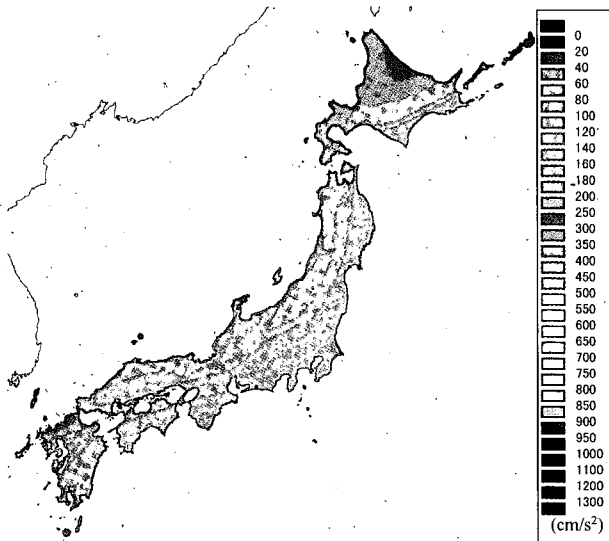
表-1 バックグラウンドゾーンの上層と下層で発生する地震

バックグラウンド ゾーン番号	地震数	最小 マグニ チュード	最大 マグニ チュード	バックグラウンドゾーンの上層+下層				バックグラウンドゾーン上層(震源深さ $h \leq 30\text{km}$)			バックグラウンドゾーン下層(震源深さ $30\text{km} < h \leq 100\text{km}$)		
				a値	b値	平均的な 震源深さ (Km)	年平均地震 発生回数 (回/年)	上層に含まれる 地震記録数の割合 $\frac{\text{上層の地震記録数}}{\text{上層+下層の地震記録数}}$	平均的な 震源深さ (Km)	年平均地震 発生回数 (回/年)	下層に含まれる 地震記録数の割合 $\frac{\text{下層の地震記録数}}{\text{上層+下層の地震記録数}}$	平均的な 震源深さ (Km)	年平均地震 発生回数 (回/年)
101	527	5.0	8.1	4.76	0.84	36.7	3.62	0.45	14.5	1.64	0.55	55.1	1.98
102	771	5.0	8.5	4.62	0.77	24.4	5.82	0.66	10.0	3.82	0.34	53.6	2.00
103	272	5.0	8.0	4.37	0.80	33.1	2.34	0.50	13.7	1.18	0.50	52.8	1.16
104	411	5.0	7.8	5.06	0.90	48.6	3.68	0.23	14.6	0.85	0.77	58.8	2.83
105	432	5.0	8.5	5.02	0.88	37.5	4.34	0.43	17.2	1.85	0.57	52.6	2.49
106	628	5.0	8.0	4.58	0.79	33.7	4.50	0.44	12.1	1.98	0.56	50.6	2.52
107	83	5.0	7.3	4.41	0.89	49.8	0.92	0.37	14.7	0.34	0.63	70.6	0.58
108	3	5.0	7.3	1.36	0.56	20.0	0.04	0.67	10.0	0.02	0.33	40.0	0.01
109	292	5.0	7.5	5.39	0.97	52.6	3.34	0.21	12.1	0.70	0.79	63.3	2.64
110	18	5.0	7.3	5.05	1.13	16.7	0.26	0.83	10.0	0.22	0.17	66.7	0.04
111	73	5.0	7.6	4.74	0.96	7.0	0.88	0.97	10.0	0.86	0.03	90.0	0.02
112	165	5.0	7.8	6.37	1.14	19.7	4.66	0.78	12.6	3.62	0.22	44.4	1.05
113	174	5.0	7.4	5.47	1.02	42.4	2.33	0.39	13.6	0.90	0.61	60.4	1.43
114	72	5.0	7.5	3.04	0.64	49.0	0.65	0.31	12.3	0.20	0.69	65.2	0.45
115	212	5.0	7.3	4.93	0.92	46.1	2.14	0.28	12.9	0.59	0.72	59.0	1.54
116	157	5.0	7.3	5.11	0.97	18.9	1.86	0.80	10.5	1.48	0.20	51.6	0.38
117	71	5.0	7.8	3.66	0.76	18.6	0.69	0.82	10.3	0.56	0.18	55.5	0.13
118	37	5.0	8.0	4.45	0.97	14.5	0.41	0.84	10.0	0.35	0.16	41.0	0.07
119	39	5.0	8.0	4.02	0.88	32.4	0.40	0.51	10.0	0.20	0.49	56.0	0.19
120	41	5.0	8.0	6.57	1.36	25.7	0.58	0.56	10.0	0.33	0.44	46.3	0.26
121	18	5.0	7.5	4.95	1.13	12.8	0.21	0.83	10.0	0.18	0.17	43.3	0.04
122	13	5.0	7.8	4.84	1.10	16.3	0.23	0.85	10.0	0.19	0.15	52.5	0.04
123	20	5.0	7.8	2.62	0.67	42.7	0.19	0.40	15.0	0.07	0.60	61.1	0.11
124	49	5.0	7.3	4.50	0.94	7.0	0.65	0.98	10.0	0.63	0.02	37.0	0.01
125	107	5.0	7.4	4.71	0.93	8.4	1.12	0.97	10.0	1.09	0.03	41.3	0.03
126	17	5.0	7.3	5.03	1.11	22.3	0.29	0.76	16.9	0.22	0.24	40.0	0.07
127	232	5.0	7.8	5.08	0.92	31.1	3.05	0.52	11.3	1.59	0.48	52.6	1.46
128	127	5.0	8.0	4.03	0.77	46.9	1.52	0.30	13.7	0.45	0.70	61.1	1.06
129	70	5.0	8.0	4.64	0.96	29.0	0.69	0.63	10.0	0.43	0.37	66.7	0.26
130	87	5.0	8.0	4.85	0.98	30.3	0.84	0.55	10.0	0.46	0.45	58.9	0.38
131	10	5.0	7.3	3.22	0.82	18.8	0.13	0.90	10.0	0.11	0.10	100.0	0.01
132	34	5.0	7.3	4.82	1.03	5.9	0.47	1.00	10.0	0.47	0.00	-	0.00
133	17	5.0	7.3	4.15	0.98	20.7	0.18	0.76	10.0	0.14	0.24	57.5	0.04
134	33	5.0	7.3	3.19	0.72	28.9	0.37	0.64	10.0	0.23	0.36	67.6	0.13

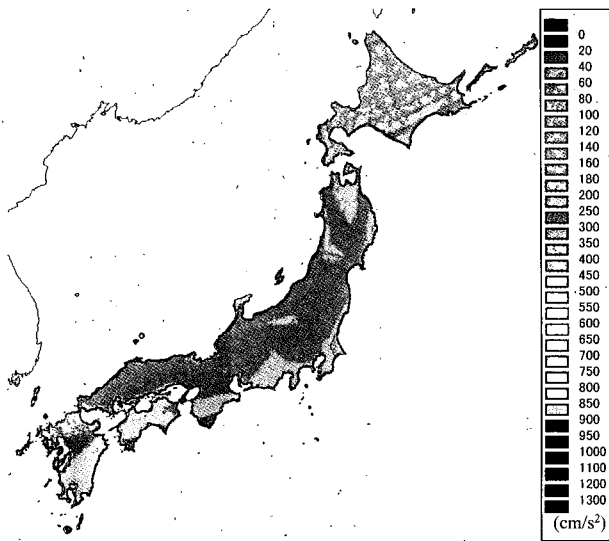
(6) 地震危険度の試算結果

過去の地震記録を考慮して試算した最大加速度の地震ハザードマップを図-7に示す。同図は、期間100年の超過確率が63%及び5%となる最大加速度を表している。

100年超過確率63%及び5%の地震ハザードマップでは、全国的に太平洋側の最大加速度が大きくなっており、それぞれ、200[cm/s²]程度及び500[cm/s²]程度の最大値が千葉県



(a) 100年超過確率63%



(b) 100年超過確率5%

図-7 過去の地震記録を考慮した場合の最大加速度 (Vsが300~600m/sの工学的基盤での試算結果)

北東部や茨城県南東部地域において算定されている。

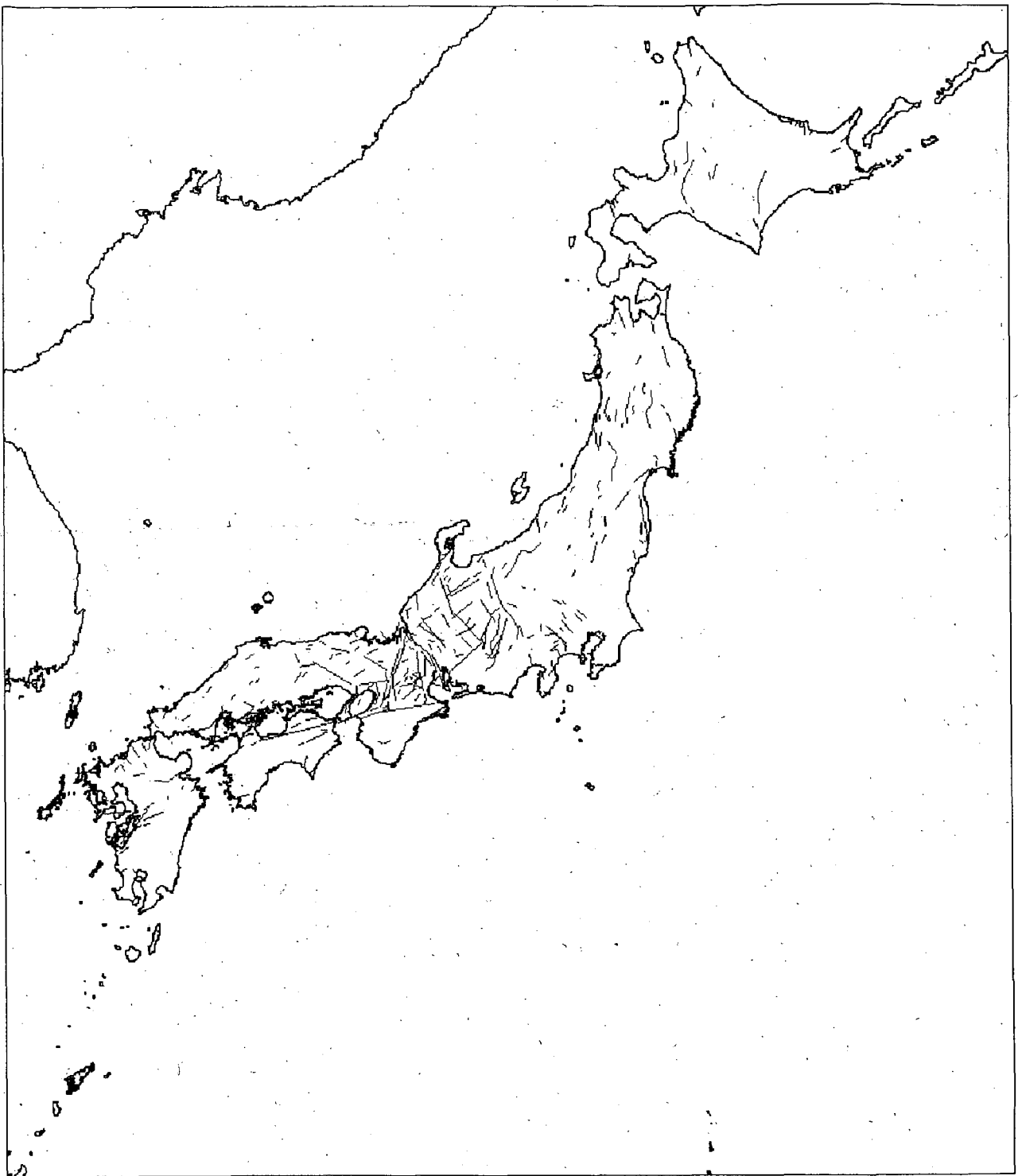
3. 3 活断層を考慮した地震危険度の試算

(1) 考慮する活断層

地震危険度解析で考慮した活断層は次の2種類である。

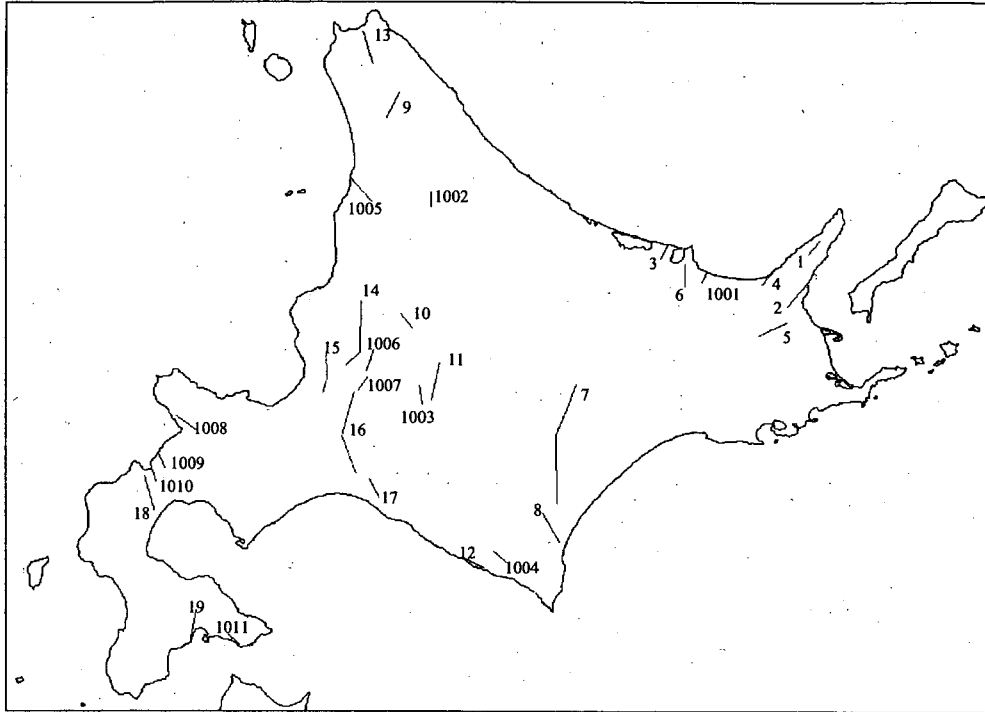
- (i) 松田(2001)による起震断層¹⁸⁾: 松田(2001)¹⁸⁾によって大地震を起こす単位になると考えられた独立する1つの活断層線及び複数の活断層線
- (ii) 活断層研究会(1991)に記載された活断層¹⁶⁾のうち、松田(2001)による起震断層¹⁸⁾には位置づけられなかった長さ10[km]以上の活断層

なお、ここでは、起震断層に位置づけられていない長さ10km以上の活断層についても、それぞれの活断層が1回の地震を起こす単位になるものとした。地震危険度の試算に考慮した計320の起震断層及び活断層の位置を図-8に、また、起震断層及び活断層の一覧を表-2に示す。起震断層及び活断層の地震規模や活動性に関する情報は、基本的には、それぞれ、松田(2001)¹⁸⁾及び活断層研究会(1991)¹⁶⁾に基づいている。ただし、起震断層に関しては、最近の活断層調査により、地震調査研究推進本部による評価結果⁷⁾や文部科学省及び地質調査所等による調査情報^{8)~17)}が得られている場合には情報の見直しを行った。

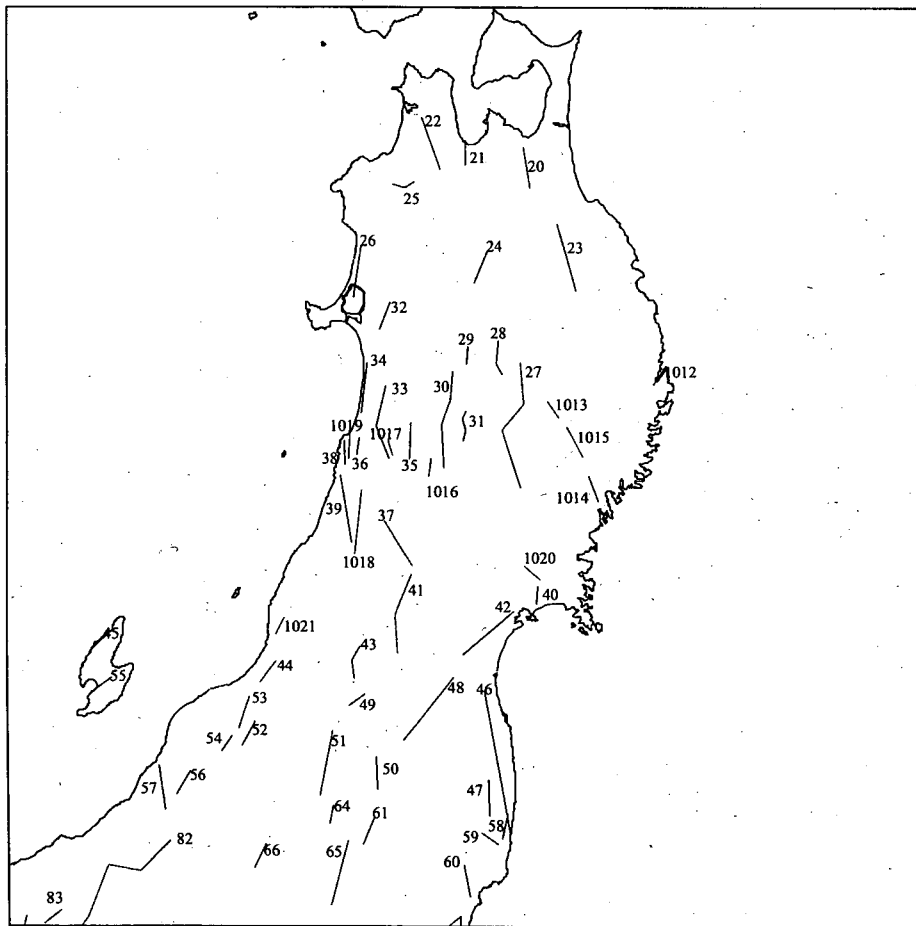


(a) 全国

図-8.1 地震危険度の試算で考慮した起震断層及び活断層

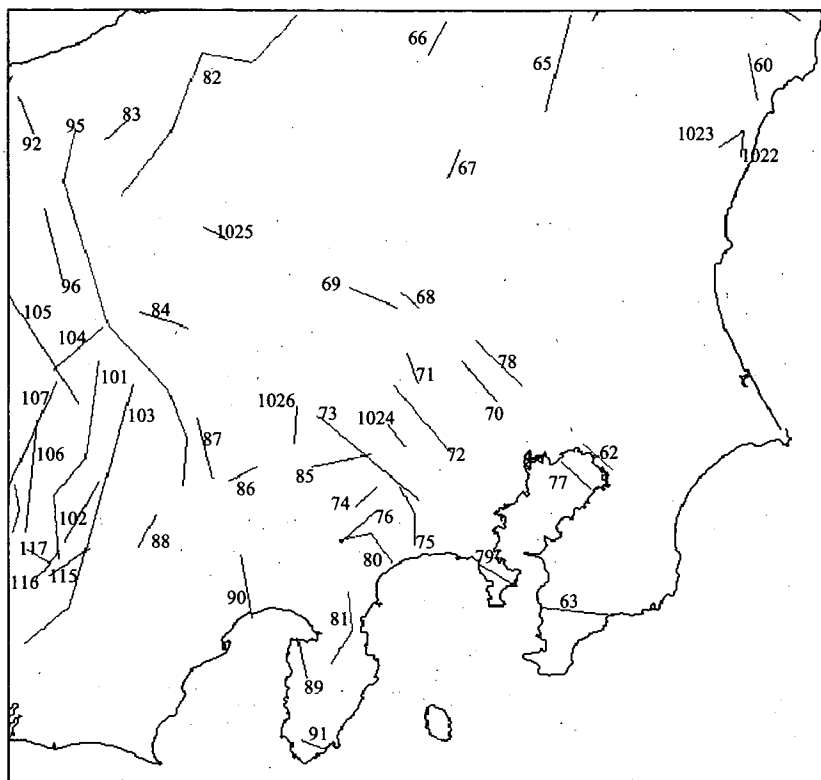


(b) 北海道地方

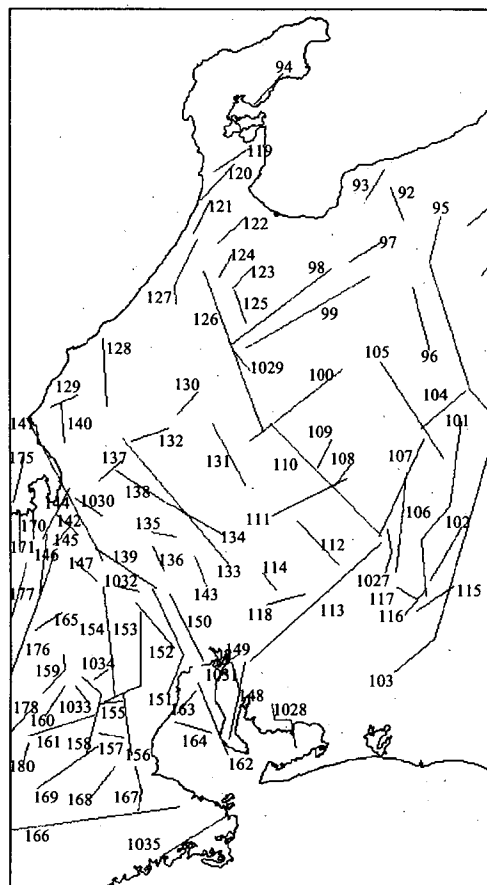


(c) 東北地方

図-8.2 地震危険度の試算で考慮した起震断層及び活断層

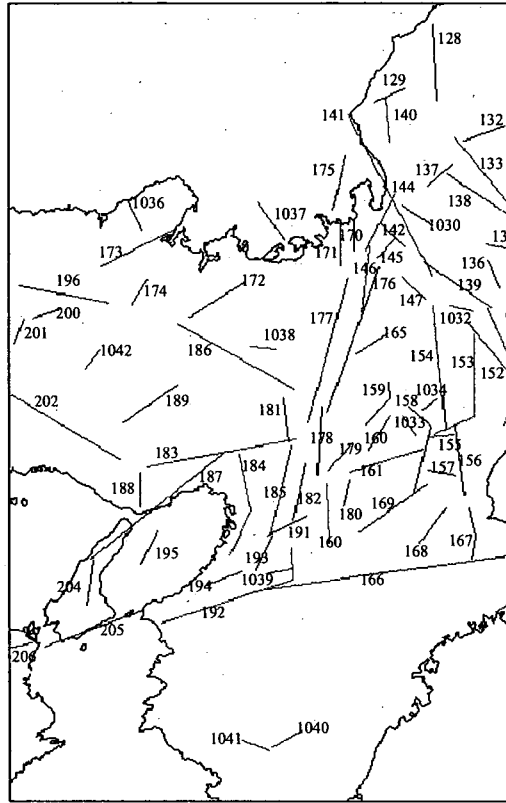


(d) 関東地方及び中部地方東部

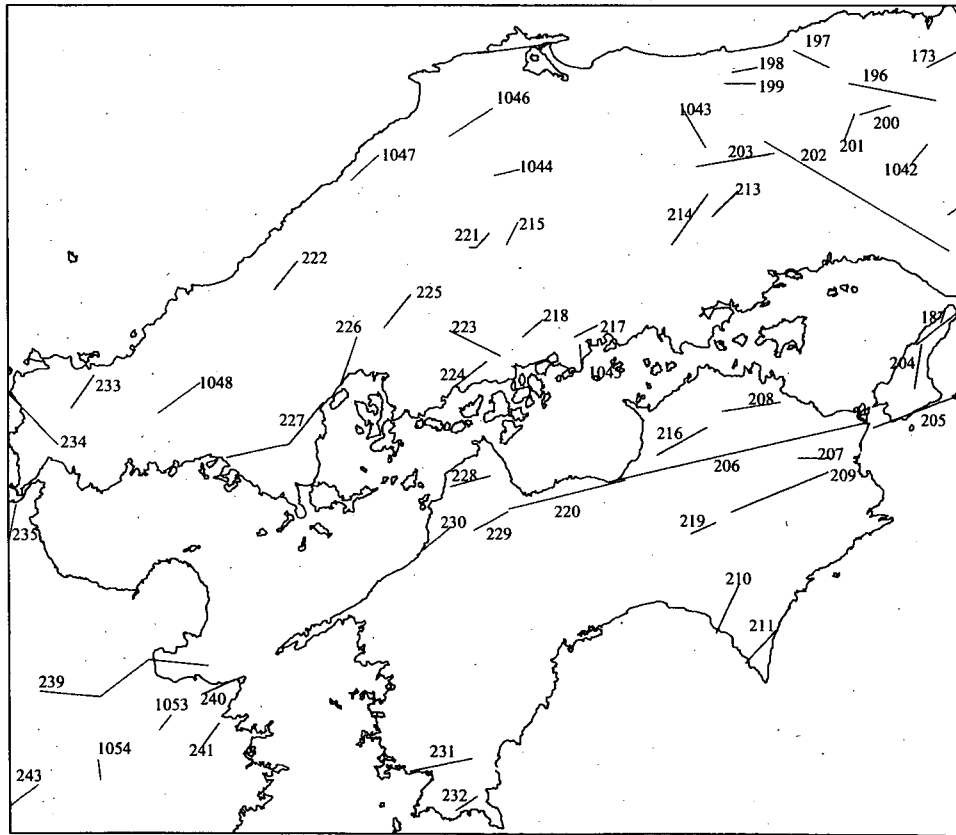


(e) 中部地方及び北陸地方及び近畿地方東部

図-8.3 地震危険度の試算で考慮した起震断層及び活断層

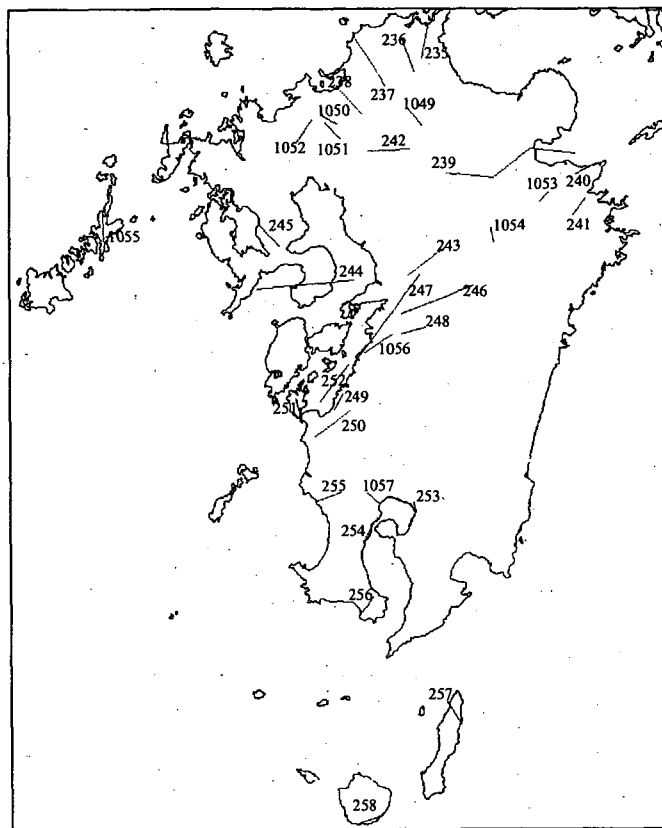


(f) 近畿地方

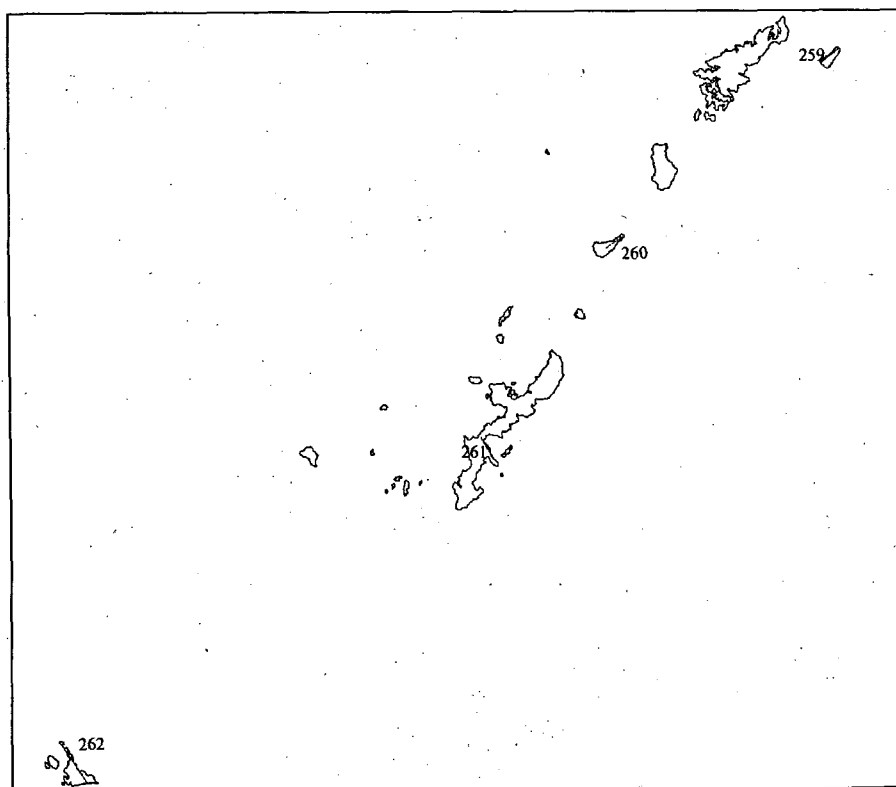


(g) 中国地方及び四国地方

図-8.4 地震危険度の試算で考慮した起震断層及び活断層



(h) 九州地方



(i) 沖縄

図-8.5 地震危険度の試算で考慮した起震断層及び活断層

表-2.1 地震危険度の試算に考慮した起震断層及び活断層

No.	断層名	断層長さ [km]	マグニチュード	活動度	平均実位速度 [mm/yr]	平均活動間隔 [yr]	最新活動時期からの経過年 [yr]	備考
1	類白島断層帯	12	6.6	A	5	190		松田(2001)による。
2	播磨北断層帯	20	7.0	B	0.5	3200		松田(2001)による。
3	常呂川東岸断層	11	6.6	B	0.5	1700		松田(2001)による。
4	科里東断層帯	14	6.7	A	5	220		松田(2001)による。
5	播磨西断層帯	18	6.9	B	0.5	2900		松田(2001)による。
6	那志湖断層帯	15	6.9	B	0.5	2400		松田(2001)による。
7	十勝平野東縁断層帯	82	8.0		0.5	13000		松田(2001)による。平均実位速度は遠別川断層(活断層研究会1991)による。
8	光地断層	22	7.1		0.2	8700		松田(2001)による。平均実位速度については光地断層(活断層研究会1991)による。
9	同楽別断層帯	19	7.0	B	0.5	3000		松田(2001)による。
10	ホニタシベツ断層	12	6.6	C	0.1	19000		松田(2001)による。
11	富良野断層帯	26	7.2	B	0.5	4100		松田(2001)による。
12	ニッ石-清河断層帯	13	6.7	B	0.5	2100		松田(2001)による。
13	傾延断層	24	7.1	C	0.05	38000		松田(2001)による。
14	増毛山地遠縁断層帯	47	7.6		0.5	7300		活断層調査成果報告会予稿集(科技庁1998)による。平均実位速度については樺戸断層群セグメントa(同予稿集)による。
15	当別断層	56	7.7		0.16	27000	11000	活断層調査成果報告会予稿集(文科省2001)による。平均実位速度はセグメントa(同予稿集)による。
16	石狩低地東縁断層帯	56	7.7			2000	3700	松田(2001)による。ただし、平均活動間隔と最新活動時期は馬追断層(科技庁2000)による。
17	野幌断層帯	13	6.7	C	0.05	21000		松田(2001)による。
18	黒松内断層帯	24	7.1		0.6	3200		松田(2001)による。平均実位速度については白根西断層(活断層研究会1991)による。
19	函館平野西縁断層帯	24	7.5			13000	14000	地盤調査研究推進本部による。
20	野辺地断層帯	12	6.6		0.19	5000	80000	活断層調査成果報告会予稿集(科技庁1997)による。平均実位速度については天林断層(同予稿集)による。上原市断層と天間林断層を考慮して、野辺地断層は除く。
21	喜望峯西岸断層帯	15	6.8			4500	3900	活断層調査成果報告会予稿集(科技庁1999)による。入内断層を当該起震断層とする。
22	津軽山地西縁断層帯	16	6.8		0.2	6000	20000	活断層調査成果報告会予稿集(科技庁1997)による。五所川原市陸域以南を考慮。
23	折爪断層	50	7.7		0.15	26000	33000	活断層調査成果報告会予稿集(科技庁1998)による。
24	花輪盆地断層帯	19	7.0	B	0.5	3000		松田(2001)による。
25	岩手山麓断層帯	12	6.6	B	0.5	1900		松田(2001)による。
26	雄物断層帯	32	7.3	AB	1	2600		松田(2001)による。平均実位速度については雄物断層(活断層研究会1991)による。
27	北上低地西縁断層帯	62	7.8			16000	4500	地盤調査研究推進本部による。
28	磐石盆地西縁断層帯	20	7.0	B	0.7	2300		松田(2001)による。平均実位速度は西根断層群(活断層研究会1991)による。
29	田沢湖東方断層帯	10	6.5	B	0.5	1600		松田(2001)による。
30	根子盆地東縁断層帯	70	7.9			3500	100	活断層調査成果報告会予稿集(科技庁1999)による。
31	割倉山断層	17	6.9		0.2	6800		松田(2001)による。ただし、平均実位速度については割倉山断層(活断層研究会1991)による。
32	北口断層帯	16	6.8	C	0.05	26000		松田(2001)による。ただし、活動期は情報がないのでCとした。
33	島田目断層帯	44	7.6	B	0.5	7000		松田(2001)による。
34	北由利断層	29	7.3	B	1	2300		松田(2001)による。平均実位速度については北由利断層(活断層研究会1991)による。
35	機子盆地西断層	21	7.0	C	0.05	33000		松田(2001)による。平均実位速度については千畑断層(活断層研究会1991)による。
36	茶ヶ台断層帯	10	6.5	B	0.5	1600		松田(2001)による。
37	新庄盆地断層帯	30	7.3		0.5	4800	10000	断層長は松田(2001)による。平均実位速度と最新活動時期は活断層調査成果報告会予稿集(科技庁2000)による。
38	桑島断層帯	13	6.7	AB	1	1000		松田(2001)による。
39	庄内平野東縁断層帯	39	7.5			1500	3000	断層長は活断層調査成果報告会予稿集(科技庁1998)、平均活動間隔及び最新活動時期は活断層調査成果報告会予稿集(科技庁2000)による。
40	旭山断層	10	6.5	BC	0.1	7900		松田(2001)による。
41	山形盆地断層帯	20	7.6			5000	4400	断層長は松田(2001)による。最新活動時期と平均活動間隔は活断層調査成果報告会予稿集(科技庁2000)による。
42	長町-利府線断層帯	40	7.5		0.7	3000		地盤調査研究推進本部による。
43	長井盆地西縁断層帯	24	7.1		0.8	2400	3100	活断層調査成果報告会予稿集(文科省2001)による。平均実位速度は長井西方断層(活断層研究会1991)による。
44	御形山断層帯	15	6.8		0.5	2400	6600	断層長は松田(2001)による。最新活動時期は活断層調査成果報告会予稿集(文科省2001)による。
45	大佐渡西岸断層帯	14	6.7		0.1	11000		松田(2001)による。平均実位速度は小田断層(活断層研究会1991)による。
46	双葉断層帯	20	7.0			7600	2000	活断層調査成果報告会予稿集(科技庁1999)による。
47	三股断層帯	21	7.0	B	0.5	3300		松田(2001)による。
48	福島盆地西縁断層帯	50	8.1			3000	3700	活断層調査成果報告会予稿集(文科省2001)による。
49	小野川断層帯	11	6.6	B	0.5	1700		松田(2001)による。
50	川市山断層	19	7.0	B	0.5	3000		松田(2001)による。
51	会津盆地西縁断層帯	38	7.5			4000	400	断層長は松田(2001)による。平均活動間隔と最新活動時期については活断層調査成果報告会予稿集(文科省2001)による。
52	沼津断層	16	6.9	B	0.5	2500		松田(2001)による。
53	日向断層	30	7.3		0.5	4800	5900	活断層調査成果報告会予稿集(科技庁1998)による。平均活動間隔は平均実位速度と断層長を用いて算定した。
54	村松断層	10	6.5	B	0.5	1600		松田(2001)による。
55	国中平野南縁断層帯	15	6.9		0.2	6000		松田(2001)による。平均実位速度は国中南断層(活断層研究会1991)による。
56	悠久山断層帯	15	6.8		0.5	2400		松田(2001)による。平均実位速度については悠久山断層(活断層研究会1991)による。
57	長岡平野西縁断層帯	26	7.2	A	5	410		松田(2001)による。
58	大坂-足沢断層帯	15	6.9	BC	0.1	12000		松田(2001)による。
59	二ツ筋断層	11	6.6	B	0.5	1700		松田(2001)による。
60	井戸沢断層	18	6.9	C	0.05	29000		松田(2001)による。活動期は情報がないので活動度Cとした。
61	白河西方断層帯	17	6.9	C	0.05	27000		松田(2001)による。活動期は情報がないので活動度Cとした。
62	東京湾北縁断層							活断層ではない。地盤調査研究推進本部による。
63	鶴川低地断層帯	29	7.3			2300	10000	松田(2001)による。平均実位速度は鶴川地溝帯北-南断層(活断層研究会1991)、最新活動時期は松田(1995)による。
64	六内-倉村断層	10	6.5	BC	0.1	7900		松田(2001)による。
65	関谷断層帯	38	7.5	A	5	600	300	松田(2001)による。最新活動時期は松田(1995)による。
66	檜枝峯西断層	15	6.8	C	0.05	24000		松田(2001)による。
67	内ノ巻断層	12	6.6	BC	0.1	9500		松田(2001)による。
68	深谷断層	20	7.0		0.4	4000		活断層調査成果報告会予稿集(科技庁2000)による。本庄市から熊谷にかけて分布。
69	宇井-巻機断層帯	20	7.0		0.25	6400		松田(2001)による。平均実位速度は神川断層(活断層研究会1991)による。
70	荒川断層	20	7.0		0.2	7900		松田(2001)による。平均実位速度は荒川断層(活断層研究会1991)による。
71	越生断層	19	6.7	C	0.05	21000		松田(2001)による。
72	立川断層帯	21	7.0			5000	1100	活断層調査成果報告会予稿集(科技庁1999)による。
73	鶴川断層	58	7.8	C	0.05	92000		松田(2001)による。
74	長倉断層	11	6.6	B	0.5	1700		松田(2001)による。
75	伊勢原断層	13	7.0			3300	1100	活断層調査研究交付金成果報告会予稿集(科技庁1997)による。最新活動時期については松田(1995)による。
76	玄倉-奥沢断層帯	18	6.9	A	5	290		松田(2001)による。
77	東京湾北部断層	16	6.8		0.1	13000		松田(2001)による。平均実位速度については東京湾北部断層(活断層研究会1991)による。
78	総瀬川断層帯	25	7.2		0.3	6800	5000	松田(2001)による。最新活動時期は松田(1995)、平均実位速度は元常川構造帯(活断層研究会1991)による。

表-2.2 地震危険度の試算に考慮した起震断層及び活断層

No.	断層名	断層長さ (km)	マグニ チュード	活動度	平均変位速度 (mm/yr)	平均活動間隔 (yr)	最新活動時期か らの経過年(yr)	備考
79	北武一武山断層帯	16	6.8			1600	1600	活断層調査成果報告会予稿集(文科省2001)による。北武断層の調査結果を用いた。
80	神橋一岡河津一松田断層帯	25	8.0			3000	3000	地震調査研究推進本部による。
81	丹那断層帯	30	7.4			1200	70	松田(2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期は地震調査研究推進本部による。
82	信濃川断層帯	58	7.8			800	160	地震調査研究推進本部による。
83	戸隠山断層帯	12	6.6	B	0.5	1900		松田(2001)による。
84	霧ヶ峰断層帯	20	7.0	A	5	320		松田(2001)による。
85	真山断層	23	7.1	BC	0.1	18000		松田(2001)による。
86	曾根丘陵断層帯	12	6.6		0.5	1900		松田(2001)による。平均変位速度は曾根丘陵断層帯(活断層研究会1991)による。
87	甲府盆地西縁断層帯	24	7.1		1.4	1400		松田(2001)による。平均変位速度は市ノ瀬断層帯(活断層研究会1991)による。
88	湖上断層	14	6.7	C	0.05	22000		松田(2001)による。
89	遠藤山断層帯	16	6.8	B	0.5	2500		松田(2001)による。活動間隔は遠藤山断層帯(活断層研究会1991)による。
90	富士川河口断層帯	20	8.0			1100	2100	地震調査研究推進本部による。
91	上賀茂断層	10	6.5	BC	0.1	7900		松田(2001)による。
92	瀧又山断層	15	6.9	B	0.5	2400		松田(2001)による。
93	黒雲山断層帯	15	6.8		0.5	2400		松田(2001)による。平均変位速度は黒雲山断層(活断層研究会1991)による。
94	鹿野断層帯	18	6.9		0.1	14000		松田(2001)による。平均変位速度は古宮断層(活断層研究会1991)による。
95	常盤川一静岡橋造線活断層系	145	8.0			1000	1200	地震調査研究推進本部による。
96	常盤谷断層帯	29	7.3	BC	0.1	28000		松田(2001)による。
97	早乙女断層	16	6.8	BC	0.1	18000		松田(2001)による。
98	牛首断層帯	54	7.7	AB	1	4300		松田(2001)による。
99	膝津川断層	61	7.8			2500	140	松田(2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期は地震調査研究推進本部による。
100	高山一大原断層群	72	7.9	AB	1	6700	4200	松田(2001)による。最新活動時期は膝津川断層(文科省2001)による。
101	伊那谷断層帯	80	8.0		4.4	1400		松田(1990)による。ただし、平均変位速度については与野断層(活断層研究会1991)による。
102	下伊那谷断層帯	27	7.2	B	0.5	4300		松田(2001)による。
103	中央構造線赤石山地区西縁断層帯	110	8.2	B	0.5	17000		松田(2001)による。
104	高良井断層帯	25	7.2	AB	1	2000		松田(2001)による。
105	穂巻一神谷断層帯	50	7.7		6	660		松田(2001)による。平均変位速度については神谷断層(活断層研究会1991)による。
106	清内路断層	43	7.6		0.6	6700		松田(2001)による。平均変位速度については清内路断層(活断層研究会1991)による。
107	木曾川断層帯	46	7.6	B	0.5	7300		松田(2001)による。
108	白旗断層帯	11	6.6	AB	1	670		松田(2001)による。
109	若狭断層	14	8.7	B	0.5	2200		松田(2001)による。
110	阿寺断層帯	68	7.9			1800	400	松田(2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期については地震調査研究推進本部による。
111	阿寺西断層帯	36	7.4	B	0.5	6700		松田(2001)による。
112	赤河断層帯	26	7.2	B	0.5	4100		松田(2001)による。
113	屏風山一猿投山断層帯	76	8.0	B	0.5	12000		松田(2001)による。
114	筆立断層	10	6.5	B	0.6	1600		松田(2001)による。
115	平岡断層	20	7.0	BC	0.1	16000		松田(2001)による。
116	新野断層	14	6.7	BC	0.1	11000		松田(2001)による。
117	鎌ヶ沢断層	10	6.5	B	0.6	1600		松田(2001)による。
118	苜蓿断層	17	6.9	BC	0.1	14000		松田(2001)による。
119	邑知湯北縁断層帯	18	6.9	B	0.5	2900		松田(2001)による。
120	邑知湯南縁断層帯	29	7.3	B	0.5	4600		松田(2001)による。
121	高松断層帯	16	6.8		0.08	16000		松田(2001)による。平均変位速度については野寺断層/坪山-八野付近(活断層研究会1991)による。
122	石動断層帯	17	6.9	B	0.5	2700		松田(2001)による。
123	高清水断層	12	6.6		0.3	6000	4200	活断層調査成果報告会予稿集(科技厅2000)による。平均活動間隔は井波町市街の断層変位地形測量結果に基づき。
124	法林寺断層	13	6.7			4200	6600	活断層調査成果報告会予稿集(2000)による。
125	築地一上製断層	15	6.8	BC	0.1	12000		松田(2001)による。
126	庄川断層帯	73	7.9	AB	1	5800	1000	松田(2001)による。最新活動時期は松田(1995)による。
127	金沢守野東縁断層帯	26	7.2			2000	2000	地震調査研究推進本部による。
128	福井守野東縁断層帯	30	7.3	B	0.5	4800	50	松田(2001)による。最新活動時期は松田(1995)による。
129	夏多断層	13	6.7	BC	0.1	10000		松田(2001)による。
130	焼ヶ湯断層	14	6.7	C	0.01	110000		松田(2001)による。
131	長良川上流断層帯	30	7.3	B	0.5	4800	40000	松田(2001)による。最新活動時期は活断層調査成果報告会予稿集(科技厅1997)による。また、同予稿集より大野断層は活断層でないとした。
132	宝蔵寺断層	17	6.9	BC	0.1	14000		松田(2001)による。
133	穂尾谷断層帯	70	7.9		5	1100	110	松田(2001)による。最新活動時期は松田(1995)による。
134	武備川断層	28	7.2	B	0.5	4400		松田(2001)による。
135	谷汲断層	11	6.6	BC	0.01	67000		松田(2001)による。
136	池田山断層	16	6.8		0.8	500		活断層調査成果報告会予稿集(科技厅999)による。断層F-2単位変位量を平均変位速度で除して平均活動間隔算出。
137	金草岳断層帯	13	6.7	B	0.5	2100		松田(2001)による。
138	穂巻川断層帯	25	7.2	B	0.5	4000		松田(2001)による。
139	園ヶ原断層帯	32	7.3	A	5	610		松田(2001)による。
140	宝泉寺断層帯	18	6.9	BC	0.1	14000		松田(2001)による。
141	柳ヶ瀬断層帯	60	7.9	B	0.5	11000	700	松田(2001)による。最新活動時期については活断層調査成果報告会予稿集(科技厅1998)による。
142	薬師寺断層	13	8.7	B	0.6	2100		松田(2001)による。
143	岐阜一宮断層帯	32						活断層ではない。地震調査研究推進本部による。
144	敦賀断層帯	25	7.2	B	0.5	3000	800	松田(2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期については福野野断層の平均活動間隔と最新活動時期(活断層-古地震研究調査概要報告書、地質調査所1999)による。
145	湖北山地断層群	10	6.5			3000	800	松田(2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期については福野野断層の平均活動間隔と最新活動時期(活断層-古地震研究調査概要報告書、地質調査所1999)による。
146	響野断層帯	26	7.2			3000	800	松田(2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期については福野野断層の平均活動間隔と最新活動時期(活断層-古地震研究調査概要報告書、地質調査所1999)による。
147	櫻井川断層帯	13	6.7		0.7	1600		松田(2001)による。平均変位速度は真野川断層系(活断層研究会1991)による。
148	知多半島断層帯	34	7.4	B	0.2	14000		松田(2001)による。平均変位速度は高浜及び高浜大高浜(活断層研究会1991)による。
149	天白河口断層	13	6.7					活断層調査成果報告会予稿集(科技厅1999)により考慮しない。
150	津島断層帯	32	7.3		0.2	18000		松田(2001)による。平均変位速度は大塚-今尾線の平均変位速度(活断層研究会1991)による。
151	養老一桑名一四日市断層帯	60	8.0			1400	800	地震調査研究推進本部による。
152	養老山地西縁断層帯	26	7.2		0.1	21000		松田(2001)による。平均変位速度は北勢-多度川(活断層研究会1991)による。
153	鈴鹿西縁断層帯	47	7.5			6000	20000	地震調査研究推進本部による。
154	鈴鹿西縁断層帯	47	7.6	B	0.5	7500		松田(2001)による。
155	鈴鹿東下断層	10	6.5	B	0.6	1600		松田(2001)による。
156	布引山地東縁断層帯	27	7.2		0.16	10000		活断層調査成果報告会(科技厅1999)による。
157	森ヶ峯断層	11	6.6	B	0.5	1700		松田(2001)による。
158	嶺南断層	39	7.6	B	0.6	6200		松田(2001)による。
159	大島断層帯	21	7.0	C	0.05	33000		松田(2001)による。
160	信濃断層	16	6.8	C	5	250		松田(2001)による。
161	木津川断層帯	30	7.3	B	0.5	4800	160	松田(2001)による。最新活動時期は松田(1995)による。

表-2.3 地震危険度の試算に考慮した起震断層及び活断層

No.	断層名	断層長さ [km]	マグニ チュード	活動度	平均変位速度 [mm/yr]	平均活動間隔 [yr]	最新活動時期か らの経過年[yr]	備考
162	伊勢湾断層	39	7.4	B	0.5	5200		松田(2001)による。
163	羽鹿沖断層	13	6.7	B	0.5	2100		松田(2001)による。
164	白子-野間断層	17	6.9		0.3	4500		松田(2001)による。平均変位速度は白子-野間断層(活断層研究会1991)による。
165	琵琶湖南端湖底断層	15	6.9	B	0.5	2400		松田(2001)による。
166	中央構造線五条-伊勢断層帯	98	8.2			3000	800	松田(2001)による。平均活動間隔と最新活動時期は寝屋野断層(活断層・古地震研究調査概要報告書、地質調査所1999)による。
167	松坂断層帯	21	7.0	B	0.5	3300		松田(2001)による。
168	東嶽断層帯	19	6.9	C	0.05	29000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
169	名張断層帯	38	7.5	C	5	600		松田(2001)による。
170	耳川断層帯	12	6.6	B	0.5	1900		松田(2001)による。
171	三方断層	24	7.1			3000		活断層・古地震研究調査概要報告書(地質調査所1998)による。断層長は推定値とする。
172	上杉川断層	27	7.2	B	0.5	4300		松田(2001)による。
173	山田断層	31	7.3		0.16	16000	70	松田(2001)による。最新活動時期は松田(1995)、平均変位速度は山田断層(活断層研究会1991)による。
174	三岳山断層	12	6.6	C	0.06	19000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
175	美濃湾沖断層帯	21	7.0	C	0.05	33000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
176	琵琶湖西岸断層帯	58	7.8	B	0.5	9200		松田(2001)による。
177	花折断層帯	57	7.8			4500	1300	活断層・古地震研究調査概要報告書(地質調査所1998)による。北白川セグメントの平均変位活動間隔と最新活動時期を採用した。
178	宇治断層帯	27	7.2	B	0.5	4300		松田(2001)による。
179	和束谷断層	14	6.7		0.1	11000		松田(2001)による。平均変位速度は和束谷断層(活断層研究会1991)による。
180	田原断層	10	6.5	C	0.06	16000		松田(2001)による。
181	京藪西山断層帯	17	6.9		0.26	5400	4000	松田(1995)による。ただし、最新活動時期は野原断層(科技庁1997)、平均変位速度は走田断層(活断層研究会1991)による。
182	京阪赤丘陵断層帯	22	7.1	B	0.5	3500		松田(2001)による。
183	生駒断層帯	39	7.5			3000	1600	地質調査研究推進本部による。
184	上町断層帯	44	7.6		0.4	15000	15000	念仏寺断層、坂本断層、久米田断層を加える(科技庁1999)。断層長さ、平均活動間隔、最新活動時期については活断層・古地震研究調査概要報告書予稿集(地質調査所1998)による。
185	有馬-高嶺断層帯	55	7.5			1000	400	地質調査研究推進本部による。
186	三峠-龜山断層帯	52	7.7		0.3	14000	17000	松田(2001)による。最新活動時期は活断層・古地震研究調査概要報告書(地質調査所1998)、平均変位速度は院田断層(活断層研究会1991)による。
187	六甲-淡路断層帯	65	7.9		0.9	6500		松田(2001)による。平均変位速度は五助断層/甲陽断層(活断層研究会1991)による。
188	高塚山断層	13	6.7	B	0.5	2100		松田(2001)による。
189	勸所谷断層	25	7.2	B	0.5	4000		松田(2001)による。
190	奈良盆地東縁断層帯	35	7.5			5000	11000	地質調査研究推進本部による。
191	大和川断層帯	19	7.0	B	0.5	3000		松田(2001)による。
192	中央構造線四国-紀伊断層帯和泉-会郎区間	94	8.1			2000	3700	活断層・古地震研究調査概要報告書(地質調査所1999)による。平均活動間隔及び最新活動時期については横来セグメント(活断層・古地震研究調査概要報告書、地質調査所1999)による。
193	羽曳野断層帯	15	6.9	B	0.5	2400		松田(2001)による。
194	和泉北麓断層帯	16	6.8	C	0.05	25000		松田(2001)による。
195	大阿波断層	14	6.7	B	0.5	2200		松田(2001)による。
196	養父断層帯	35	7.4	B	0.5	5600		松田(2001)による。
197	兩海-釜戸断層	15	6.8			9300	6500	松田(2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期については活断層調査成果報告書予稿集(科技庁1999)による。
198	鹿野断層	10	6.5	C	0.05	16000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
199	岩塚断層	11	6.6	BC	0.1	8700		松田(2001)による。
200	明延北方断層	12	6.6	C	0.05	19000		松田(2001)による。
201	引草断層	10	6.5	C	0.06	16000		松田(2001)による。
202	山崎断層帯	85	8.0			2000	1100	大原断層の平均活動間隔、最新活動時期、断層長さ、地震規模(地質調査研究校近成果報告書、地質調査所1997)による。
203	那岐山断層帯	31	7.3	B	0.5	4900		松田(2001)による。
204	淡路島中宇断層群	18	6.9	B	0.5	2900		松田(2001)による。
205	中央構造線四国-紀伊断層帯紀伊山麓南縁区間	41	7.5	B	0.06	65000		松田(2001)による。
206	中央構造線四国-紀伊断層帯讃岐山麓南縁区間	104	8.2			800	500	松田(2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期は池田断層の西部と東部(科技庁2000)を参考とした。
207	徳島平野断層断層帯	13	6.7			1600	1600	活断層・古地震研究調査概要報告書(地質調査所1999)による。
208	長尾断層帯	23	7.1			17000	12000	地質調査研究交付金成果報告書予稿集(科技庁1997)による。
209	船橋川断層帯	42	7.5	C	0.05	67000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
210	安田断層	23	7.1		4	460		松田(2001)による。平均変位速度は安田断層(活断層研究会1991)による。
211	行当岬断層帯	18	6.9		1.1	1300		松田(2001)による。平均変位速度は行当岬断層(活断層研究会1991)による。
212	宗道断層帯	27	7.2	C	0.06	43000		松田(2001)による。
213	集之内断層	15	6.8	C	0.05	24000		松田(2001)による。
214	堀ヶ崎断層帯	24	7.1	B	0.5	3800		松田(2001)による。
215	庄原断層	10	6.5	C	0.05	16000		松田(2001)による。
216	江津断層帯	23	7.1	D	0.005	370000		松田(2001)による。
217	備前断層帯	10	6.5	D	0.005	160000		松田(2001)による。
218	野田断層	10	6.5	C	0.05	16000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
219	瀬付森断層	11	6.6	B	0.5	1700		松田(2001)による。
220	中央構造線四国-紀伊断層帯石鎚山麓北縁区間	48	7.6			1000	1900	松田(2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期については畑野-栗川断層(科技庁2000)で代表した。
221	三次断層帯	10	6.5	C	0.05	16000		松田(2001)による。
222	津岐山断層	15	6.8	C	0.06	24000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
223	船木断層	25	7.2	C	0.05	40000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
224	竹原断層帯	16	6.8	C	0.06	25000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
225	上根断層	17	6.9	B	0.5	2700		松田(2001)による。
226	五日市断層	20	7.0	B	0.5	3200	1300	松田(2001)による。最新活動時期については活断層調査成果報告書予稿集(科技庁1997)による。
227	岩国断層帯	47	7.6	B	0.5	7500		松田(2001)による。
228	高嶺山北麓断層帯	16	6.8	C	0.05	25000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
229	中央構造線川上断層帯	17	6.9			1400	1170	松田(2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期については、小松断層(科技庁2000)による。
230	中央構造線伊予断層帯	20	7.0			5600	800	松田(2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期については伊予断層(科技庁1999)による。
231	宿毛-中村断層帯	26	7.2	C	0.05	41000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
232	土佐清水北断層帯	10	6.5	C	0.05	16000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
233	浜木断層	16	6.8	C	0.05	25000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
234	菊川断層		7.0			9000	7000	断層の長さは松田(2001)による。マグニチュード、平均活動間隔、最新活動時期は活断層調査成果報告書予稿集(科技庁1998)による。
235	小倉東断層	17	6.9			8600	2200	活断層調査成果報告書予稿集(科技庁1997)による。
236	福知山断層帯	20	7.0	B	0.5	3200		松田(2001)による。
237	高山断層帯	29	7.3			80000	10000	活断層調査成果報告書予稿集(科技庁1997)による。
238	野間断層帯	19	7.0			15000	15000	活断層調査成果報告書予稿集(科技庁1997)による。
239	別府-万年山断層帯	71	7.9			1000	2000	活断層調査成果報告書予稿集(文科省2001)による。平均活動間隔及び最新活動時期については由布院断層による。
240	佐賀原断層	13	6.7		0.04	26000		松田(2001)による。平均変位速度は佐賀原断層(活断層研究会1991)による。
241	福見末断層	11	6.6	C	0.05	17000		松田(2001)による。活動度は情報が無いのでCとした。
242	水鏡断層帯	29	7.2			12000	1300	活断層調査成果報告書予稿集(科技庁1997)による。

表-2.4 地震危険度の試算に考慮した起震断層及び活断層

No.	断層名	断層長さ [km]	マグニチュード	活動度	平均変位速度 [mm/yr]	平均活動間隔 [yr]	最新活動時期からの経過年 [yr]	備考
243	布田川断層帯	24	7.1			4000	6300	活断層調査成果報告会予集(科技庁1997)による。
244	富山断層帯	51	7.7		2.5	1600		松田(2001)による。平均変位速度は赤松谷断層(活断層研究会1991)による。
245	金ヶ貝岳西麓断層帯	15	6.8	C	0.05	24000		松田(2001)による。
246	綾川断層帯	41	7.5	B	0.5	6500		松田(2001)による。
247	日永久断層帯	60	7.8		0.4	10000		活断層調査成果報告会予集(科技庁1998)による。平均活動間隔については平均変位速度と断層長さから算出。
248	関見岳断層帯	13	6.7	C	0.05	21000		松田(2001)による。活動度の情報がないのでCとした。
249	水俣断層帯	10	6.5		0.08	9900		松田(2001)による。平均変位速度は水俣断層(活断層研究会1991)による。
250	出水断層帯	24	7.1			5800	6300	活断層調査成果報告会予集(2001)による。
251	長島断層帯	11	6.6		0.08	11000		松田(2001)による。平均変位速度は筑山周辺断層(活断層研究会1991)による。
252	八代海南部断層帯	24	7.1	C	0.05	39000		松田(2001)による。活動度は情報がないのでCとした。
253	鹿兒島湾東縁断層帯	16	6.8	B	0.5	2500		松田(2001)による。
254	鹿兒島湾西縁断層帯	15	6.8					活断層調査成果報告会予集(科技庁1999)により起震断層としない。
255	市木断層帯	14	6.7	C	0.05	22000		松田(2001)による。活動度は情報がないのでCとした。
256	池田湖西断層帯	10	6.5		2.1	390		松田(2001)による。平均変位速度は鳥門平断層(活断層研究会1991)による。
257	種子島北縁断層帯	14	6.7		0.2	5600		松田(2001)による。平均変位速度は花室峰-田ノ脇断層(活断層研究会1991)による。
258	座久島南岸断層帯	13	6.7	B	0.5	2100		松田(2001)による。
259	喜界島断層帯	14	6.7		5	220		松田(2001)による。平均変位速度はトビヨウ断層、常木断層(活断層研究会1991)による。
260	沖永良部島断層帯	12	6.6		0.2	4800		松田(2001)による。平均変位速度は手ヶ知名断層(活断層研究会1991)による。
261	金武湾西断層帯	12	6.6	B	0.5	1900		松田(2001)による。
262	喜多島断層帯	30	7.3	B	0.5	4900		松田(2001)による。
263	与那国島断層帯	11	6.6		0.3	2900		松田(2001)による。平均変位速度は相約西断層(活断層研究会1991)による。
1001	湯沸湖-丸万川	10	6.5		0.2	4000		活断層研究会(1991)による。
1002	北谷断層	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1003	戸別森断層	14	6.7	C	0.05	22000		活断層研究会(1991)による。
1004	西倉北方	11	6.6	C	0.05	17000		活断層研究会(1991)による。
1005	越前断層群	23	7.1	C	0.05	37000		活断層研究会(1991)による。
1006	豊平断層	14	6.7	C	0.05	22000		活断層研究会(1991)による。
1007	美唄市南東	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1008	舞足	16	6.8	C	0.05	25000		活断層研究会(1991)による。
1009	荒別川断層	12	6.6	C	0.05	19000		活断層研究会(1991)による。
1010	歌登	12	6.6	C	0.05	19000		活断層研究会(1991)による。
1011	津水山南方	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1012	宮古湾東岸	12	6.6	C	0.05	19000		活断層研究会(1991)による。
1013	原薬山	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1014	鹿折川	15	6.8	C	0.05	24000		活断層研究会(1991)による。
1015	長野川	20	7.0	C	0.05	32000		活断層研究会(1991)による。
1016	荒島海山断層	10	6.5	BC	0.1	7900		活断層研究会(1991)による。
1017	八雲山断層	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1018	箕波断層	37	7.4	C	0.05	59000		活断層研究会(1991)による。
1019	仁賀保断層	15	6.8	C	0.05	24000		活断層研究会(1991)による。
1020	加藤山-麓山	12	6.6	C	0.05	19000		活断層研究会(1991)による。
1021	虚空山南方	10	6.5	B	0.5	1600		活断層研究会(1991)による。
1022	関口-黒嶽	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1023	関口-米平	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1024	五日市断層	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1026	トミ断層	10	6.6	AB	1.0	790		活断層研究会(1991)による。
1026	大宮嶽西側	14	6.7	C	0.05	22000		活断層研究会(1991)による。
1027	神楽断層	12	6.6	C	0.05	19000		活断層研究会(1991)による。
1028	津波巻断層	17	6.9	C	0.05	27000		活断層研究会(1991)による。
1029	森茂断層	12	6.6	C	0.05	19000		活断層研究会(1991)による。
1030	奥川北断層	13	6.7	BC	0.1	10000		活断層研究会(1991)による。
1031	加木屋断層	13	6.7	B	0.5	2100		活断層研究会(1991)による。
1032	今須断層	10	6.5	B	0.5	1600		活断層研究会(1991)による。
1033	喜木断層	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1034	掛旗断層	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1035	白木断層	36	7.4	C	0.05	67000		活断層研究会(1991)による。
1036	舞材地蔵断層群	15	6.8	C	0.05	24000		活断層研究会(1991)による。
1037	若狭湾断層群	18	6.9	C	0.05	29000		活断層研究会(1991)による。
1038	矢代中-亀田	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1039	子早-若淵	10	6.6	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1040	高尾山南方	13	6.7	C	0.05	21000		活断層研究会(1991)による。
1041	高尾山南方	11	6.6	C	0.05	17000		活断層研究会(1991)による。
1042	福田新田-作畑	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1043	田代峠-布江	10	6.9	C	0.05	29000		活断層研究会(1991)による。
1044	鳥飼子山北方	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1045	駒断層	10	6.5	C	0.05	16000		活断層研究会(1991)による。
1046	木法南	20	7.0	C	0.05	32000		活断層研究会(1991)による。
1047	大森-三子山	14	6.7	C	0.05	22000		活断層研究会(1991)による。
1048	大原湖断層	22	7.1	B	0.5	3500		活断層研究会(1991)による。
1049	高尾峠-小石原	12	6.6	C	0.05	19000		活断層研究会(1991)による。
1050	倉山-寶蓮山東	11	6.6	C	0.05	17000		活断層研究会(1991)による。
1051	田中-松隈	12	6.6	C	0.05	19000		活断層研究会(1991)による。
1052	小ヶ倉	13	6.7	C	0.05	21000		活断層研究会(1991)による。
1053	弓立-中土断層	10.5	6.5	B	0.5	1700		活断層研究会(1991)による。
1056	中道島中央	20	7.0	C	0.05	32000		活断層研究会(1991)による。
1056	瀬高-内野	14	6.7	C	0.05	22000		活断層研究会(1991)による。
1057	原野	11	6.6	C	0.05	17000		活断層研究会(1991)による。

(2) 活断層の地震規模及び地震発生確率

起震断層及び活断層で発生する地震のマグニチュード M_j は、断層長さ L_j の関数として(8)式¹⁹⁾により、平均活動間隔 T_{Rj} はマグニチュードと断層変位量 D_j の関係(9)式¹⁹⁾と(8)式を用いて導出される(10)式により算定することとした。

$$M_j = (\log(L_j) + 2.9) / 0.6 \quad (8)$$

$$M_j = (\log(D_j) + 4.0) / 0.6 \quad (9)$$

$$\log(T_{Rj}) = \log(L_j / v_j) + 1.9 \quad (10)$$

ここに、

v_j : 平均変位速度 [mm/年]

活断層の長さ方向の異なる地点で平均変位速度の情報が得られている場合には、活断層の活動性に関して安全側の評価をするため、最速の平均変位速度を用いる。また、平均変位速度の情報がなく、活動度の情報のみ得られている場合¹⁶⁾には、活動度 A、A~B、B、B~C、C、D について、それぞれ、 $v_j=5、1、0.5、0.1、0.05、0.005$ [mm/年] とした。

L_j : 断層長さ [km]

D_j : 断層変位 [m]

T_{Rj} : 地震の発生間隔 [年]

本試算に考慮した起震断層及び活断層のマグニチュード、平均活動間隔を表-2 に示す。

地震の発生確率の評価では、最新活動時期が特定されている場合には活動間隔が Brownian Passage Time 分布 (以下、BPT 分布とする) で表されるものとし、最新活動時期が特定されていない場合には地震の発生が定常ポアソン過程にしたがうものと仮定した²⁰⁾。

現在からの期間 T_0 年に地震が発生する確率は定常ポアソン過程の場合は(11)式により、BPT 分布の場合は(12)式により算出される²⁰⁾。最新活動時期が特定されている起震断層については、最新活動時期を表-2 に示した。

$$P_j[T_0] = 1 - e^{-\frac{T_0}{T_{Rj}}} \quad (11)$$

$$P_j[T_0] = \frac{F_j(t_0 + T_0) - F_j(t_0)}{1 - F_j(t_0)} \quad (12)$$

ここに、

$F_j(t)$: 最新活動時期が特定されている場合の活動間隔の確率分布関数であり、活動間隔が BPT 分布で表されるものと仮定した。BPT 分布の確率密度関数 $f_j(t)$ とすれば、 $F_j(t)$ は次式により与えられる。

$$F_j(t) = \int_0^t f_j(t') dt'$$

$f_j(t)$: BPT 分布の確率密度関数であり、次式により与えられる。

$$f_j(t) = \left(\frac{T_{Rj}}{2\pi\alpha^2 t^3} \right)^{\frac{1}{2}} \exp \left\{ -\frac{(t - T_{Rj})^2}{2T_{Rj}\alpha^2 t} \right\}$$

T_{Rj} : 活断層の平均活動間隔 [年]

t_0 : 起震断層 j の最新活動時期から現在までの経過時間 [年]

ここに、 α は BPT 分布のばらつき程度を与える指標であり、BPT 分布の分散は $(\alpha T_{Rj})^2$ となる。活断層を考慮した解析では、 α としては 0.24 を用いることとした。この α の値は、地震調査研究推進本部(2001)により、地震の発生間隔が明らかに固有のばらつきを有する活断層であることがわかっている場合を除き、断層共通に用いることが妥当²⁰⁾とされたものである。

(3) 地震動特性値の推定

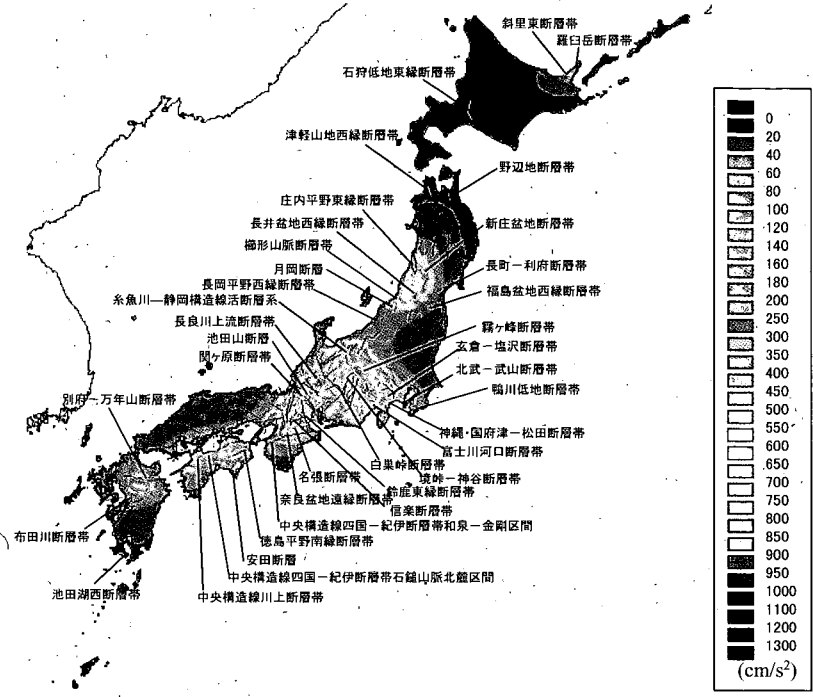
地震動特性値の推定には安中らの距離減衰式²⁴⁾を用いることとし、試算地点と活断層の最短距離を距離減衰式の距離の指標として用いた。また、安中らの距離減衰式では、断層の中心の深さを震源深さとして用いることとされている。本試算では、断層幅に 13[km] を、断層の傾斜角に 90° を仮定して算出される断層の中心深さ 6.5[km] を、距離減衰式の震源深さとして用いることとした。断層幅に 13[km] を仮定したのは、本試算で考慮する起震断層及び活断層の 7 割以上のマグニチュードは M6.8 以上であり、M6.8 以上の内陸活断層の断層幅は 13[km] に飽和する²⁵⁾とされているためである。

(4) 地震危険度の試算結果

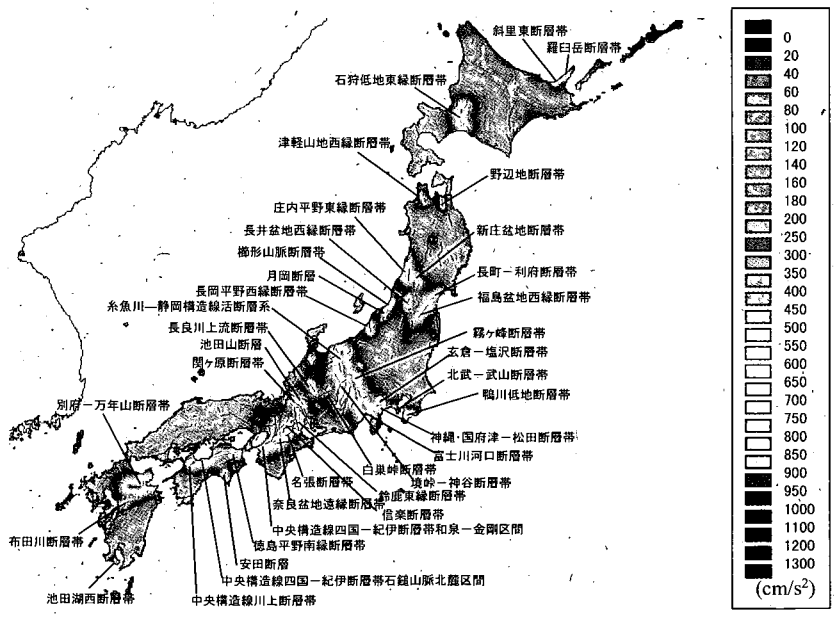
起震断層及び活断層を考慮して 2002 年 1 月 1 日より 100 年間の超過確率が 63% 及び 5% となる最大加速度を試算した結果を図-9 に示す。また、図-10 に、起震断層及び活断層の 2002 年 1 月 1 日より 100 年間の地震発生確率を別途示す。

図-9.1 及び図-10 から、100 年超過確率 63% の最大加速度の地震ハザードマップでは、石狩平野東縁断層帯 (北海道) のように、地震発生確率が比較的高くても単独で位置している起震断層については、最大加速度の算定値に影響を及ぼさない場合があることが認められる。これは、起震断層の地震発生確率が最大加速度の試算に用いた超過確率よりも小さかったために、単独では試算結果に影響を及ぼさなかったものと考えられる。一方、糸魚川-静岡構造線活断層系、霧ヶ峰断層帯及び富士川河口断層帯のように、地震発生確率が比較的高い起震断層が近接している地域では、

最大加速度の試算結果に対する起震断層の影響が認められる。また、こうした地域では、地震発生確率が比較的高い起震断層の中間領域で最大加速度の試算結果が大きくなる傾向がある。これは、単独では最大加速度の試算結果に影響を及ぼさない起震断層でも、いくつかの起震断層が近接すれば、相乗的な影響により、それらの起震断層の中間領域における最大加速度の試算結果が大きくなる場合があることを表す。また、図-9.2 及び図-10 から、100年超過確率5%の地震ハザードマップでは、起震断層や活断層の分布密度が高い中部地方等で、糸魚川—静岡構造線活断層系等の地震発生確率が高い起震断層を中心として大きな最大加速度が算出された。このような地域は、東北地方南部、近畿地方、四国地方北部、九州地方北部にも認められる。



(a) 100年超過確率 63%



(b) 100年超過確率 5%

図-9 活断層を考慮した場合の最大加速度
(Vs が 300~600m/s の工学的基盤での試算結果)

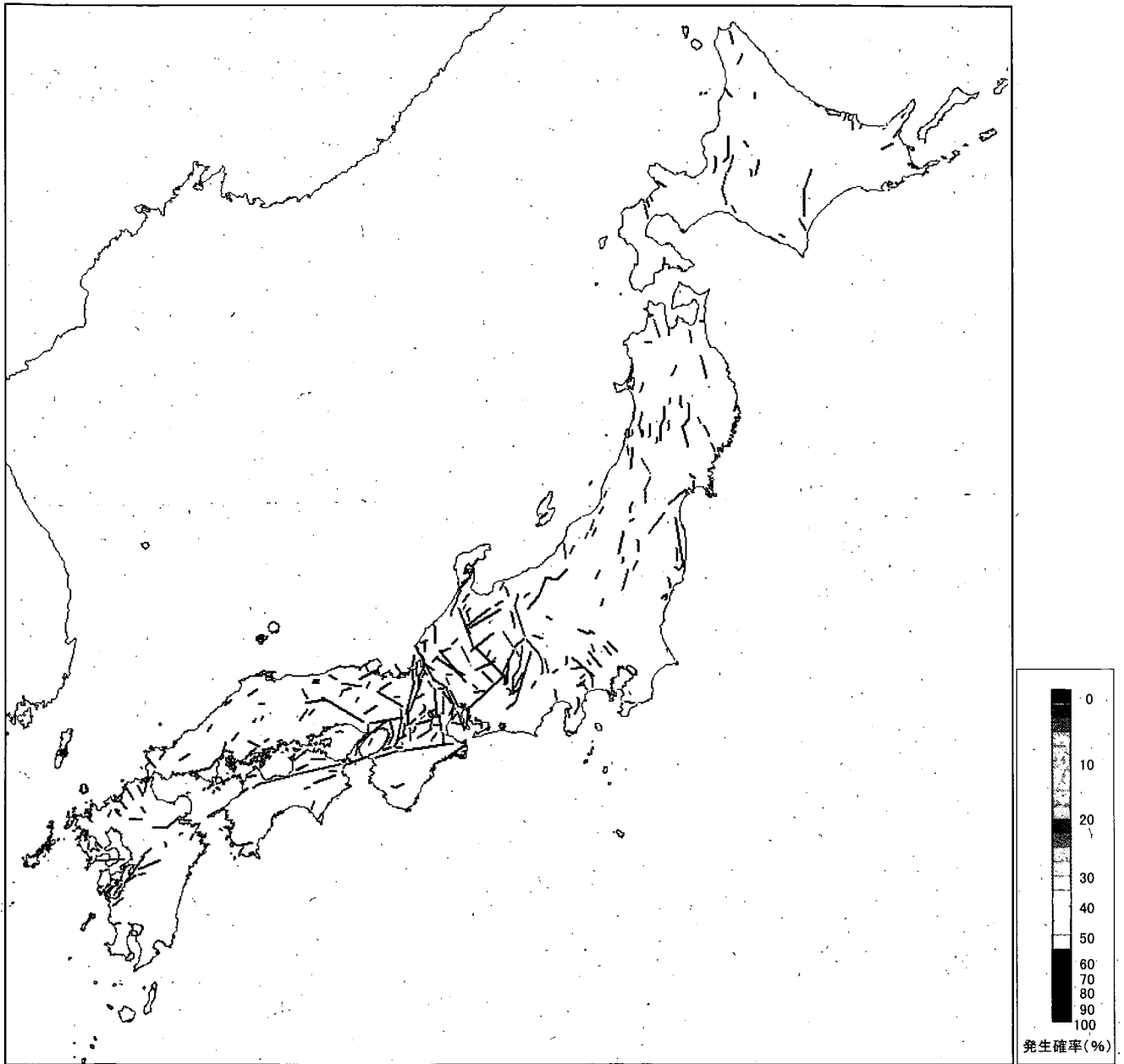
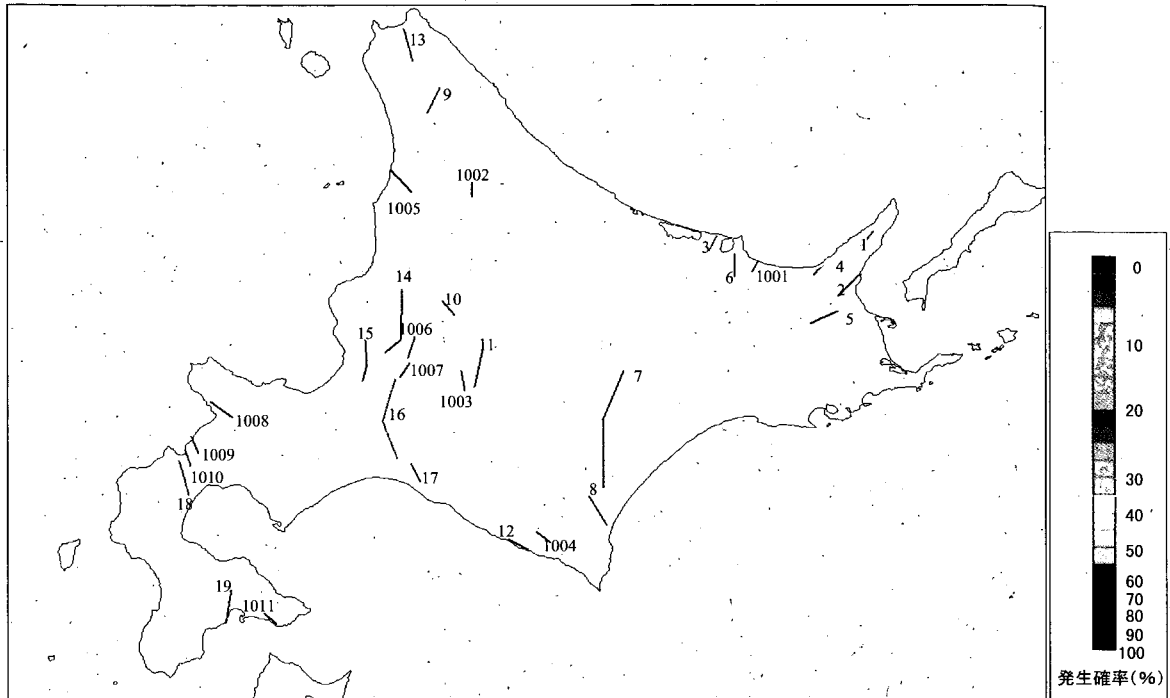
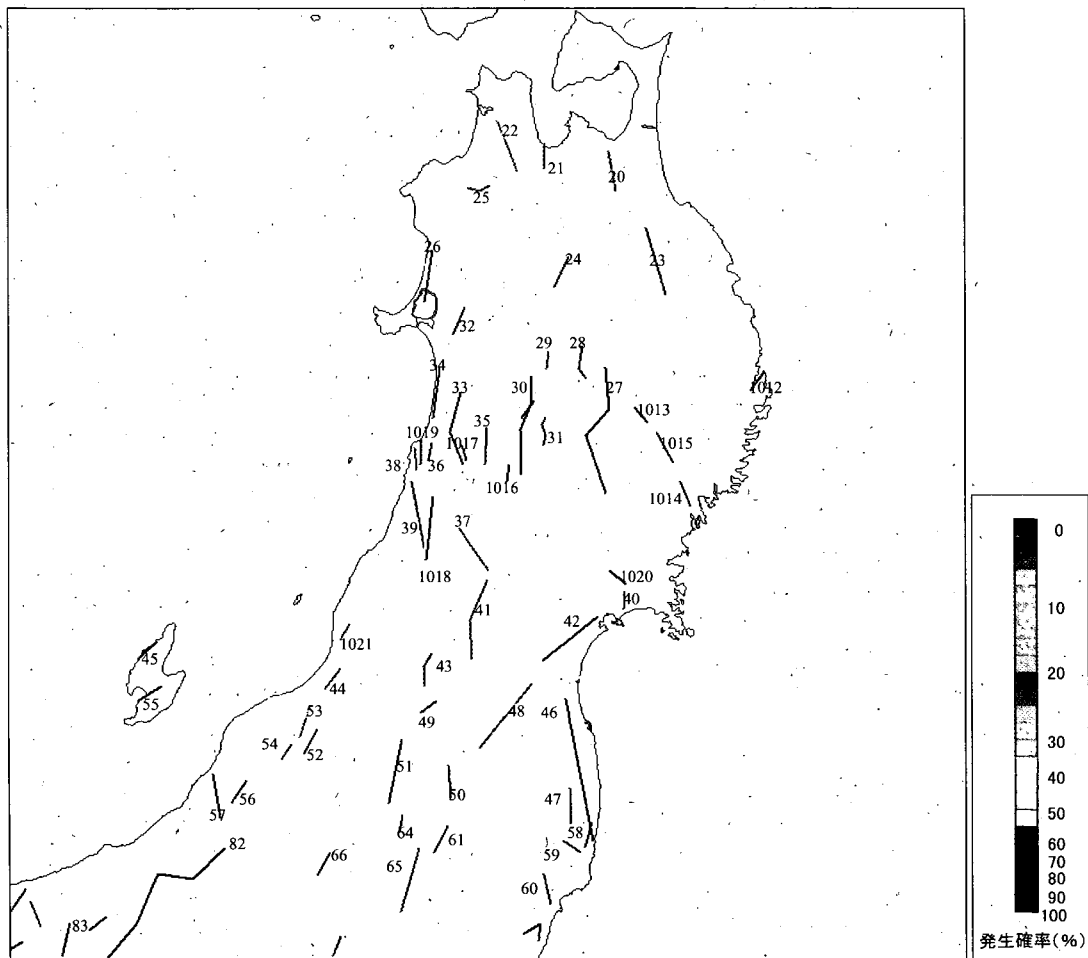


図-10.1 起震断層及び活断層の期間100年の地震発生確率（全国）

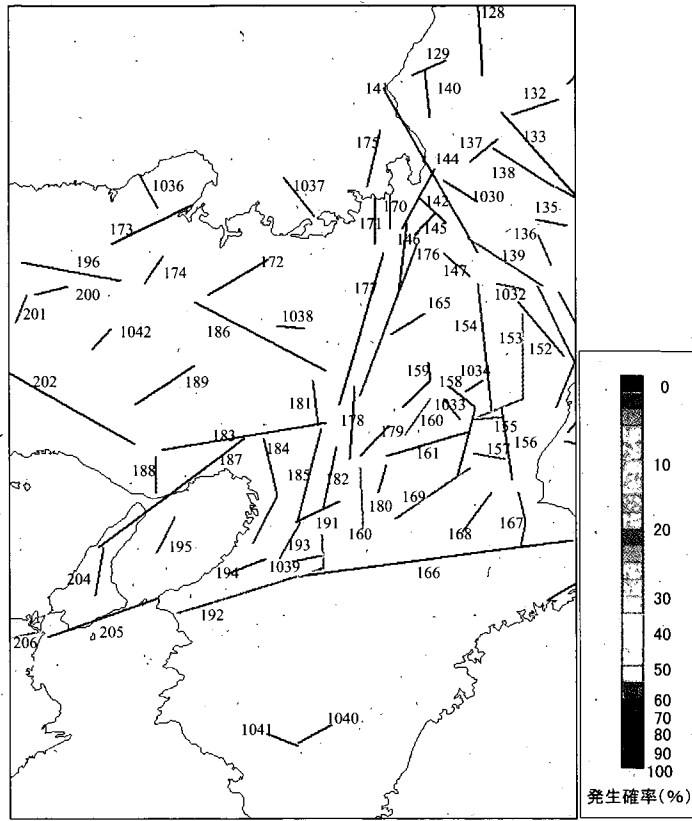


(a) 北海道

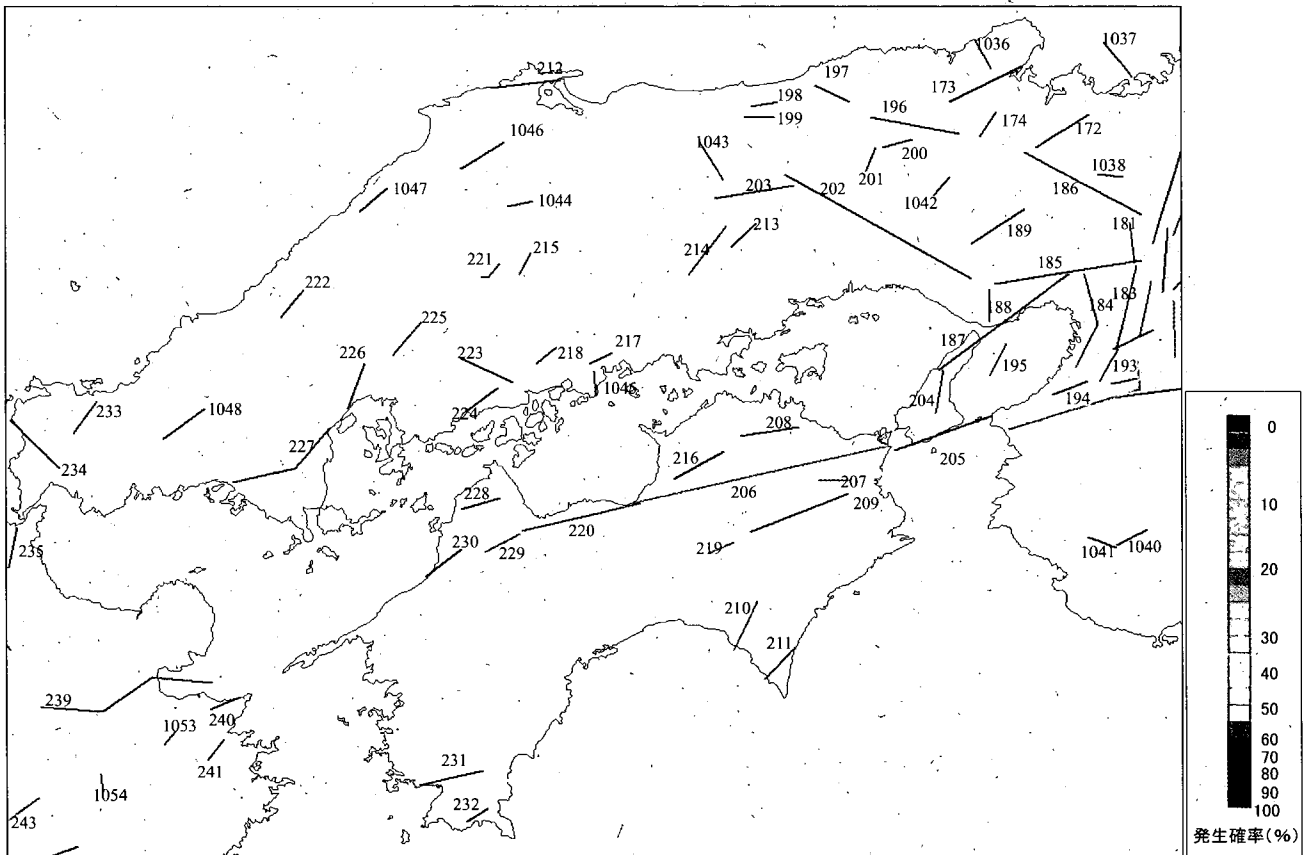


(b) 東北地方

図-10.2 起震断層及び活断層の期間 100 年の地震発生確率

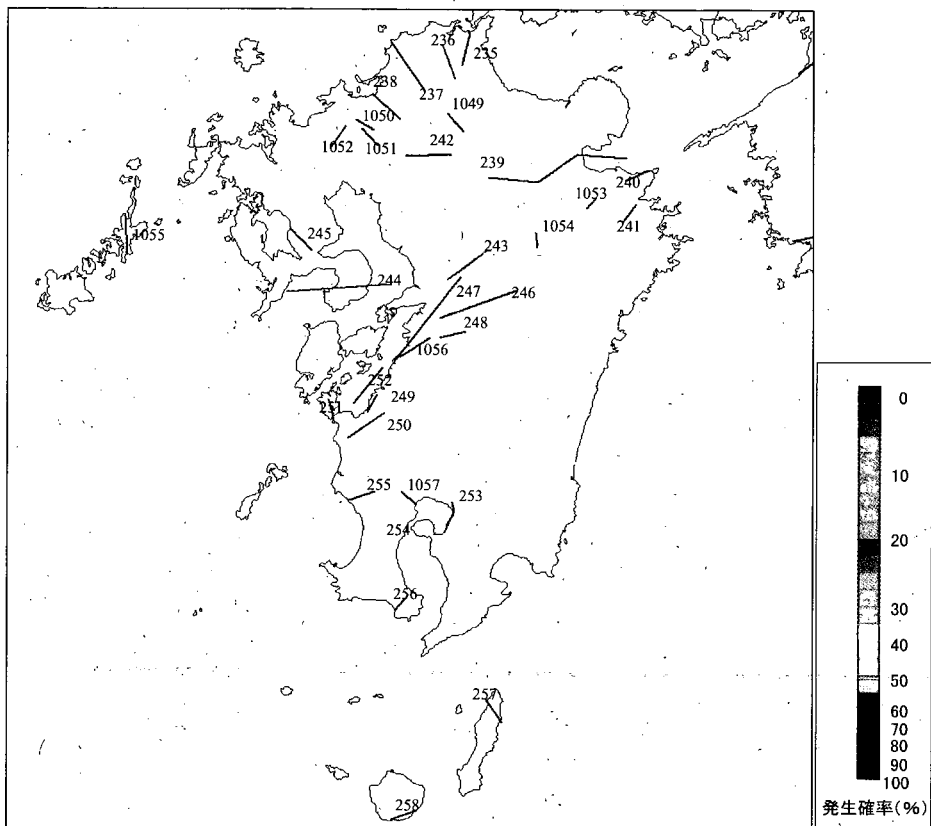


(e) 近畿地方

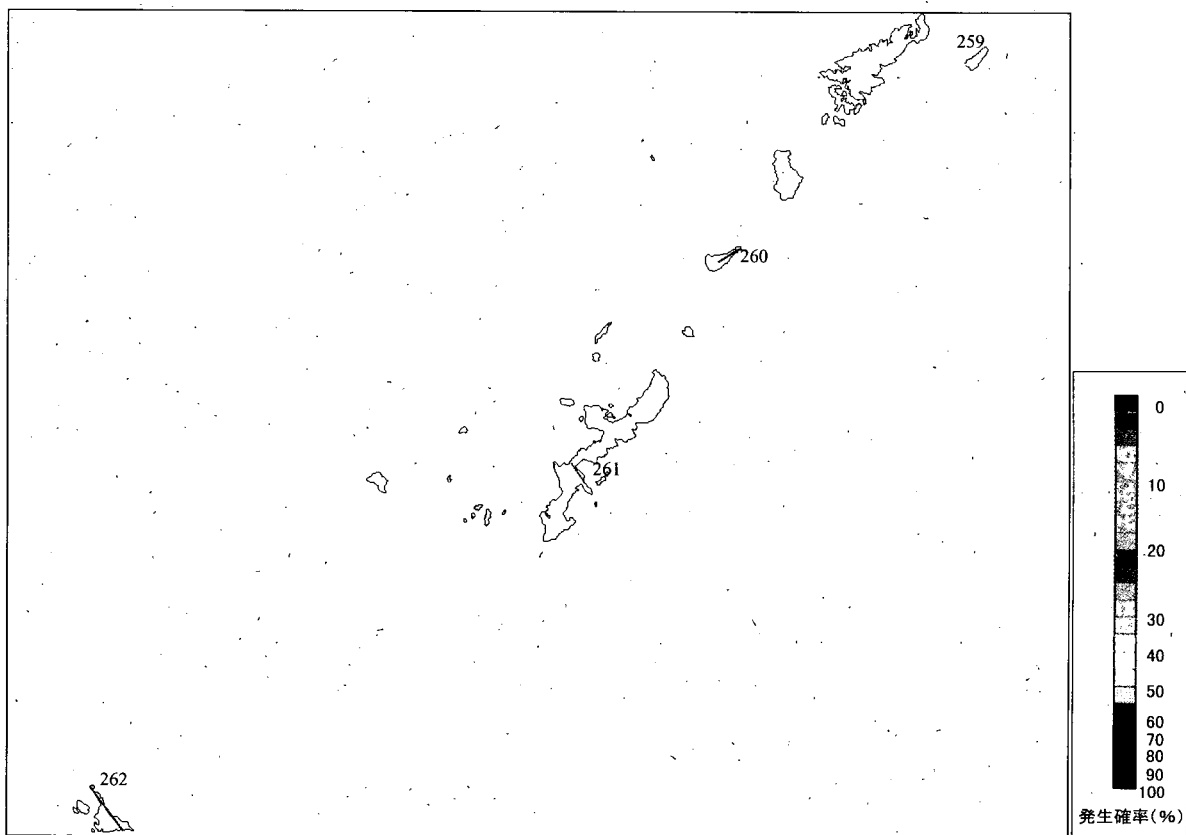


(f) 中国地方及び四国地方

図-10.4 起震断層及び活断層の期間 100 年の地震発生確率



(g) 九州地方



(h) 沖縄地方

図-10.5 起震断層及び活断層の期間100年の地震発生確率

3. 4 プレート境界地震を考慮した地震危険度の試算

(1) 考慮するプレート境界地震

プレート境界地震として地震危険度の試算に考慮した地震のリストと断層の幾何的な条件を、それぞれ、表-3 及び図-11 に示す。これらの図表には、本資料における地震の記述名を付している。図-11 に示した北海道及び東北地方北部の太平洋側の地域で発生する地震は、太平洋プレートの沈み込みにより千島海溝沿いの地域に蓄積した歪みが限界に近づいたとき、図-12 に示した領域 A~F で震源が重ならないように比較的短期間に発生する地震と説明されているものである^{26),27)}。ここでは、このような地震の発生履歴に関する特性を、領域 A~F で発生する地震に対して仮定し、地震危険度の試算を行うこととした。ここで、領域 A については、1896 年明治三陸地震のように、三陸沖で発生する地震によりその一部が震源断層に含まれて破壊するケースもあるため、領域 A 内で発生する地震と三陸沖で発生する地震の発生履歴等の関連性について現時点で十分に明らかにされているわけではない。したがって、領域 A で発生する地震に固有の発生履歴等を仮定してプレート境界地震として考慮した解析を行うことは難しいが、当該地震を過去の地震記録を考慮した解析においてバックグラウンドゾーン内のランダムな位置で発生する地震として考慮した場合には領域 A で発生する地震による陸地近傍の危険度が過小評価され得るため、領域 A で発生する地震はプレート境界地震を考慮した解析において考慮する必要がある。そこで、上述のように、領域 A~F に対して全領域的に認められる地震の発生履歴に関する特性を、領域 A にも仮定し、領域 A で発生する地震もプレート境界地震として考慮した解析を行うこととした。三陸沖で発生する地震については、発生履歴等に関する知見が現時点では十分に得られていないこと、また、三陸海岸から離れた位置に震源断層が位置するため固有の位置で発生する地震として考慮する必要性が大きいことを踏まえて、過去の地震記録を考慮した地震危険度の試算で考慮することとした。

(2) 断層の幾何的な条件、マグニチュード、平均発生間隔及び最新発生時期

○北海道から東北地方北部の太平洋側で発生するプレート境界地震

図-12 に示す領域 A~F では、太平洋プレートの沈み込みにより千島海溝沿いの地域に蓄積した歪みが限界に近づいたとき、海溝に沿って比較的短期間のうちに震源域が重ならないように一連の大地震が発生するものとされており^{26),27)}、これらの領域における過去の地震の発生時期は図-13

のような地震の発生期間に位置づけられている。ここでは、同図に示す地震の発生期間ごとの中央年の差を算定し、領域 A~F の地震に共通に仮定する平均発生間隔とした。また、図-13 における最新の地震の発生期間における中央年(1962.5 年=1962 年 6 月 30 日)を、領域 A~F で発生する地震に共通に仮定する最新発生時期として用いることとした。領域 A~F で発生する地震の断層の幾何的な条件及びマグニチュードについては、過去の地震²²⁾を参考に図-11 のように設定した。領域 A で発生する地震の断層の幾何的な条件とマグニチュードについては、領域 A で発生する地震と三陸沖で発生する地震との関連性が明らかにされていないため、ここでは、陸域に近い場所に震源断層が位置する 1856 年安政八戸地震と 1968 年十勝沖地震の発生パターンを考慮することとし、いずれのパターンが発生するかという確率は均等、すなわち、1/2 づつとした。

○宮城県沖地震、東南海地震及び南海地震

断層の幾何的な条件、マグニチュード、平均発生間隔、最新発生時期については、地震調査研究推進本部(2001)⁷⁾にしたがって図-11 及び表-3 に示すように設定した。

○関東地震

図-11 及び表-3 に示した 1703 年元禄関東地震及び 1923 年大正関東地震の断層の幾何的な条件及びマグニチュードの発生パターン^{元禄関東地震は²²⁾、大正関東地震は²⁸⁾}を考慮することとし、いずれのパターンが発生するかという確率は均等、すなわち、1/2 づつとした。また、関東地震の平均発生間隔としては、1703 年元禄関東地震と 1923 年大正関東地震の発生間隔 220 年を用い、最新発生時期としては、大正関東地震の発生年月日 1923 年 9 月 1 日を用いることとした。関東地震に対して考慮したマグニチュード、平均発生間隔、最新発生時期を表-3 にまとめて示す。

○東海地震

断層の幾何的な条件及びマグニチュードについては中央防災会議(2001)²¹⁾に基づいて設定した。地震調査研究推進本部(2001)では、図-14 の領域 X 及び領域 Y を中心に発生してきた地震を、それぞれ、南海地震及び東南海地震として長期的な地震発生確率の評価が行われている。領域 Z は 1944 年東南海地震の際に破壊せずに残ってしまった領域を含んでおり、中央防災会議(2001)による想定東海地震²¹⁾はこの領域を概ね震源域とする⁷⁾。東海地震の平均発生間隔及び最新発生時期は、領域 Z で過去に発生してきた表-4 の地震⁷⁾に基づいて表-3 に示すように設定した。

表-3 地震危険度解析に考慮したプレート境界地震

プレート境界地震	マグニチュード	平均発生間隔[年]	最新発生時期	BPT 分布の α
南海地震	M8.4	90.1	1946年12月21日	0.20
東南海地震	M8.1	86.4	1944年12月7日	0.18
東海地震	M8.0	118.8	1854年12月23日	0.24
関東地震	M7.9 or M8.2	219.8	1923年9月1日	0.24
宮城県沖地震	M7.5	37.1	1978年6月12日	0.18
十勝沖南地震	M7.8 or M7.9	57.0	1962年6月30日	0.18
十勝沖北地震	M8.2			
根室半島沖地震	M7.4			
北海道東方沖地震	M7.8			
エトロフ沖南地震	M8.1			
エトロフ沖北地震	M8.1			

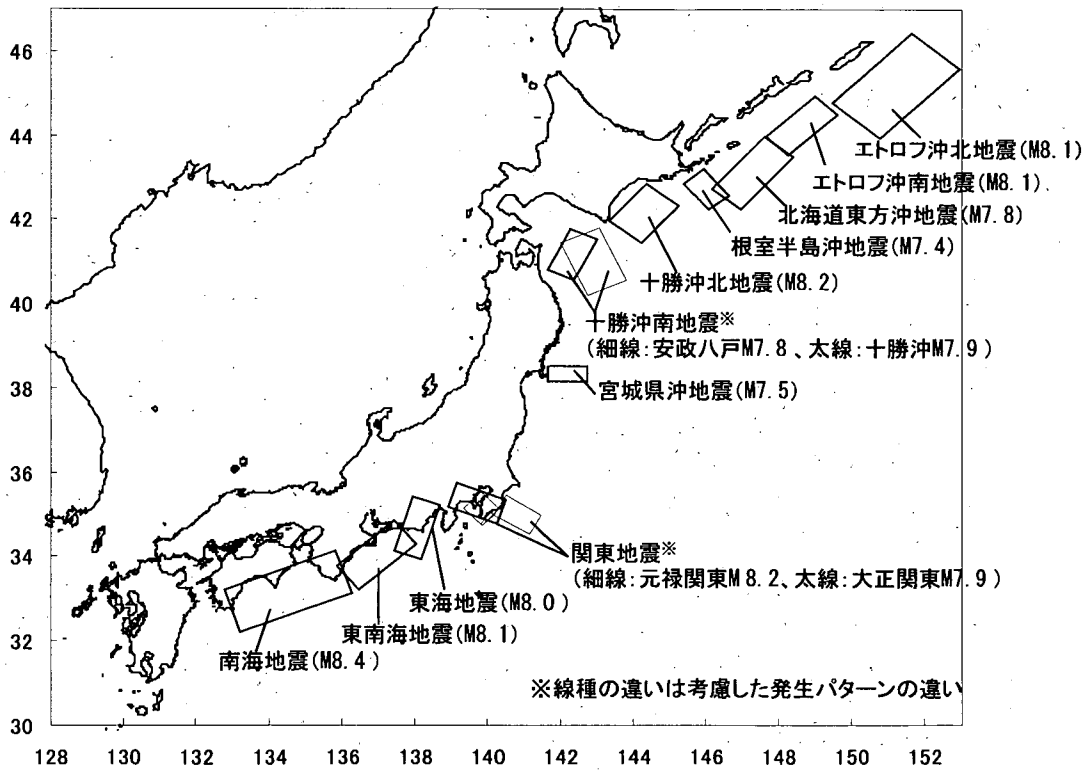


図-11 地震危険度解析に考慮するプレート境界地震

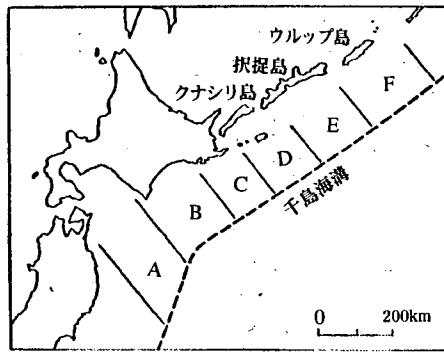


図-12 北海道及び東北地方北部の太平洋側で発生する地震の発生域 (宇津,1984)²⁶⁾

A	B	C	D	E	F	期 間	
1763 M8	不			明	1780 M8	17年	地震の発生期間
						59年	
1856 M8	(1839 M7½)	←1843→ M8+		不	明	17年	地震の発生期間
						37年	
#	←1894 M7.9	1893 M7¾		(1918)* M7.7	1918 M8.0	25年	地震の発生期間
						34年	
1968 M7.9	1952 M8.2	(1973) M7.4	1969 M7.8	1958 M8.1	1963 M8.1	21年	地震の発生期間

平均発生間隔57年
← 最新発生時期

三陸沖地震 (1896) がかかる。* F領域かも知れない。

図-13 北海道及び東北地方北部の太平洋側で発生した大規模地震 (宇津,1984²⁶⁾ に加筆)

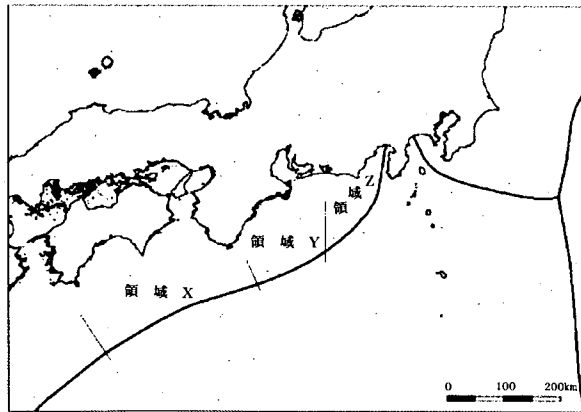


図-14 南海地震、東南海地震の震源域 (地震調査研究推進本部,2001)⁷⁾

表-4 南海トラフ沿いの大地震の震源域の目安 (地震調査研究推進本部,2001)⁷⁾

発生年月日	地震名	領域 X	領域 Y	領域 Z
1498年9月20日	明応東海地震		○	△
1605年2月3日	慶長地震	○	○	△
1707年10月28日	宝永地震	○	○	△~○
1854年12月23日	安政東海地震		○	○
1854年12月24日	安政南海地震	○		
1944年12月7日	昭和東南海地震		○	
1946年12月21日	昭和南海地震	○		

(凡例：○=ほぼ全域が震源域；△=一部が震源域。)

(3) 地震発生確率

地震発生確率は、地震の発生間隔が BPT 分布に従うものと仮定し²⁰⁾、それぞれの地震の平均発生間隔及び最新発生時期を用いて算定した。表-3 には、プレート境界地震の発生確率の算定に用いた平均発生間隔、最新発生時期及び BPT 分布の α を示している。同表において、北海道及び東北地方北部の太平洋側で発生する地震の BPT 分布の α は、図-13 に示した地震の発生期間における中央年からの地震の発生時期のばらつき（標準偏差）を考慮して仮定したものである。宮城県沖地震、東南海地震及び南海地震の α は、地震調査研究推進本部（2001）により、過去の地震の発生履歴を考慮して算定されたものである⁷⁾。また、関東地震及び東海地震については、陸域の活断層に対して共通に用いることが提案⁷⁾されている α を用いることとした。

ここで、図-15 に、2002 年 1 月 1 日より一定の期間におけるプレート境界地震の発生確率を示す。同図には、計算期間内に 2 回目及び 3 回目の地震が発生する確率についても示している。南海地震、東南海地震及び東海地震については、2002 年 1 月 1 日より 100 年間に 1 回目の地震が発生する確率は概ね 100% であり、2 回目の地震が発生する確率は 10~20% 程度である。関東地震は、その他のプレート境界地震に比べて地震発生確率が低く、100 年間に 1 回目の地震が発生する確率は約 16%、2 回目及び 3 回目の地震発生確率は概ね 0% である。宮城県沖地震については、100 年間に 1 回目及び 2 回目の地震発生確率は概ね 100% となっており、3 回目の地震発生確率についても 80% 程度と高くなっている。また、北海道及び東北地方北部の太平洋側で発生する地震については、宮城県沖地震と同様に、100 年間に 1 回目と 2 回目の地震発生確率が概ね 100% と高い。平均発生間隔が短い地震については地震ハザードマップの計算期間内に複数回の地震が発生することを考慮した地震危険度解析を行うことの必要性が、宮城県沖地震を例にとって指摘されている²⁹⁾。プレート境界地震の平均発生間隔は起震断層や活断層に比べて短いことを踏まえ、プレート境界地震を考慮した地震ハザードマップの試算では、地震が複数回発生することを考慮した地震危険度解析を行うこととした。ここで、期間 T_D 年に、マグニチュード m のプレート境界地震 i により、距離 r 離れた解析対象地点における地震動特性値 X が x を上回る確率（超過確率） $P_{ri}[X > x, T_D]$ は、 N 回目までの地震発生を考慮する場合には、(15)式により算出される。本試算では、期間 100 年に 3 回目までの地震が発生することを考慮した地震危険度解析を行った。

$$P_{ri}[X > x, T_D] = 1 - \prod_{n=1}^N (1 - P_i[T_D, n] P_{xi}[X > x | m_i, r]) \quad (15)$$

ここに、

$P_i[T_D, n]$: 期間 T_D 年に n 回目の地震が発生する確率

N : 地震危険度解析に考慮するプレート境界地震 i の期間 T_D 年における発生回数

$P_{xi}[X > x | m_i, r]$: マグニチュード m のプレート境界地震 i が発生し、距離 r 離れた解析対象地点の地震動特性値 X が x を上回る確率

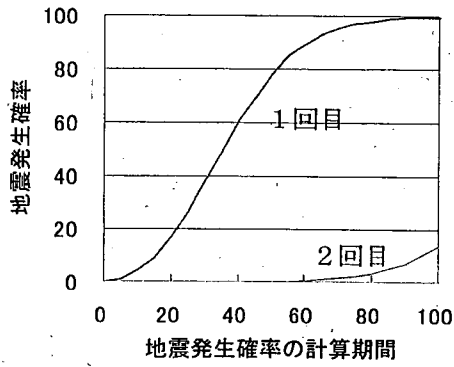
(4) 地震動特性値の推定

地震動特性値の推定式としては、安中ら（1997）の距離減衰式²⁴⁾を用いることとし、距離減衰式に用いる距離の指標としては、プレート境界地震の断層面と試算地点の最短距離を、震源深さとしては断層面の中心の深さを用いた。一回の地震を発生させる断層面が複数ある場合は、それぞれの断層面と試算地点の最短距離の中で最も小さいものを距離の指標として用いることとした。

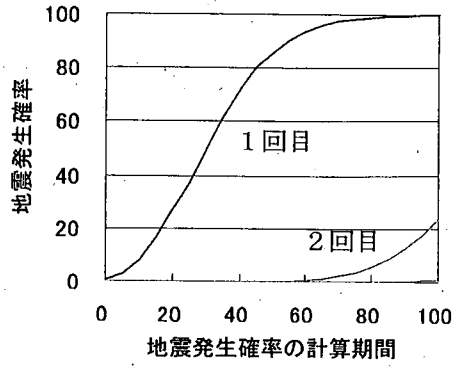
また、距離減衰式には、推定値回り $\pm 2\sigma$ (σ は標準偏差) のばらつきを考慮することとした。

(5) 地震危険度の試算結果

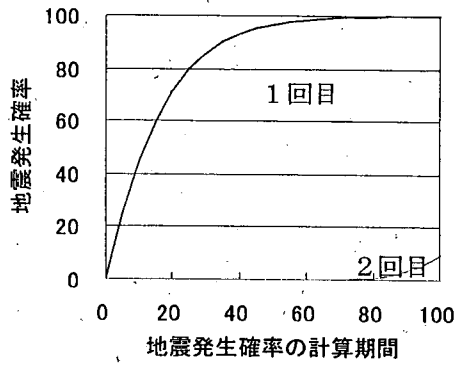
プレート境界地震を考慮して 2002 年 1 月 1 日より 100 年間の超過確率が 63% 及び 5% となる最大加速度を試算した結果を、それぞれ、図-16(a)及び(b)に示す。図-16 から、駿河湾、紀伊半島南部及び四国地方南部において特に大きな最大加速度が算出されている。陸地部において最大値が算出されたのは、富士市周辺の地域であり、100 年超過確率 63% 及び 5% の地震ハザードマップでは、それぞれ、600gal 程度及び 1000gal 程度の最大加速度が算出されている。



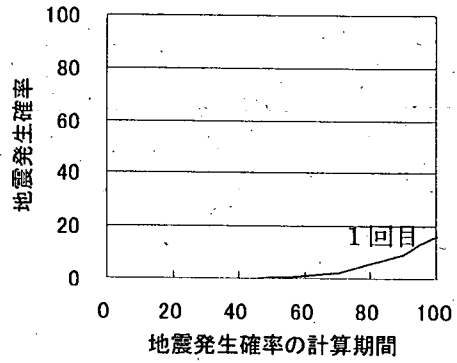
(a) 南海地震



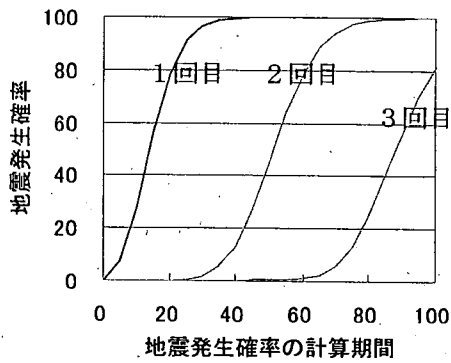
(b) 東南海地震



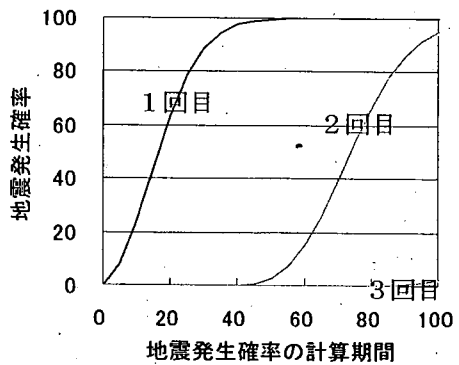
(c) 東海地震



(d) 関東地震

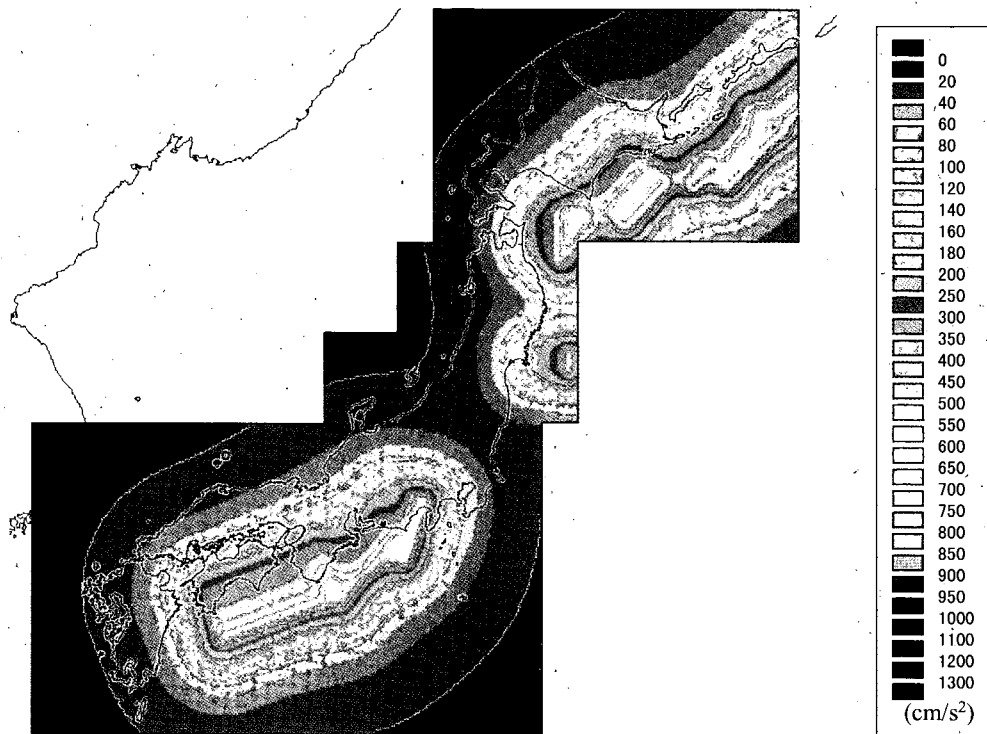


(e) 宮城県沖地震

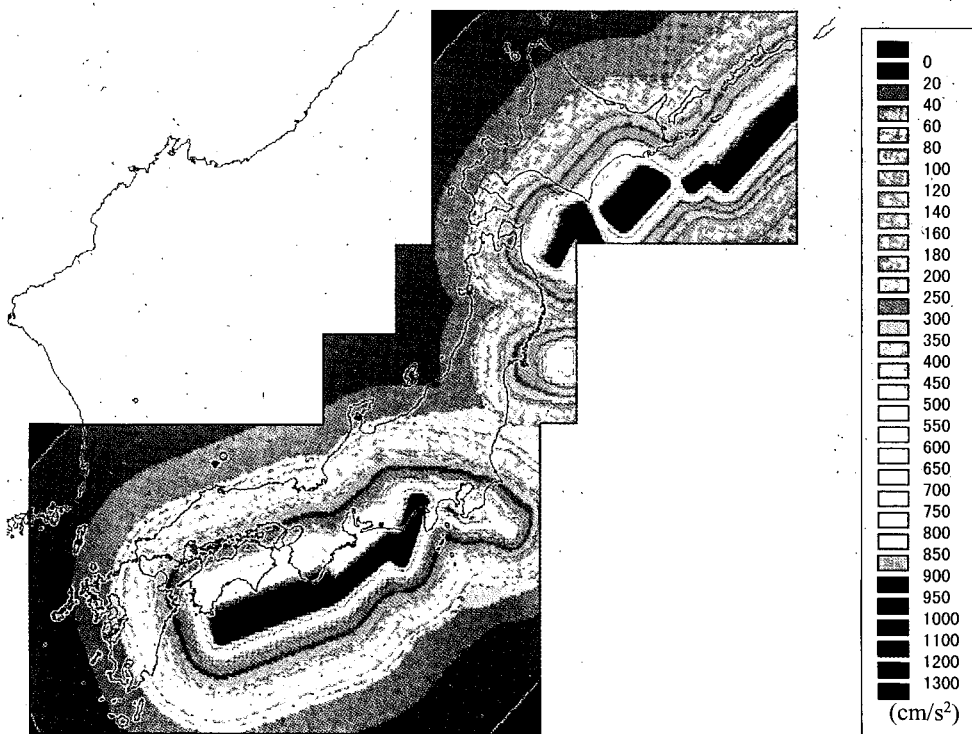


(f) 北海道・東北部の太平洋側の地震

図-15 2002年1月1日より一定の期間におけるプレート境界地震の発生確率



(a) 100年超過確率 63%



(b) 100年超過確率 5%

図-16 プレート境界地震を考慮した場合の最大加速度
(V_s が300~600m/sの工学的基盤での試算結果)

3. 5 過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震を考慮した地震危険度の試算

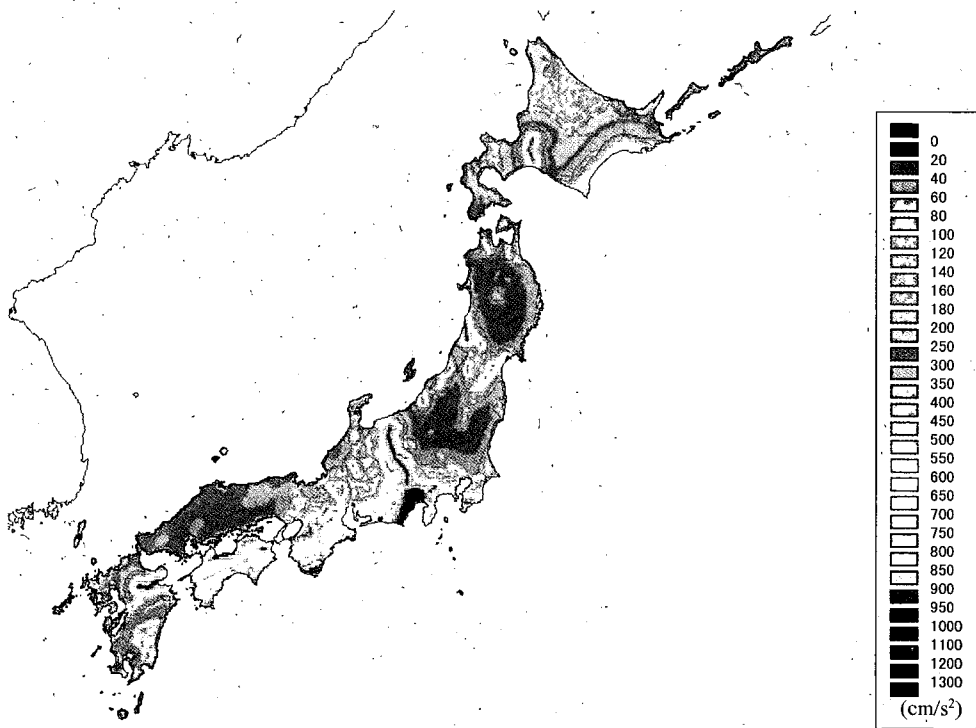
図-17に、過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震を同時に考慮して算出した2002年1月1日より100年間の超過確率が63%及び5%となる最大加速度の地震ハザードマップを示す。同図の試算結果は、バックグラウンドゾーンで発生する地震、活断層に起因する地震及びプレート境界地震は独立に発生するものと仮定し、それらの地震を考慮して試算した3. 2、3. 3及び3. 4の結果を、2. 4の方法で組み合わせて算出したものである。

図-17(a)に示した100年超過確率63%の最大加速度には、過去の地震記録を考慮した解析結果が支配的である。ただし、北海道東部、四国地方、紀伊半島南部及び中部地方南部においては、プレート境界地震の影響が支配的である。また、地震発生確率が比較的大きな起震断層が近接する中部地方等の地域では、起震断層の影響が認められる。

図-17(b)に示した100年超過確率5%の最大加速度には、期間100年の地震発生確率が高い石狩低地東縁断層帯、別府-万年山断層帯、糸魚川-静岡構造線活断層系等の起震断層の影響が支配的となっていること、また、起震断層や活断層の分布密度が高い中部地方等で地震発生確率が高い起震断層を中心として起震断層や活断層の影響が認められる。さらに、北海道東部、四国地方、紀伊半島南部及び中部地方南部では、プレート境界地震を考慮した解析結果が支配的となっており、関東地方南部においてもプレート境界地震の影響が認められる。それ以外の地域では、過去の地震記録を考慮した解析結果が支配的となった。



(a) 100年超過確率 63%



(b) 100年超過確率 5%

図-17 過去の地震、活断層及びプレート境界地震を同時に考慮した最大加速度
(Vs が 300~600m/s の工学的基盤での試算結果)

4. まとめと今後の課題

本研究報告では、過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震を同時に考慮した地震ハザードマップ作成手法を示した。本手法は、活断層及びプレート境界などの特定の位置において固有の発生間隔及び固有のマグニチュードで繰り返し発生する地震については、特定の場所で発生する地震として活断層やプレート境界地震を考慮した解析で地震危険度の評価を行い、それ以外の地震についてはランダムな位置で発生する地震として、過去の地震記録を考慮した解析で地震危険度の評価を行うものである。地震危険度解析では、はじめに、過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震のそれぞれを考慮した場合の地震危険度の評価を行う。次に、過去の地震記録を考慮した地震危険度解析においてランダムな位置で発生すると仮定する地震と、活断層やプレート境界で繰り返し発生する地震は独立に発生するものとし、それぞれを考慮して評価した地震危険度を組み合わせることにより、それらを同時に考慮した場合の地震危険度を評価する。ここで、過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震のそれぞれを考慮した地震危険度解析の方法は次の通りである。

過去の地震記録を考慮した地震危険度解析では、はじめに、地震の発生状況が同一とみなすことのできる地域ごとにバックグラウンドゾーンを設定し、過去の地震記録に基づいてバックグラウンドゾーン内の地震の年平均発生回数やマグニチュード別の発生頻度を評価する。次に、地震の年平均発生回数やマグニチュード別の地震発生頻度に関する評価結果に従って地震がバックグラウンドゾーン内のランダムな位置に発生するものとして地震危険度の評価を行う。

活断層を考慮した地震危険度解析では、活断層に固有の平均活動間隔や固有のマグニチュードを仮定して地震危険度の評価を行う。活断層の平均活動間隔やマグニチュードは、活断層に関する最近の調査結果を参考に仮定するが、調査結果の得られていない活断層については、既往の研究結果に基づいて、断層長さ等のパラメータから平均活動間隔やマグニチュードを推定する。最新活動時期が既知の活断層については、地震発生確率が最新の活動時期からの経過時間に依存するものとして、地震発生確率を算定することができる。

プレート境界地震を考慮した地震危険度解析では、プレート境界地震に関する最近の調査結果や過去の地震に基づいて、プレート境界地震に固有のマグニチュード、平均発生間隔及び断層の幾何的な条件を仮定して地震危険度評価を行う。また、プレート境界地震については最新発生時期

が既知なため、最新活動時期が知られている活断層の場合と同様に、地震発生確率が最新発生時期からの経過時間に依存するものとして、地震発生確率を算定できる。

本研究報告では、以上のような地震ハザードマップの作成手法に基づき、全国を対象として、2002年1月1日より100年間の超過確率が63%及び5%となる最大加速度の地震ハザードマップの試算を行った。その結果、100年超過確率63%の地震ハザードマップでは、過去の地震記録を用いた解析結果が支配的であるが、地震発生確率が高い活断層が近接する地域では、活断層を考慮した解析結果が影響を及ぼすこと、また、北海道東部、四国地方、紀伊半島南部及び中部地方南部においては、プレート境界地震を考慮した解析結果が支配的であることが認められた。100年超過確率5%の地震ハザードマップでは、活断層の分布密度が高い地域において地震発生確率が高い活断層を中心として活断層を考慮した解析結果が支配的になること、また、地震発生確率が高い活断層は単独でも解析結果に大きな影響を与える結果が得られた。更に、北海道東部、四国地方、紀伊半島南部及び中部地方南部では、プレート境界地震を考慮した解析結果が支配的となることが認められた。それ以外の地域においては過去の地震記録を考慮した解析結果が支配的となる結果を得ている。

以上、本研究報告に示した地震ハザードマップの作成手法と、当該手法に基づく試算結果について取りまとめた。ここでは、最後に、地震ハザードマップの作成に関する今後の課題や、地震動強度の算定結果の解釈において注意すべき事項を示す。

<今後の課題・算定結果の解釈における注意事項>

○地震学、地質学及び地震工学等の分野において今後得られていく新しい知見や、地震地体構造、活断層及びプレート境界地震等に関して蓄積されていく調査研究成果を地震ハザードマップの作成に反映させていくことが必要である。

○本研究報告では、地震動強度の推定に距離減衰式を用いる地震ハザードマップの作成手法を示した。大規模な地震による震源近傍の強震記録の数は限定されているため、大規模な地震に対する震源近傍の地震動の推定には距離減衰式の適用性が限定される。活断層やプレート境界地震の震源の近傍において地震ハザードマップに描かれる地震動強度は、そのような距離減衰式を用いて算出されたものであることに留意する必要がある。

○地震ハザードマップについては、耐震設計における設計地震動の設定や防災計画の立案等において、地域性を考慮するための基礎資料として活用されることが期待される。しかしながら、現在、活断層やプレート境界で発生する地震の発生履歴やマグニチュード等について調査されている段階であり、こうした地震の発生特性に関する評価が地震ハザードマップの算出結果に及ぼす影響が大きいことから、地震ハザードマップの実務への反映方法について検討する必要がある。

○本報告では、開発手法によって評価される各地域の地震動を全国横並びで比較するために、地点毎の表層地盤の増幅特性を考慮しない工学的基盤の位置で地震動を試算した。また、本報告の試算では、構造物に対して地震動が及ぼす影響の大きさを示すことは目的としないことから、地震動特性値として応答スペクトル値等を採用しなかった。地震ハザードマップを実務に活用する場合には、その目的に応じて、表層地盤の増幅特性を考慮するとともに、適切な地震動特性値を採用する必要がある。

謝辞

本研究の実施に当たっては、国土交通省国土技術政策総合研究所に設置された「レベル2地震動の設定手法に関する技術検討会（座長：大町達夫東京工業大学教授）」において、ご指導、ご助言を賜った。ここに記して、深甚なる謝意を表す。

参考文献

- 1) 宇佐美龍夫：新編日本被害地震総覧、東京大学出版会、1996
- 2) 宇津徳治：地震の事典、朝倉出版、1987
- 3) 日本付近の主要地震データ、(財)日本気象協会、1995
- 4) 建設省土木研究所：新耐震設計法（案）、土木研究所資料、第1185号、1977
- 5) 荒川直士、川島一彦：確率手法に基づく動的解析用入力地震動波形の設定法、土研資料第1992号、昭和58年
- 6) 損害保険料率算定会、活断層と歴史地震とを考慮した地震危険度の評価、2000
- 7) 地震調査研究推進本部地震調査委員会、活断層及びプレート境界地震の評価、<http://www.jishin.go.jp/main/>
- 8) 科学技術庁、平成7年度・平成8年度地震調査研究校付近成果報告会、1997
- 9) 科学技術庁、平成9年度地震調査研究交付金成果報告会、1998
- 10) 科学技術庁、平成10年度地震調査研究交付金成果報告会、1999
- 11) 科学技術庁、平成11年度地震調査研究交付金成果報告会、2000
- 12) 文部科学省、平成12年度地震調査研究交付金成果報告会、2001
- 13) 地質調査所、平成9年度活断層・古地震研究調査概要報告書、1998
- 14) 地質調査所、平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書、1999
- 15) 損害保険料率算定会、被害地震と活断層の都道府県別一覧、1999
- 16) 活断層研究会：新編日本の活断層、東京大学出版会、1991
- 17) 松田時彦：陸上活断層の最新活動期の表、活断層研究、13、1995
- 18) 松田時彦、吉川真季：陸域の $M \geq 5$ 地震と活断層の分布関係－断層と地震の分布関係－その2、活断層研究、20、2001
- 19) 松田時彦：活断層から発生する地震の規模と周期について、地震、28、pp.269-283、1975
- 20) 地震調査研究推進本部地震調査委員会、長期的な地震発生確率の評価手法について、2001
- 21) 中央防災会議、第7回中央防災会議東海地震に関する専門調査会説明資料、2001
- 22) 佐藤良輔、岡田勝征、岡田義光、島崎邦彦、鈴木保典：日本の地震断層パラメータ・ハンドブック、鹿島出版会、1989
- 23) 萩原尊禮：日本列島の地震－地震工学と地震地体構造－鹿島出版会、1991
- 24) 安中正、山崎文雄、片平冬樹：気象庁87型強震計記録を用いた最大地動及び応答スペクトル推定式の提案、第24回地震工学研究発表会、1997
- 25) 武村雅之：日本列島における地殻内地震のスケーリング則、地震、1998
- 26) 宇津徳治：地震学、共立出版、1984
- 27) 地震調査研究推進本部地震調査委員会、日本の地震活動、1997
- 28) Wald, D. J. and Somerville, P. G. : Variable Slip Rupture Model of the Great 1923 Kanto Earthquake, Bull. Seism. Soc. Am. Vol.85, 1995
- 29) 石川裕：地震ハザードマップの作成と課題、第2回地震調査研究と地震防災工学の連携ワークショップ、2001