

中央防災会議  
「東南海、南海地震等に関する専門調査会」  
(第3回)

説 明 資 料

平成14年1月24日  
中央防災会議事務局

## < 目 次 >

I. 東海、東南海、南海地震の想定震源域について	1
1. 東海、東南海、南海地域に発生する地震についての考え方	1
2. 検討の背景となる近年の観測データの蓄積等から得られた知見	1
II. 想定地震の断層パラメータ	3
1. マクロ的に見た断層パラメータ等について	3
2. ミクロ的に見た断層パラメータ等について	4
III. 強震動	6
1. 地下構造	6
2. 強震波形計算	6
3. 強震波形計算結果の評価	7
4. 経験的手法による震度分布との比較	7
IV. 津波	8
1. 津波の計算方式	8
2. 想定震源域と津波の波源域	8
3. 津波予測結果の評価	9
V. 内陸地震	10
1. シナリオ検討のための想定内陸地震の選定	10
2. 内陸地震による強震動予測	10

# I. 東南海、南海地震の想定震源域について

## 1. 東南海、南海地域に発生する地震についての考え方

(1) 歴史地震の調査結果によれば、東海～南海地域では、これまで100～150年程度の間隔でマグニチュード8クラスの地震が発生しており、今世紀前半にも発生が懸念されていることから、今のうちから事前の対策を進める必要がある。

(2) 1707年宝永地震では、駿河湾～四国西縁にわたる全域が同時に破壊した。

(3) 1854年安政東海地震と1854年安政南海地震では、駿河湾～和歌山県潮岬にかけての領域と潮岬～四国西縁にかけての領域が32時間の間隔で連続して破壊した。これら2つの地震の震源域の合計は、1707年宝永地震の震源域と同程度とされている。

(4) 1944年昭和東南海地震と1946年昭和南海地震では、静岡県浜名湖～潮岬にかけての領域と潮岬～四国西縁にかけての領域が2年の間隔をおいて破壊した。1944年昭和東南海地震の震源域は1854年安政東海地震の震源域よりやや小さく、1946年昭和南海地震の震源域は1854年安政南海地震の震源域よりやや小さいとされている。

(5) 以上のように、東海～南海地域に過去に発生した地震の震源域及び発生の形態は様々である。防災対策の観点からは、上記の各例のように時間的・空間的にさまざまな発生形態を想定する必要がある。特に、1707年宝永地震の例のように、関東地方南部～九州地方東部に至る広範な領域にわたる被害の拡がり、1854年安政東海地震と1854年安政南海地震の例のように、隣接領域で短時間に連続して発生する地震による被害、また、強震動のみならず津波による被害等、この地域に発生する地震による被害の特徴を十分把握することが重要である。

## 2. 震源域の設定等の考え方

当調査会における検討では、東海～南海地域に発生する地震の想定震源域については、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」、及び文部科学省の地震調査研究推進本部の検討成果を最大限に活用し、まずは初期モデルとして以下の

ような考え方にに基づき強震動が発生する領域を設定し、強震動や津波の試算結果と過去の地震による被害実態との比較検討も踏まえ、必要なフィードバックを行った上で、最終的な想定震源域を設定することとする。

- (1) 過去に発生した地震から見て、駿河湾～浜名湖にかけての領域、浜名湖～潮岬にかけての領域、潮岬から四国西縁にかけての領域の3つの領域に分け、それぞれの領域を震源域とする地震を、順に、想定東海地震、東南海地震、南海地震とする。これらの震源域は互いに端部で接続し、互いに重なり合わないものとする。

本調査会では、以下の5つのケースの地震を対象として検討する。

- ① 想定東海地震、東南海地震、南海地震の領域が同時に破壊する地震
- ② 想定東海、東南海地震の領域が同時に破壊する地震
- ③ 東南海地震、南海地震の領域が同時に破壊する地震
- ④ 東南海地震
- ⑤ 南海地震

- (2) 想定東海地震と東南海地震との境界

東海地震に関する専門調査会の検討結果である、想定東海地震の震源域の西端とする。

- (3) 東南海地震及び南海地震の浅部及び深部の境界

中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」と同じく、浅部境界は沈み込むプレートの深さ10kmに、深部境界は深さ30kmとする。これら境界としては、既に、地震調査研究推進本部がこの考えに従い総合的に判断して求めた境界とする。

- (4) 東南海地震と南海地震の境界及び南海地震の西側境界

地震調査研究推進本部に震源モデルの境界とする。なお、南海地震の西側境界については、強震動が発生する領域としてはやや西側に拡がっている可能性もあることも留意する。

- (5) 震源断層の形状

気象庁による震源分布から求められる沈み込むプレート上面の形状に合わせて震源断層の形状を定める。



## II. 想定地震の断層パラメータ等

強震動及び津波の予測を行うには、想定震源域に対応した断層パラメータ等の設定が必要であり、また、津波の予測を行う際には、想定震源域から海底近くに達する可能性のある浅部断層をどのように設定するかが重要となる。

断層パラメータについては、初期モデルとして設定した断層パラメータ等により強震動や津波の試算を行い、過去の地震時の被害実態との比較検討等も踏まえ、必要なフィードバックを行った上で、最終的な想定震源域及び断層パラメータ等を確定する。

### 1. マクロ的にみた断層パラメータ等について

#### (1) 地震モーメント及びマグニチュード

地震モーメント ( $M_0$ ) は、次の震源断層の総面積 ( $S$ ) と平均応力降下量 ( $\Delta\sigma$ ) に関する相似則により推定する。応力降下量は、海域の地震で得られる平均的な値、3.0MPaとする。

$$\Delta\sigma = 2.5M_0 / S^{3/2}$$

なお、マグニチュード (モーメントマグニチュード:  $M_w$ ) は、次式に従い算出する。

$$\log M_0 = 1.5M_w + 9.1$$

#### (2) 平均変位量

平均変位量 ( $D$ ) は、次の地震モーメントと震源断層の総面積との関係式から算出する。

$$M_0 = \mu DS$$

ここで、 $\mu$  は剛性率で次式から求める。

$$\mu = \rho V_s^2$$

$\rho$  は密度、 $V_s$  はS波速度である。

#### (3) 破壊伝播速度および $F_{max}$

・破壊伝播速度は次式による。

$$V_r = 0.72V_s$$

・ $F_{max}$  は兵庫県南部地震から推定された値、6Hzとする。

#### (4) 想定震源域のセグメント分け

想定震源域内を単一の領域ではなく、スラブの形状や地質構造の観点から、いくつかの領域 (セグメント) に分割する。

分割する境界の候補は、以下のとおり。なお、これらの境界の候補については、過去の被害実態との比較する試算の中で、適切なものを選択することとする。

① 三重県志摩半島付近の境界

熊野舟状海盆の東縁に至る志摩海脚。これは、杉山(1990)による地質構造単元の境界と一致する。

② 三重県尾鷲湾付近の境界

熊野舟状海盆南端の断層系の走向に不連続が見られる領域。これは菊地・山中(2001)による1944年昭和東南海地震の断層変位量分布の変化する領域とほぼ一致する。

③ 和歌山県田辺湾付近の境界

重カブーゲー異常の急変する領域。

④ 和歌山県紀伊半島と高知県室戸岬の中間地点の境界

室戸舟状海盆がくびれた地点から微小地震活動の高い領域をとおり、トラフ軸の走向が急変する地点にいたる領域。

⑤ 高知県室戸岬付近の境界

室戸舟状海盆と土佐海盆との境界で、海底地形の急変する領域。これは、杉山(1990)による地質構造単元の境界と一致する。

⑥ 高知県興津崎付近の境界

土佐海盆の西縁、重カブーゲー異常のHigh領域の西縁に相当し、海底背斜構造の分布領域の東縁を境界とする。これは、杉山(1990)による地質構造単元の境界及び、1946年昭和南海地震の震源域の西端とほぼ一致する。

## 2. ミクロ的に見た断層パラメータ等について

### (1) 小断層による断層の近似

3次元的に複雑な曲面構造を持つ想定震源域を、気象庁によるプレート形状を参照して、0.1度間隔に配置した小断層で近似する。

### (2) 走行、傾斜及びすべり角

各セグメント毎に、西村他(1999)、Sagiya(1999)によるバックスリップベクトルのすべり角の水平成分に関する逆方向の平均値と一致するように与える。強震波形の計算の際には、乱数を用いて、すべり角に対し±30度のゆらぎを与え、強震波形の計算結果が極端なものとならないよう対処する。

### (3) アスペリティの面積

一般的に、内陸型に比べ海溝型の地震のアスペリティが大きい場合が多く、海溝型のアスペリティは、断層面積の20~35%とする解析例がある。

アスペリティの面積は、このことを踏まえ、いくつかの値に対し強震動を試算し、過去の被害実態と比較し適切なものを選定する。

### (4) アスペリティのおき方

各セグメント毎に1つないし2つのアスペリティをおいた2つの場合について試算する。なお、2つおく場合には、アスペリティの大きさが約7:3の比率 (Somerville et al. 1999) となるように深部と浅部におく。大きい方のアスペリティは、プレートのカップリングがより大きいと考えられる深部側におく。

### (5) アスペリティ全体の地震モーメント (Moa)

①アスペリティ内のプレート間のカップリングレイトを1と仮定し、先の地震からの時間間隔に対応するプレート沈み込み量を平均変位量として、アスペリティの総面積から、 $M_o = \mu DS$ を用いて推定した値、②震源域全体の地震モーメントとアスペリティ全体の地震モーメントとの経験的關係を参考に設定した値、に対し、過去の被害実態と比較する試算の中でより適切な値を選択する。

### (6) 各アスペリティの地震モーメント (Moi)、変位量 (Dai) 及び応力降下量 ( $\Delta\sigma_{ai}$ )

各アスペリティの地震モーメントの設定は、①全体的に見て断層の応力降下量が一定であるとして各アスペリティの応力降下量を一定とする方式 (応力降下量一定モデル) と、②全体的に見て断層の変位量が一定として、各アスペリティの変位量を一定とする方式 (変位量一定モデル) に加え、③全震源領域の地震モーメントと全アスペリティの地震モーメントとの経験的關係、平均変位量とアスペリティの変位量との経験的關係などこれまでの解析で得られている経験的關係を満たすようアスペリティの変位量、応力降下量を設定する新たな方式についても検討し、過去の被害実態と比較する試算の中で適切な方式を選定する。

### (7) アスペリティ以外の領域 (背景領域) の地震モーメント (Mob) 及び変位量 (Db)

想定震源全体の地震モーメント ( $M_o$ ) から、アスペリティ全体の地震モーメント (Moa) を引いた値を背景領域の地震モーメント (Mob) とする。

この地震モーメントと背景領域の総面積 ( $S_b$ ) から、 $M_{ob} = \mu D_b S_b$  の関係式を用いて背景領域の変位量を求める。

(8) 背景領域の応力降下量 ( $\Delta\sigma_b$ )

背景領域の応力降下量は、次の関係式から求める。

$$\Delta\sigma_b = 2.5M_0b / S_{bi}^{3/2}$$

(9) 破壊開始点

破壊開始点は、地震調査研究推進本部による検討で示された2カ所に加え、その他の場所についても試算し、過去の被害実態と比較する試算の中でより適切なものを選定する。

### III. 強震動

#### 1. 地下構造

地震基盤 ( $V_s=3000\text{m/s}$ ) および工学的基盤 ( $V_s=700\text{m/s}$ ) の深さは、いくつかの領域での弾性波探査、常時微動探査により得られている成果から、平均的な深さ分布を内挿して求める。その際、重力異常、深層ボーリングデータ及び地質構造を参照する。

深部から地震基盤までの速度構造は、気象庁での震源決定に用いられている地震波速度構造を参照し作成する。

工学的基盤から地表までの速度構造は、ボーリング調査結果を参考に作成する。ボーリングのないメッシュの速度構造については、類似の地層及び微地形区分を有し、かつそのメッシュから最も近いメッシュのボーリングデータを当てはめる。この際、信頼できる30m以深の掘進長のボーリングデータが5本以上あるメッシュでは、ボーリング調査結果を参考にした速度構造を定め、そうでないメッシュでは、松岡・翠川(1994)の方法に従い新たに関係式を求め、微地形区分から推定した表層30mの平均S波速度の値と等しくなるよう、速度構造を修正する。

#### 2. 強震波形計算

強震波形は、各想定地震について仮定される破壊開始点それぞれに対し、応力降下量一定モデルおよび変位量一定モデルのそれぞれのケースについて計算



する。地表での計算地点は1kmメッシュとする。

強震波形の計算にあたっては、工学分野での活用も念頭におき、工学的基盤までは、地震学的に想定される振幅スペクトルに確率的な位相を与えて作成する小地震波形をグリーン関数とし、設定された断層モデルに従い波形合成を行う、いわゆる統計的グリーン関数法を用いる。また、地形的な特徴等から強震動が大きくなる特殊な領域に対しては、経験的なサイト特性も利用する。

工学的基盤から地表までの強震波形の計算は、地盤の非線形性を踏まえ、等価線形で行い、工学基盤から地表までの強震波形は、多くの強震波形計算で行われているのと同様、垂直入射として計算する。また、等価線形計算において、線形計算よりも大きな地震波が得られた場合には、線形計算結果を採用する方式を併用し、また、工学基盤よりも地表の地震波の方が小さい場合は、工学基盤の計算結果を採用することとする。

周期 2 秒～10 秒の帯域の長周期成分は、防災対策上必要な地点についてのみ計算する。

### 3. 強震波形計算結果の評価

各種設定のもとに計算された結果について、過去の地震記録から得られた最大加速度および最大速度の距離減衰、過去の地震の震度分布との比較を行う。

#### (1) 距離減衰式

最大加速度は福島・田中(1990)、最大速度は司・翠川(1999)による経験式との比較を行う。

#### (2) 震度分布

1707年宝永地震、1854年安政東海地震および1854年安政南海地震の震度分布との比較を行う。また、1944年昭和東南海地震及び1946年昭和南海地震の震度分布も参考にする。

### 4. 経験的手法による震度分布の比較

司・翠川(1999)の経験的な距離減衰の関係式をもとに、破壊方向も加味して修正した経験式により推定した震度分布を計算する。強震波形計算による震度分布と経験的手法による震度分布を比較し、最終的な震度分布を検討する。

経験的手法は、断層の破壊方向、地殻構造などの影響を正確には表現できないが、これらの影響を包括した概観結果を与えていると見なすこともでき、強

震波形計算を評価する1手段と考えられる。

## IV. 津波

### 1. 津波の計算方式

津波の計算は、以下の方法による。

#### (1) 津波波源

- ・ 想定震源域、および、それに付加断層を加えたものについて、弾性体理論に基づき海底地殻変動（垂直変動量）を求める。
- ・ 海面初期変位は、上で求めた海底地殻変動量と等しいとし、変位は全地点で時間差なしに与えられる場合と、断層での破壊伝播の影響を考慮した場合とを検討する。

#### (2) 津波伝播・遡上計算

- ・ 深い海域においては線形長波理論により、また、浅い海域においては海底での摩擦及び移流を考慮した非線形長波理論により計算を行う。
- ・ 津波計算は、沿岸での津波の高さのみでなく、過去の地震発生当時の状況をできるだけ復元し陸上への遡上についても試算する。
- ・ 陸上の遡上部分においては、家屋等、障害物の効果は粗度係数で表現する。
- ・ 津波計算にあたっては、経年的地殻変動、地震時地殻変動、潮位を考慮する。
- ・ 試算は差分法により数値的に行う。深海部では大きな（1,350m）メッシュ領域とし、沿岸部に近づくにつれてより小さな（450m、150m、50m）メッシュ領域を設定して計算する（遡上域は50mメッシュ）。

#### (3) 地形データ

- ・ 国土地理院発行の50mメッシュ標高データ、および一級河川横断断面図を用いて作成する。

#### (4) 海底地形データ

- ・ 水路部発行の、沿岸の海の基本図（縮尺：1/10,000～1/50,000）及び海図（港泊図。縮尺1/3,000～1/15,000）を用いて作成する。

### 2. 想定震源域と津波の波源域

津波の大きさは、海底の地殻変動量に比例して大きくなる。津波の波源域の検

討にあたっては、想定震源域のより浅い部位の変位量を考慮する必要がある。

想定震源域は、強震動の発生可能性領域を設定したもので、津波の波源域は、この想定震源域よりもプレート境界あるいは枝分かれ断層に沿って南海トラフ側の浅い方に広がることも考えられる。このため、津波の高さについては、想定震源域の南海トラフ側に付加断層を加えたケースを含めた以下の3ケースを試算し検討する。

- (1) 想定震源域のみ
- (2) 想定震源域とプレート境界に沿う浅部断層
- (3) 想定震源域と枝分かれ断層に沿う浅部断層

### 3. 津波予測結果の評価

強震動予測と同様に、津波予測についても、1707年宝永地震、1854年安政東海地震、1854年安政南海地震の津波分布と比較する。また、1944年昭和東南海地震、1946年昭和南海地震の津波分布も参考にする。

## V. 内陸地震

### 1. 予防的な地震対策検討のための強震動

予防的な地震対策の検討にあたっては、将来発生のある地震とその被害を網羅的に考慮する必要がある。しかし、内陸部においては、潜在的な断層による地震を含めると、どこでも地震が発生する可能性があると考えられ、予防対策の検討のための地震を限定的に想定することは困難であり、地震動の最大の強さに対して予防的な地震対策を検討するのが適切であると考えられる。

地震動の最大の強さとしては、過去の事例から見て、M7～8クラスの最大の地震でも、断層が直接地表に現れた領域を除き、震度7は軟弱地盤等の地震動が増幅されやすい領域で見られている。このことから、予防的な地震対策検討のための強震動については、過去の事例等を参考に工学的基盤上での最大の強震動を想定し、これを用いて地表の強震動を計算する方式をとることとする。

この計算は、工学的基盤の震度に対して表層地盤の特性に応じた増幅率で地表での震度を推定する経験式により求めることとする。なお、周期特性の異なる構造物等に対する影響の検討が行えるよう、工学的基盤における強震波形についても検討する。

工学的基盤に与えるべき震度については、過去の地震による断層直上の地表での震度のみでなく、シナリオ検討のための強震動の結果も用いて評価する。

### 2. シナリオ検討のための強震動

緊急防災対策のためのシナリオとしては、次の3ケースを検討することとしたい。

- (a) 大都市直下で地震が発生し、大都市で甚大な被害が引き起こされる場合。
- (b) 大都市近郊で地震が発生し、大都市近郊で甚大な被害が引き起こされる場合。
- (c) 複数の大都市近傍で地震が発生し複数の大都市で甚大な被害が引き起こされる場合。

中部圏については、防災対策検討の観点から、直下型地震としては名古屋市、岐阜市に連なる仮想の断層を想定する。大都市近郊の地震としては、名古屋市の西部にある養老断層、四日市市にかかる桑名断層を想定する。また、これとは性質の異なる地震として三河地震を想定する。

近畿圏については、滋賀県から京都府にわたる花折断層、京都市近郊の世木林断層、大阪市直下の上町断層、同近郊の生駒断層を想定する。神戸市の直下型地震については、1995 兵庫県南部地震の体験により防災対策を検討することとし、特定地震の想定



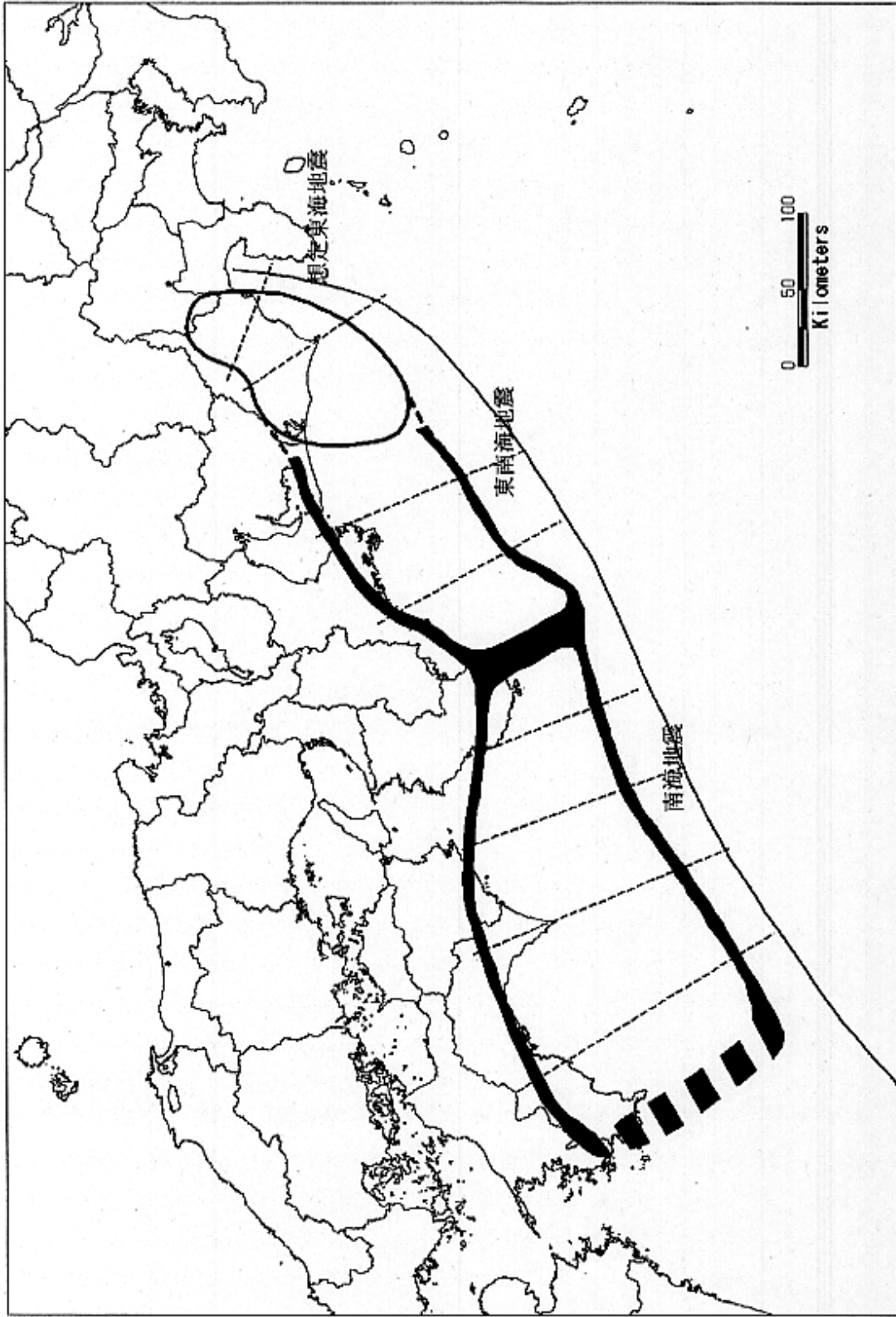
はここでは行わない。山崎断層は神戸市から遠く離れているが、新幹線や自動車道等への影響を検討するために想定する。さらに、和歌山市近郊の根来断層、奈良市を通る奈良盆地東縁断層についても検討する。

また、有馬・高槻断層を選定し、同時に京都、大阪及び神戸地域に地震による被害が発生した場合を検討する。

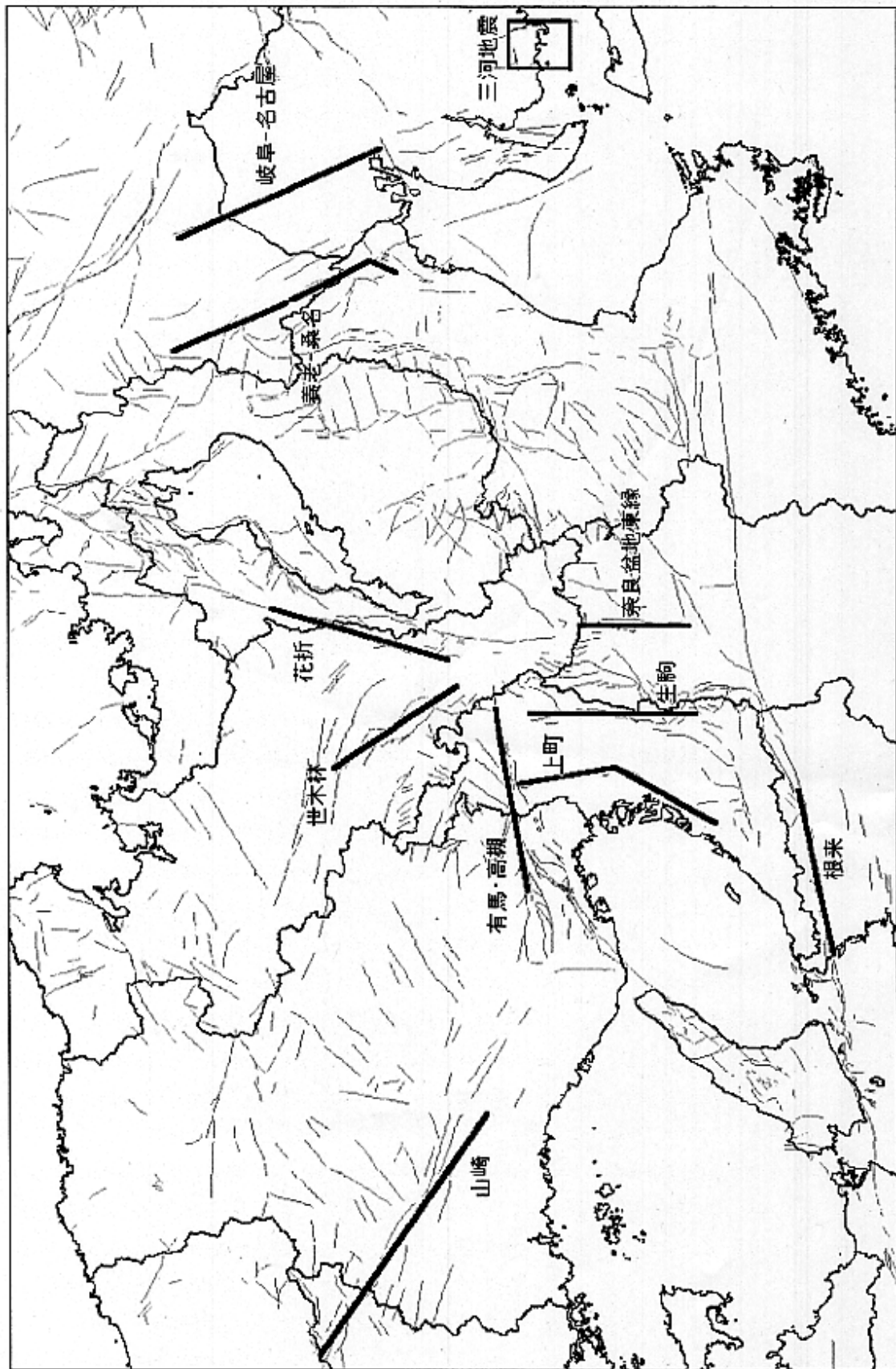
当面これらについて検討し、その結果や網羅的な強震動分布の予測結果等から、必要に応じさらに追加検討することとしたい。

内陸地震による震度分布は経験式により求めることとし、防災対応上、必要な場合には、数例の地震について波形計算による予測を併用する。

内陸地震の場合、アスペリティの設定に用いるべき統計的資料は十分ではないが、想定断層の長さおよそ 20km から 30km の区間をセグメントと設定し、セグメント内に 1~2 個のアスペリティを配置する。また、断層直上での振幅予測が重要となるが、計算上の制約で過大な振幅評価となることを避けるために、断層直上の工学的基盤での振幅を一定値以下と抑えることとしたい。



想定震源域とセグメントの概念図



当面の検討対象断層の位置図