

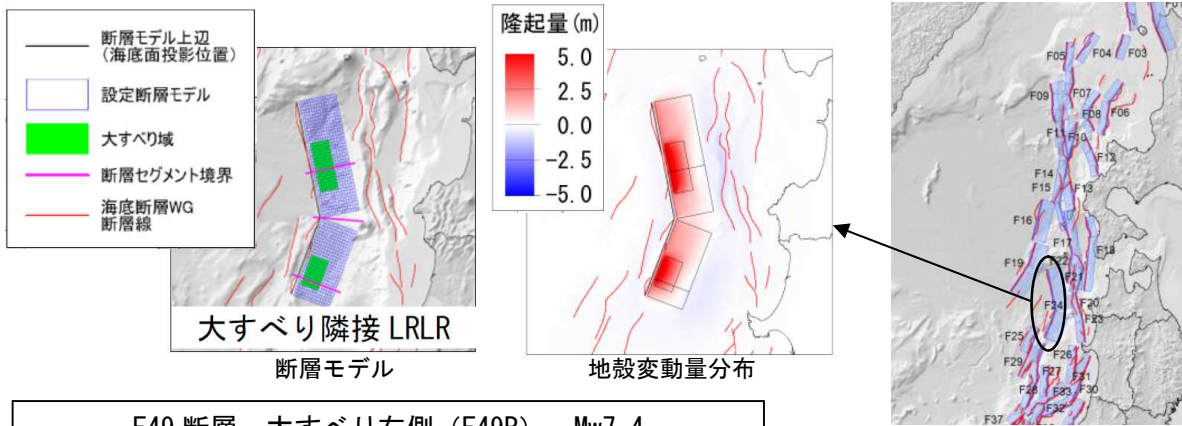
日本海沿岸の津波浸水想定について

資料 1 - 1

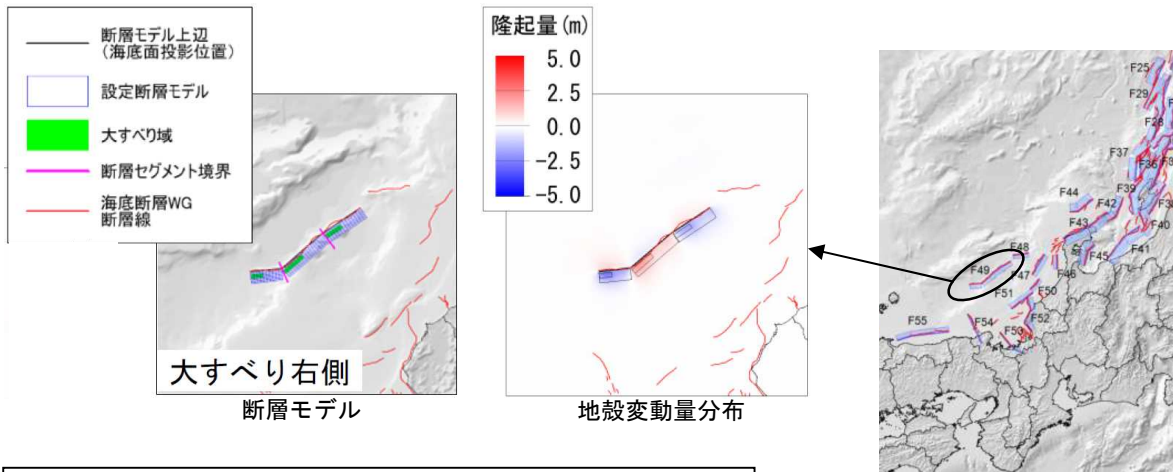
1 対象津波断層モデル（最大クラス）の設定

日本海側の津波について、兵庫県では平成 12 年度に津波浸水シミュレーションを実施して津波対策を進めてきた。その後、国土交通省や文部科学省等による日本海側に津波をもたらす断層の検討を踏まえ、本県の日本海側に最大クラスの津波をもたらす多くの断層モデルの中から、本県の日本海側の沿岸部全ての 50mメッシュ単位において最も高い津波高をもたらす以下の F24、F49、F52、F54、F55 の 5 断層 7 ケースを選定し、シミュレーションに使用。

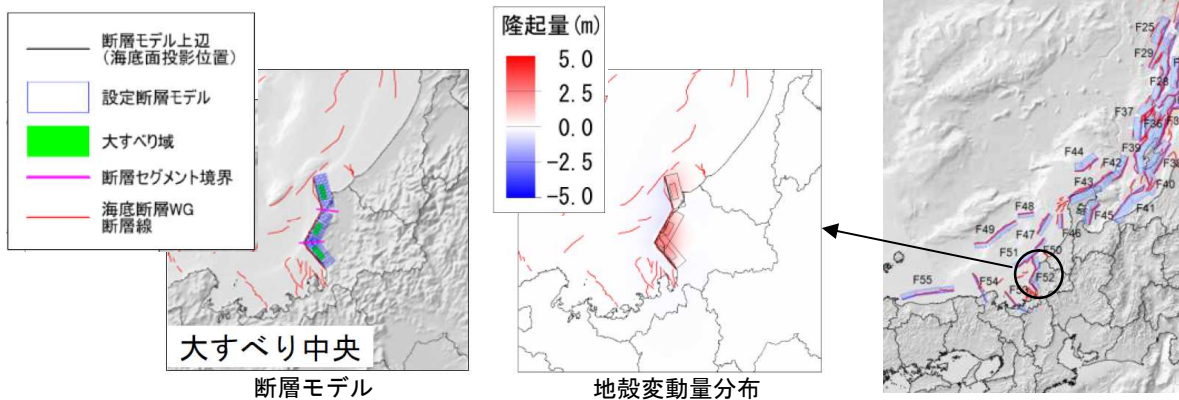
F24 断層 大すべり隣接 LRLR (F24LRLR) Mw7.9



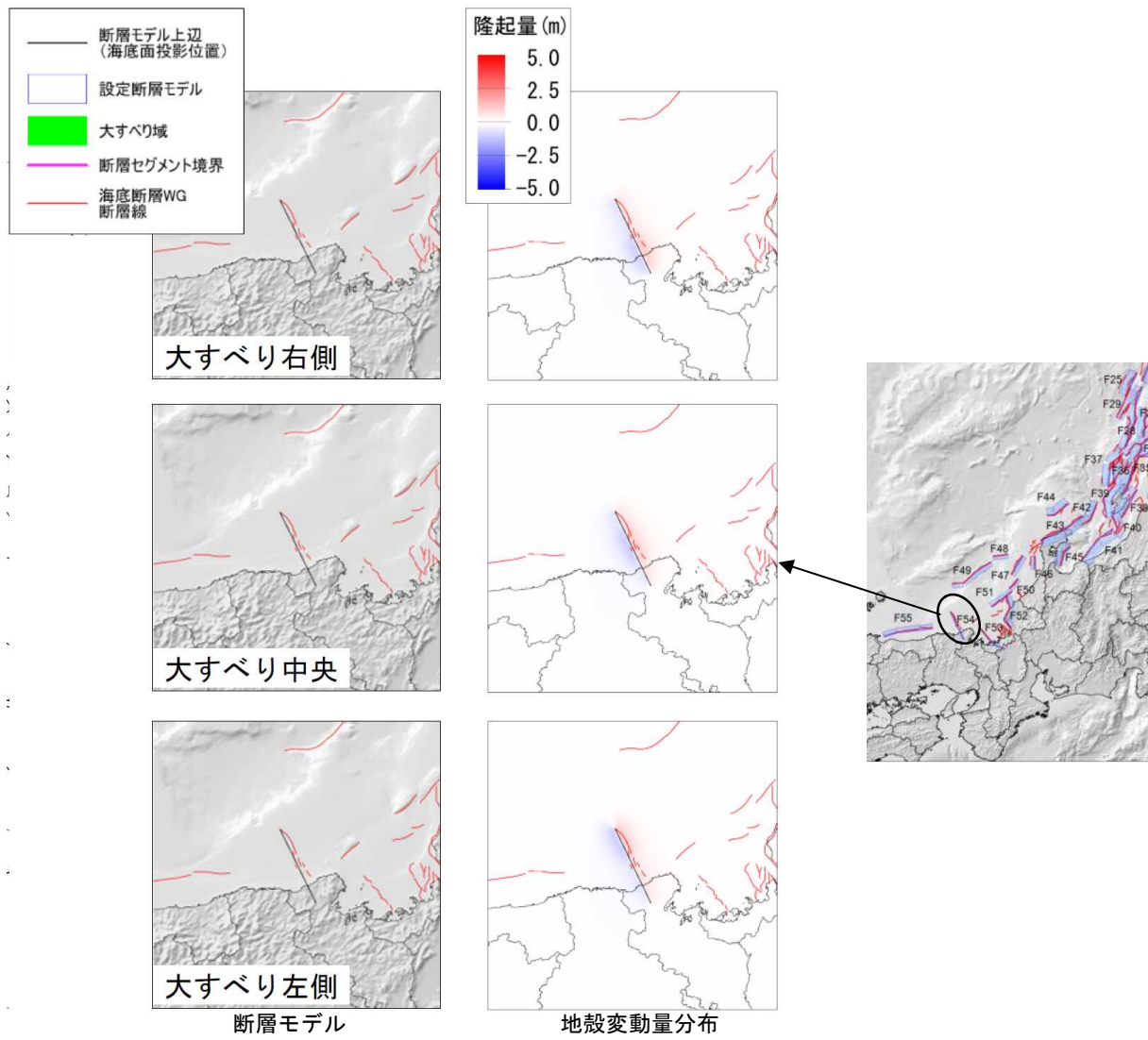
F49 断層 大すべり右側 (F49R) Mw7.4



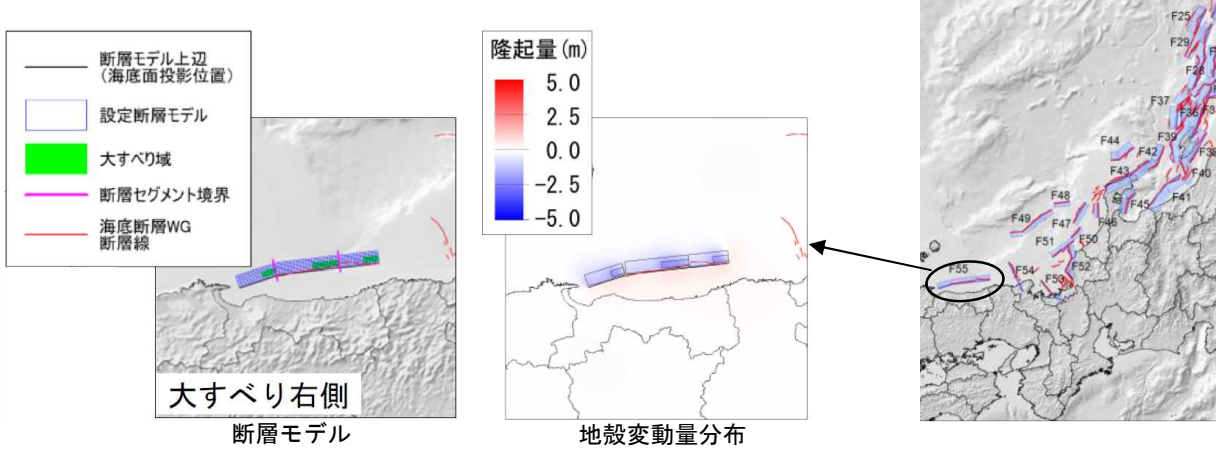
F52 断層 大すべり中央 (F52C) Mw7.3



F54 断層 大すべり右側、中央、左側 (F54R、F54C、F54L) Mw7.2



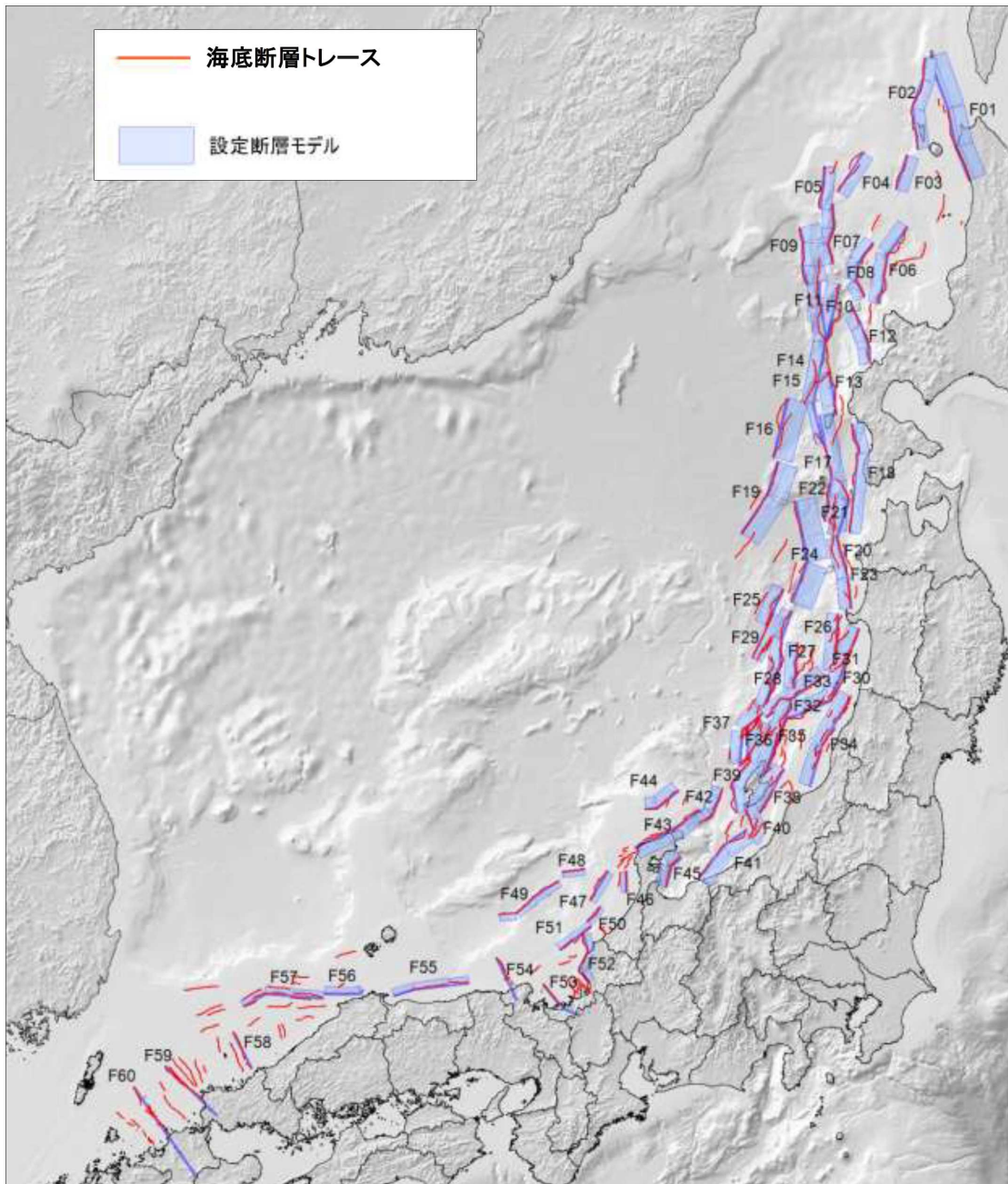
F55 断層 大すべり右側 (F55R) Mw7.5



| 津波断層モデル No. | Mw | 緯度 | 経度 | 上端深さ (km,TP-) | 走向 (度) | 傾斜 (度) | すべり角 (度) | 断層長さ (km) | 断層幅 (km) | 合計 断層長さ (km) | 合計 断層面積 (km ²) | 平均 すべり量 (m) |
|----------------|-----|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-------------|--------------|-------------|--------------------|----------------------------------|-------------------|
| | | (JGD2000) | (JGD2000) | | | | | | | | | |
| F24 | 7.9 | 40.1054 | 138.9259 | 3.9 | 18 | 21 | 30 | 74 | 53.7 | 132 | 3717 | 6.00 |
| | | 40.5641 | 139.1542 | | 18 | 349 | 30 | 80 | 77.9 | | | |
| F49 | 7.4 | 36.5243 | 134.8006 | 2.4 | 81 | 60 | 264 | 21.1 | 14.5 | 87 | 1268 | 3.56 |
| | | 36.5547 | 135.0374 | | 47 | 60 | 145 | 36.3 | 14.5 | | | |
| | | 36.7748 | 135.3371 | | 54 | 60 | 215 | 29.9 | 14.5 | | | |
| F52 | 7.3 | 35.7951 | 136.0921 | 1.1 | 319 | 60 | 35 | 22.5 | 16.1 | 70 | 1133 | 3.34 |
| | | 35.9418 | 135.9285 | | 27 | 60 | 125 | 25.4 | 16.1 | | | |
| | | 36.1493 | 136.0572 | | 344 | 60 | 40 | 22.5 | 16.1 | | | |
| F54 | 7.2 | 35.5833 | 135.0833 | 1.1 | 332 | 90 | 35 | 57.6 | 13.9 | 58 | 799 | 2.80 |
| F55 | 7.5 | 35.7569 | 134.4138 | 1.1 | 261 | 60 | 215 | 69 | 16 | 95 | 1518 | 3.96 |
| | | 35.6530 | 133.6580 | | 249 | 60 | 215 | 25.8 | 16 | | | |

<参考>

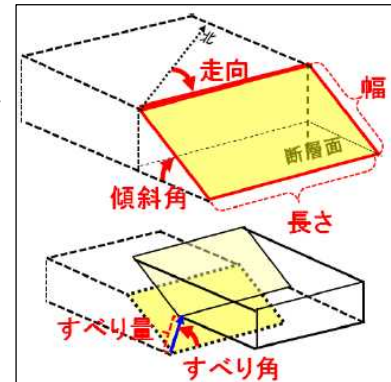
- 「日本海における大規模地震に関する調査検討会（H26. 8、国土交通省・内閣府・文部科学省）」
（以下、「日本海検討会」という。）の60断層



<国の日本海検討会による津波断層モデル及びすべり量設定の考え方>

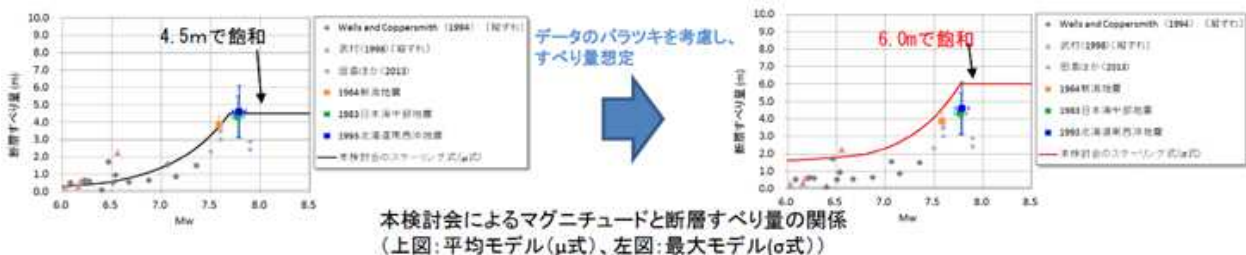
① 津波断層モデルについて

- ・ 海域で発生する活断層タイプの地震は、内陸の場合と同様に規模が大きな地震が繰り返し発生することにより海底付近に断層が形成されるという考えに従い、既存の高密度な構造探査データを用いて海底付近の断層を抽出して海底断層をトレースし、そのトレースから想定される津波断層モデルを設定。
- ・ 既存の高密度な構造探査データから海底断層の長さを推定し、地殻構造の脆性領域の深度等から海底断層の幅を推定することで、海底断層の面積も推定。
- ・ 能登半島より西側の海底断層は一般的に津波を起こしにくい横ずれ断層だが、防災上の観点からすべり角を 35° に仮定し、上下方向の断層変位を与えた。



② すべり量について

- ・ 平均すべり量については、断層面積が推定できたことから、全ての津波断層モデルにおいて断層面積に基づく経験的關係式（スケール式＝「入倉・三宅式」）を用いて設定。
- ・ 最近の既往研究における地震規模の大きい内陸長大断層に対応する断層面積と地震規模、平均すべり量のスケール式では、 $M_w 7.4$ 程度以上では、平均すべり量が $3m$ 程度で飽和することを示している。このため、内陸地震の關係式と同様に地震規模が大きくなると断層すべり量が飽和するとして日本海東縁部で発生した地震（1964 年新潟地震、1983 年日本海中部地震及び、1993 年北海道南西沖地震）の解析結果により、 $M_w 7.7$ 以上では平均すべり量 $4.5m$ で飽和するスケール式（ μ 式）を設定。
- ・ 防災上の観点から、より大きなすべり量の断層モデルを想定対象とすることが重要であることから、最大規模のマグニチュードに対応する標準偏差（ $1.5m$ ）を平均すべり量に一律加算するスケール式（ σ 式）を設定。
- ・ スケール式（ σ 式）により算出した平均すべり量は、既往地震のすべり量よりも大きくなっていることを確認。
- ・ 平均すべり量に加え、実際の地震のすべりの不均質性を考慮し、平均すべり量の 2 倍のすべり量を持つ大すべり域を設定。



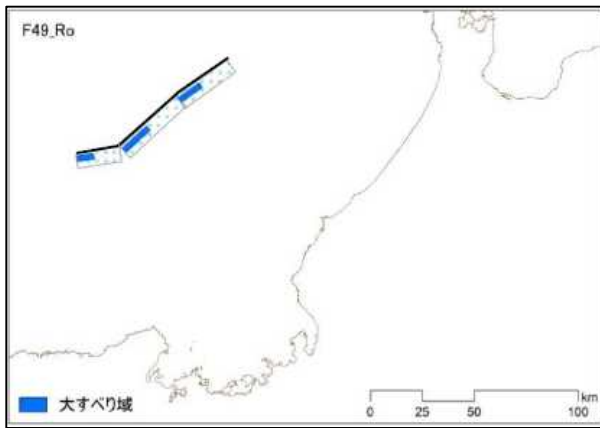
○ 鳥取県及び京都府設定の独自断層

「日本海検討会」の断層モデル以外に、兵庫県の隣接府県において設定・検討されている津波断層モデルがあることから本県の想定津波として検討を行った。

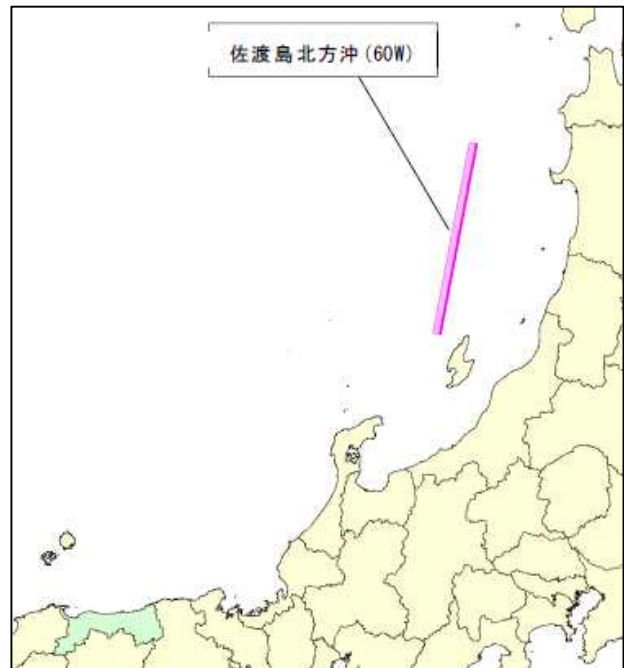
京都府モデルに関して、京都府はF49断層について「日本海検討会」モデルのすべり角を変更して設定しているが、そのすべり角は日本海検討会のF49断層モデルに比べて小さく本県にとって影響は小さい。

鳥取県モデルに関して、鳥取県は平成29年現在、佐渡北方沖断層モデルの設定を進めているが（平成23年度の暫定的な津波浸水予測を公表時にも使用）、最新の科学的知見に基づく「日本海検討会」モデル等との関連がなく、探査データにより存在が確認されたものでない。鳥取県が独自の事情により設定するものであることから、本県の想定対象断層に馴染まない。

以上により隣接府県の独自断層は本県としてシミュレーションの対象とならない。



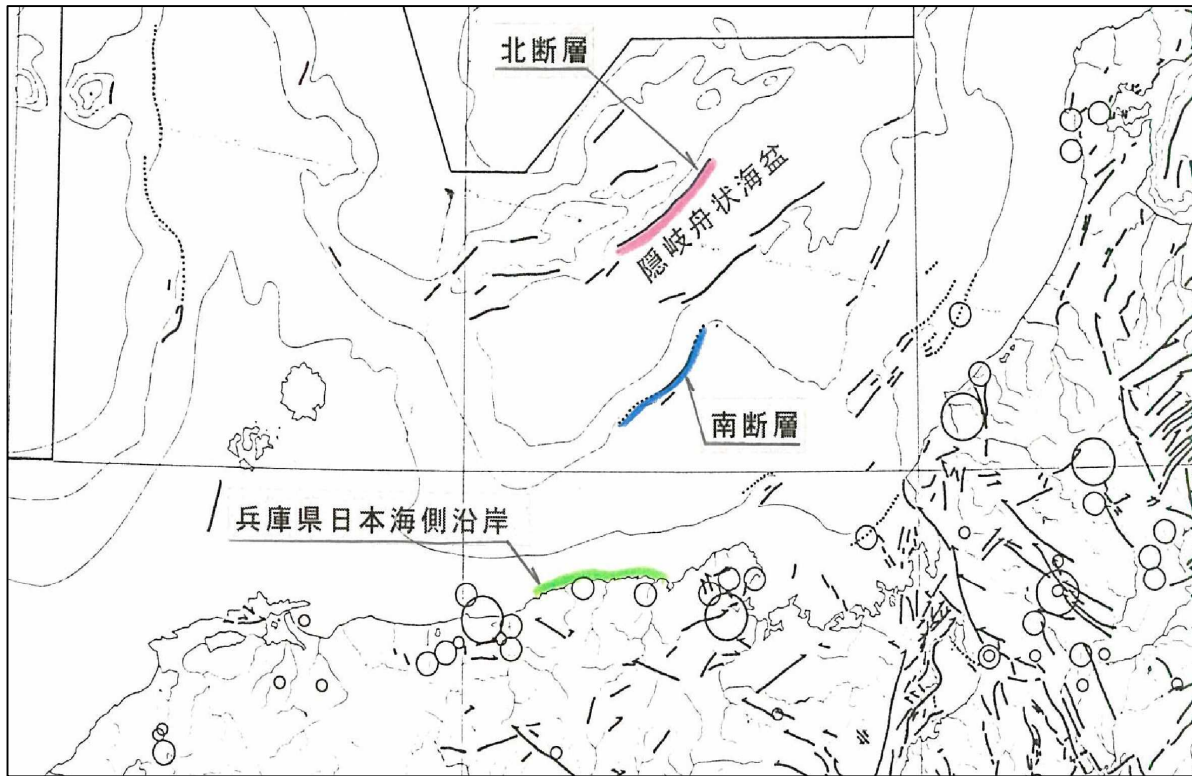
京都府設定の断層



鳥取県設定の断層

| 断層名 | モーメント マグニチュード (Mw) | 断層長 L (km) | 断層幅 W (km) | 傾斜角 δ (度) | すべり角 λ (度) | すべり量 U (m) |
|---------|--------------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------------------|------------------|
| 佐渡北方沖断層 | 8.16 | 222.2 | 17.3 | 60 | 90 | 16.00 |

- 平成 12 年度の本県シミュレーションに使用した独自断層
 隠岐舟状海盆に想定北断層及び想定南断層を設定。



| 地震名 | モーメント マグニチュード (M_w) | 断層長 L (km) | 断層幅 W (km) | 傾斜角 δ (度) | すべり角 λ (度) | すべり量 U (m) |
|-------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------------------|------------------|
| 想定北断層 | 7.4 | 50 | 20 | 60 | 90 | 4.00 |
| 想定南断層 | 7.4 | 50 | 20 | 60 | 90 | 4.00 |

2 主な計算条件

(1) 計算時間

津波が大方収束するまでとし、12時間を基本とする。

(2) 初期水位

①海域

潮位については、兵庫県日本海側における、近年の潮位を踏まえ、朔望平均満潮位の統計値（過去5年間）を用い、T.P.+0.6mとする。なお、隣接府県の潮位は、鳥取県がT.P.+0.6mであり、京都府はT.P.+0.51mである。

津居山検潮所における年平均朔望平均満潮位

| | (cm) | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 平成24年 | 平成25年 | 平成26年 | 平成27年 | 平成28年 | 5年平均 |
| 基準観測面からの高さ | 77.6 | 74.4 | 70.2 | 72.8 | 73.4 | 73.7 |
| T.P.からの高さ | 61.5 | 58.3 | 54.1 | 56.7 | 57.3 | 57.6 |

②河川

平水流量または、沿岸の朔望平均満潮位と同じ水位とする。

- ・朔望平均満潮位：朔望（新月、満月）の日から前2日、後4日以内に現れる各月の最高満潮位の平均値。
- ・平水流量：河川の日流量について、1年を通じて小さい方から大きい方へ整理したとき、1年を通じて185日はこれを下回らない流量を示す。

(3) 地震による地殻変動の取り扱い

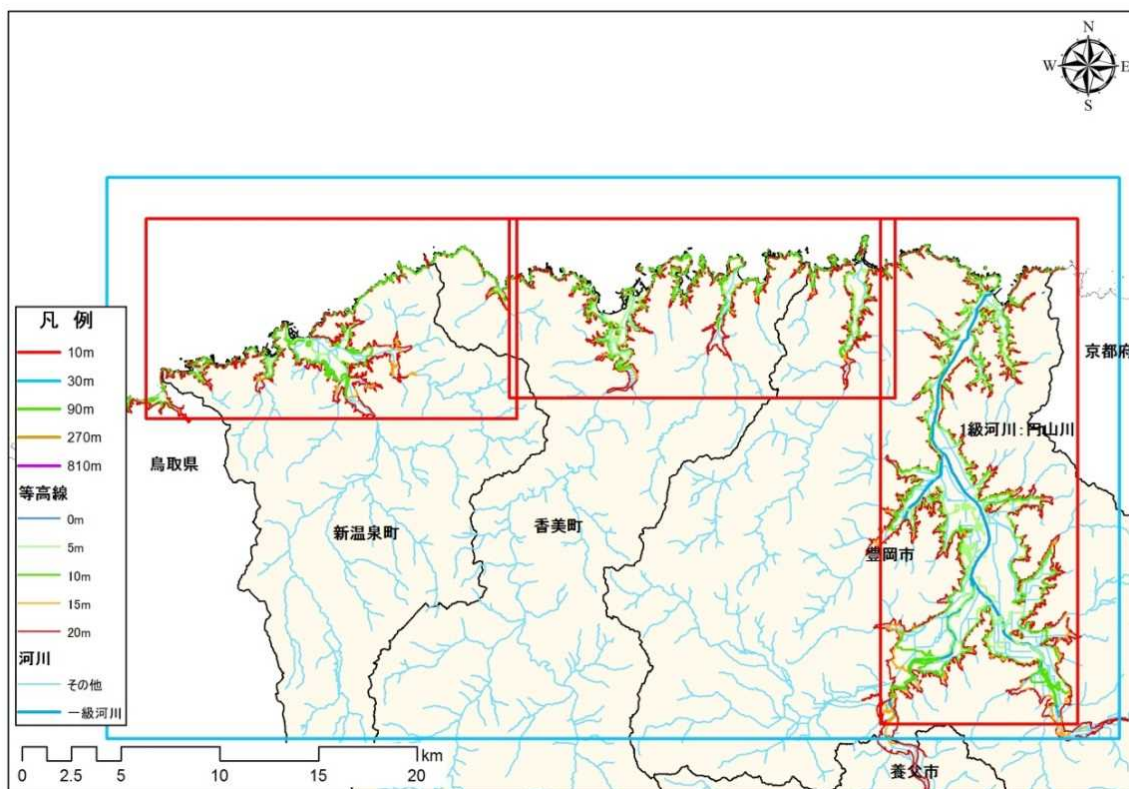
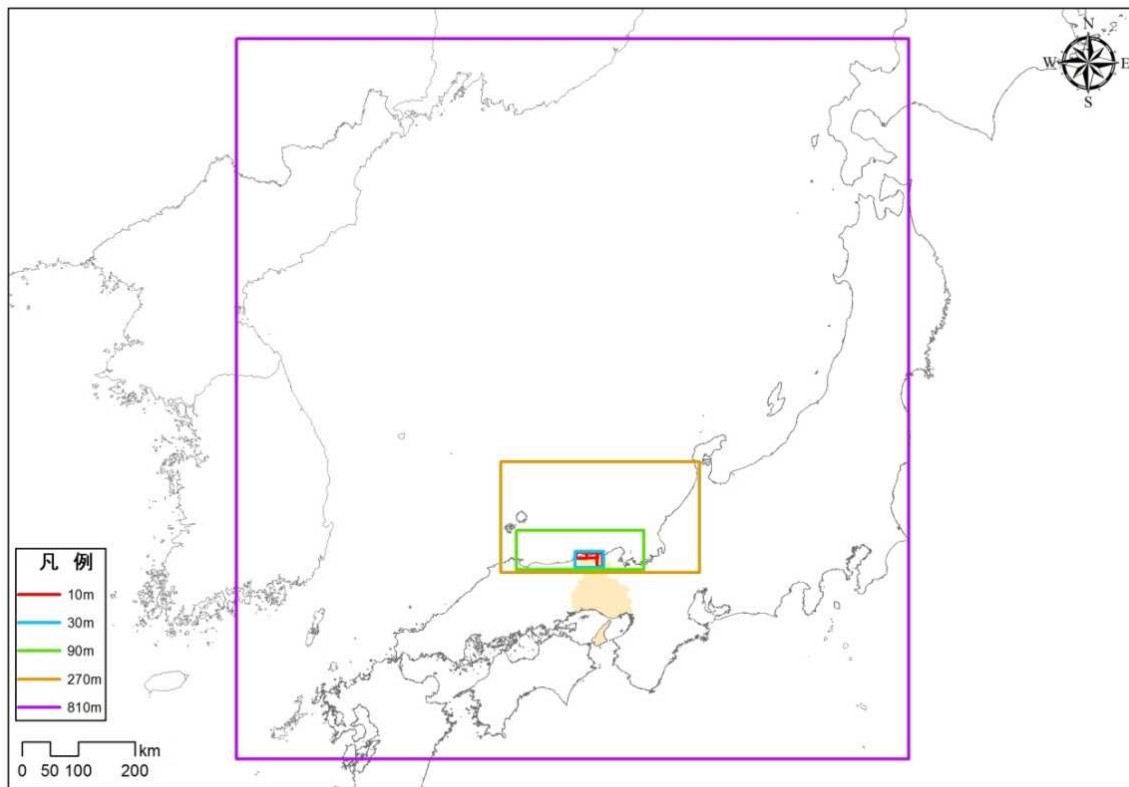
地殻変動は、①海域は隆起・沈降を考慮し、②陸域は隆起を考慮せず沈降のみ考慮。

(4) 対象とする各種構造物の取り扱い

- ① 河川・海岸等の構造物は、地震動による沈下量を設定し、震度4以上の場合に、コンクリート構造物は地震と同時に破壊し、盛土構造物については地震と同時に75%沈下することとする。
- ② 水門・陸閘等については、耐震性を有し自動化された施設、常時閉鎖の施設以外は開放状態として取り扱うことを基本とする。
- ③ 各種構造物については、地震が発生した時点で沈下し、津波が越流し始めた時点で「破壊する」ものとして取り扱うことを基本とする。

(5) 計算領域及び計算格子間隔

津波シミュレーションでは、メッシュサイズの異なる領域を組み合わせて計算をし、津波の挙動を適切に表現できるように、日本海全域を計算領域として設定する。領域の接続にあたっては間隔を 1/3 あるいは 1/2 等の割合で小さくしていくことが多く、810m、270m、90m、30m、10m の 5 種類のメッシュを組み合わせる。計算領域は最大クラスの対象断層領域を含んでおり、また日本海沿岸部及び大陸沿岸部を含んでおり、反射波等が表現できるように設定。



(6) 地形データ

東京湾平均海面を基準面とし、航空写真等により実際の地形と目視確認。

①陸域地形

陸域地形は、津波の遡上が想定される標高 10m 以下の地域については兵庫県実施の航空レーザ測量成果を用い、それ以外の地域は基盤地図情報数値標高モデル (5m メッシュ及び 10m メッシュ) を使用。

河川地形については、遡上シミュレーションの対象河川として一級河川及び二級河川 (円山川水系、竹野川水系、須井川水系、安木川水系、佐津川水系、上計川水系、香住谷川水系、矢田川水系、長谷川水系、西川水系、岸田川水系、大栃川水系、結川水系) を想定し、河床断面は現況断面とし、各河川における縦横断測量成果をもとにモデル化。

②海底地形

海域部は、海底地形デジタルデータ (M7000 シリーズ) 及び海図を基に作成。港湾・漁港部は、収集した深淺測量成果、漁港平面図等を基に作成。

(7) 粗度係数

下表に掲げる土地利用状況に応じた粗度係数値を用いる。

| 土地利用 | 粗度係数 $m^{-\frac{1}{3}} \cdot s$ |
|-------------|---------------------------------|
| 住宅地 (高密度) | 0.08 |
| 住宅地 (中密度) | 0.06 |
| 住宅地 (低密度) | 0.04 |
| 工場地等 | 0.04 |
| 農地 | 0.02 |
| 林地 | 0.03 |
| 水域 | 0.025 |
| その他 (空地、緑地) | 0.025 |

出典：小谷美佐、今村文彦、首藤伸夫「GIS を利用した津波遡上計算と被害推定法」

(海岸工学論文集第 45 巻、平成 10 年 11 月)

(8) 地表震度

各種構造物の沈下設定に使うために、地震調査研究推進本部 地震調査委員会が公表している「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」) 平成 28 年(2016 年)6 月(12 月修正版)」を参照して地表震度の算定を行う。詳細及び結果は資料 1 - 2 による。

3 シミュレーション暫定値

(1) 市町別の最高津波水位、最短到達時間、浸水深別の浸水面積

| 市町名 | 最高津波水位 (T.P.+m) | 津波の最短 到達時間 (1m水位 上昇) (分) | 浸水面積 (ha) | | | | | | <参考> H12想定 の 最高津波 水位 (T.P.+m) ※初期潮位 を今回と同条 件に設定 |
|------|--------------------|--|--------------|-----|------|----|------|---|---|
| | | | 全体 | | | | | | |
| | | | 0.3m以上 | | | | | | |
| | | | 1m以上 | | 2m以上 | | 3m以上 | | |
| | | 4m以上 | | | | | | | |
| 豊岡市 | 4.5 (F54C) | 10 (F54R) | 111 | 70 | 31 | 13 | 3 | 0 | 3.6 (想定南・ 25mメッシュ) |
| 香美町 | 5.3 (F54L) | 13 (F54C) | 94 | 72 | 34 | 10 | 2 | 0 | 3.2 (想定南・ 200mメッシュ) |
| 新温泉町 | 4.5 (F54L) | 11 (F55R) | 40 | 33 | 21 | 7 | 1 | 0 | 1.9 (想定南・ 200mメッシュ) |
| 兵庫県計 | - | - | 245 | 175 | 86 | 30 | 6 | 0 | - |

注1) 津波水位は、小数点以下第2位を切り上げ。

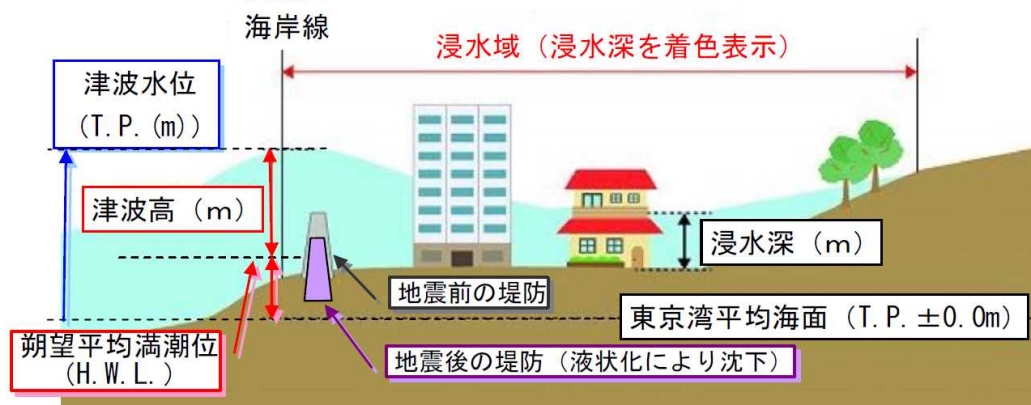
注2) 津波水位は、T.P.（東京湾平均海面）で表示。

注3) 到達時間は、津波が初期水位よりそれぞれの値分上昇する時間。

注4) 津波水位及び最短到達時間のポイントは平地を対象としており、空中写真より判読した海岸が崖地となっている範囲を除く。

注5) 浸水面積は、河川等の部分を除いた陸域部の浸水深1cm以上の面積。少数点第1位を四捨五入。

注6) 最高津波水位、最短到達時間の下に記載の断層番号は、それぞれの値をもたらす断層を示している。



4 今後の避難対策の方針

(1) 市町津波ハザードマップの作成支援

本結果を市町の使いやすいデータ形式で提供するとともに、優良事例の提供や技術的助言などを行いハザードマップ策定を支援。

(2) 「市町津波避難計画策定の手引き」の改訂による津波避難計画見直し支援

H27年度に策定した「市町津波避難計画策定の手引き」について、本シミュレーション結果の浸水範囲や津波到達時間を踏まえた最新の内容に改訂し、市町の津波避難計画の見直しを支援。

また、津波到達時間が短いことを鑑み、浸水開始時間図（全メッシュにおける全ての対象津波断層モデルで得られた最も早い浸水開始時間の包絡値を図化）の作成に加え、浸水域の広がりや変化が分かる時系列変化図を作成。

(3) 訓練の実施

H30年度に但馬地域で、日本海津波が発生したことを想定し、県・市町が主催し、関係機関・団体・自主防災組織等が参加する合同防災訓練を実施。

[日本海側津波の特徴を踏まえた留意点]

① 近い断層が起こす津波

F54断層やF55断層のように兵庫県に近い海底活断層で地震・津波が発生した場合、1mの水位上昇までの時間が10分程度と非常に短い。強い地震の揺れを感じた場合には、直ちに避難行動をとることが重要。

② 遠い断層が起こす津波

F24断層のように日本海東縁部（北陸から北海道にかけての日本海側）で地震・津波が発生した場合、兵庫県内では揺れをほぼ感じないが、1時間以上後に津波が到達する。

常日頃から住民に対し、北陸や北海道沖で発生した津波が襲来することがあること（あったこと）を周知し、揺れがなくても津波注警報に接した場合は直ちに海から離れることが重要。