

この資料は平成 27 年のものであり、検討の進捗に伴い平成 30 年に公表予定の津波浸水想定と異なる可能性があります

兵庫県防災会議 総合部会

「兵庫県日本海沿岸地域津波浸水想定の見直し」

平成 27 年（2015 年）11 月

目 次

1	これまでの県及び国の動き	1
1.1	これまでの県の動き	1
1.2	これまでの国の動き	2
1.2.1	津波防災地域づくりに関する法律	2
1.2.2	日本海における大規模地震に関する調査検討会	3
1.2.3	日本海地震・津波調査プロジェクト	4
2	本年度の実施状況	5
2.1	津波解析モデルの作成	5
2.1.1	津波解析モデルの各種条件	5
ア)	基本方程式	5
イ)	境界条件	6
ウ)	地形データ等	7
エ)	計算条件	10
オ)	入力データ	10
カ)	出力データ	10
2.1.2	津波解析モデルの妥当性の検証	11
ア)	対象地震	11
イ)	計算条件	11
ウ)	検証データ	11
エ)	検証方法	12
2.2	津波浸水想定の対象波源の設定	13
2.2.1	国検討会の60断層からの絞り込み	13
ア)	「平地区域」と「平地以外の区域」の取り扱い	14
イ)	公表された津波高の整理	16
2.2.2	平成12年度県津波浸水想定に用いた地震の概要	28
2.2.3	対象とする断層モデルを選定する上での留意点	30
3	構造物データの作成方針	31
	【参考】津波浸水想定の大略	32

1 これまでの県及び国の動き

1.1 これまでの県の動き

今回、新たに兵庫県の日本海側において、津波浸水想定を実施するにあたり、これまでの県の動きを以下にまとめる。

① 県津波浸水想定（平成 12 年度）

県では、平成 12 年度に、兵庫県の日本海側に影響を及ぼす可能性がある断層について津波浸水想定を実施し、避難対策などの基礎資料としてきた。

この津波浸水想定では、一部円山川付近について浸水域までをシミュレーションしたが、多くの範囲では海岸付近における津波高までのシミュレーションにとどまっている。

② 県日本海沿岸地域津波検討部会（平成 26 年 5 月）の報告書

平成 23 年の東日本大震災以降、全国的に津波浸水想定の見直しが行われており、鳥取県、福井県の津波浸水想定は、鳥取県東部及び福井県西部において、平成 12 年度の県津波浸水想定よりも大きな津波が予測される結果が示された。

そのため、兵庫県防災会議 地震災害対策計画専門委員会に設けた日本海沿岸地域津波検討部会で、兵庫県の日本海沿岸における津波被害の可能性について検証を行い、平成 26 年 5 月に報告書をまとめた。

報告書では、日本海側に全国で統一して用いられている断層モデルがないため、各県によって断層モデルの設定が大きく異なっていることを指摘したうえで、国（国土交通省・内閣府・文部科学省）の「日本海における大規模地震に関する調査検討会（以下、「国検討会」という）」（1.2.2 参照）や文部科学省の「日本海地震・津波調査プロジェクト」（1.2.3 参照）による調査研究の結果、全国統一的な断層設定がなされれば、津波浸水想定を再検討する必要があると結論づけた。

③ 県防災会議 地震災害対策計画専門委員会（平成 27 年 3 月）の審議を受けた取組

平成 27 年 3 月に開催した標記委員会では、国検討会が平成 26 年 8 月に日本海沿岸での断層モデルや津波高の推計結果等を公表したことを考慮し、今後の進め方について審議いただいた。これを踏まえ、県では、日本海側で本県に大きな影響を及ぼすと考えられる断層モデルを用いた津波浸水想定の実施及び陸域の浸水想定図の作成に着手した。浸水想定図は浸水域及び浸水深を示し、県や市町の津波対策の基礎資料とすることとしている。

また、実施にあたっては、文部科学省の日本海沖での調査研究の進行等の動きを注視しながら行うこととしている。

1.2 これまでの国の動き

1.2.1 津波防災地域づくりに関する法律

平成23年12月、国は、将来起こりうる津波災害の防止・軽減のため、「津波防災地域づくりに関する法律（以下、「法」という）」を制定した。この法では、都道府県は津波浸水想定に必要な基礎調査を実施し、津波浸水想定を設定、公表することとされている¹⁾。

また、津波防災地域づくりを総合的に推進するための基本的な指針として、津波浸水想定の設定にあたり、以下の事項を定めている²⁾。

- ・都道府県知事が、最大クラスの津波を想定し、悪条件下を前提に浸水区域及び水深を設定
- ・津波浸水シミュレーションに必要な断層モデルは、中央防災会議等の検討結果を参考に国が提示
- ・中央防災会議等で断層モデルが検討されていない海域でも、今後、過去の津波の痕跡調査等を実施し、逆算して断層モデルを設定

¹⁾ 津波防災地域づくりに関する法律：

「第六条 都道府県は、基本指針に基づき、第八条第一項に規定する津波浸水想定の設定又は変更のために必要な基礎調査として、津波による災害の発生のおそれがある沿岸の陸域及び海域に関する地形、地質、土地利用の状況その他の事項に関する調査を行うものとする。」

「第八条 都道府県知事は、基本指針に基づき、かつ、基礎調査の結果を踏まえ、津波浸水想定（津波があった場合に想定される浸水の区域及び水深をいう。）を設定するものとする。」

²⁾ 国土交通省「津波防災地域づくり法の解説等 法律及び基本指針の説明資料」より抜粋。

1.2.2 日本海における大規模地震に関する調査検討会

平成 26 年 8 月 26 日、国検討会は、これまでに日本海で発生した地震に関する科学的な研究成果や既往の知見を幅広く整理、分析し、日本海側における最大クラスの津波の発生要因となる大規模地震として 60 断層（図 1.1）を公表した。

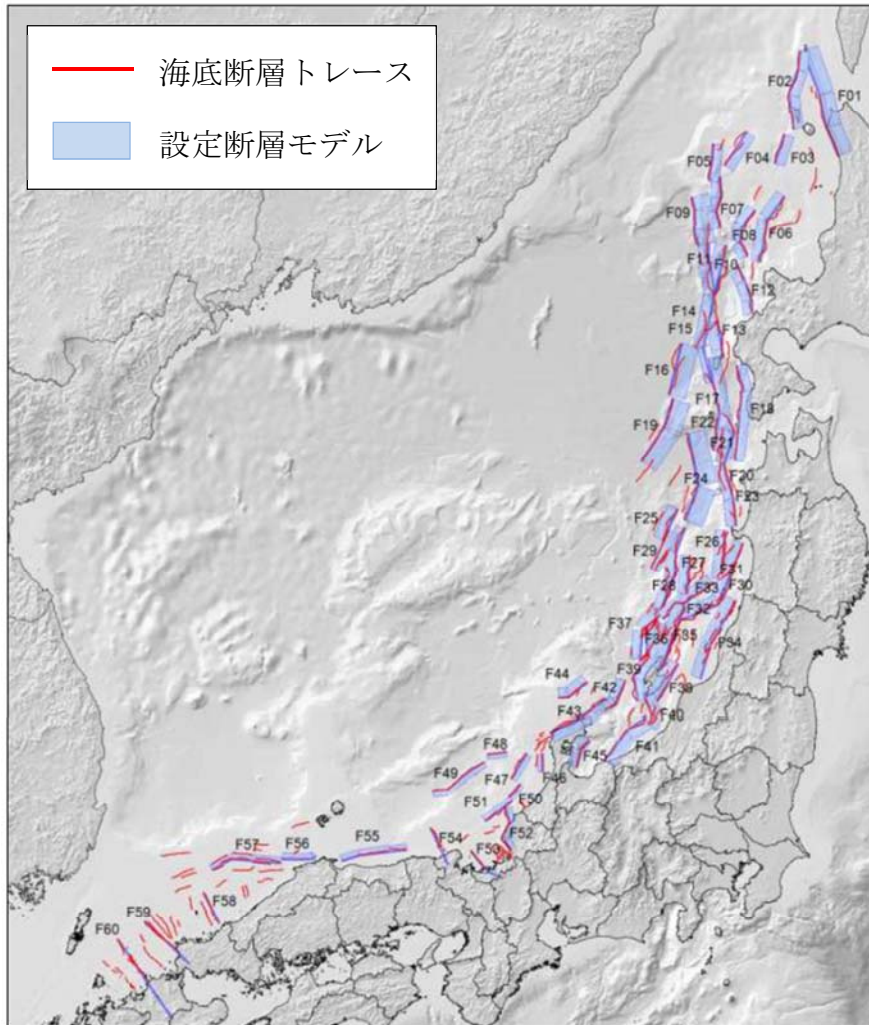


図 1.1 60 断層の位置³⁾

³⁾ 国検討会(2014)「日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書（図表集）」図 50-1。

1.2.3 日本海地震・津波調査プロジェクト

日本海側の地震・津波災害に対する情報不足に対応するため、平成25年9月から8カ年計画で、日本海の沖合から沿岸域及び陸域にかけての領域で観測調査を実施している（図1.2参照）。この調査結果を基に、日本海の津波波源モデルや沿岸・陸域における震源断層モデルを作成し、また、これらのモデルを用いて津波・強震動シミュレーションを行い、地震調査研究推進本部の実施する長期評価・強震動評価・津波評価に資する基礎データを提供することとしている。

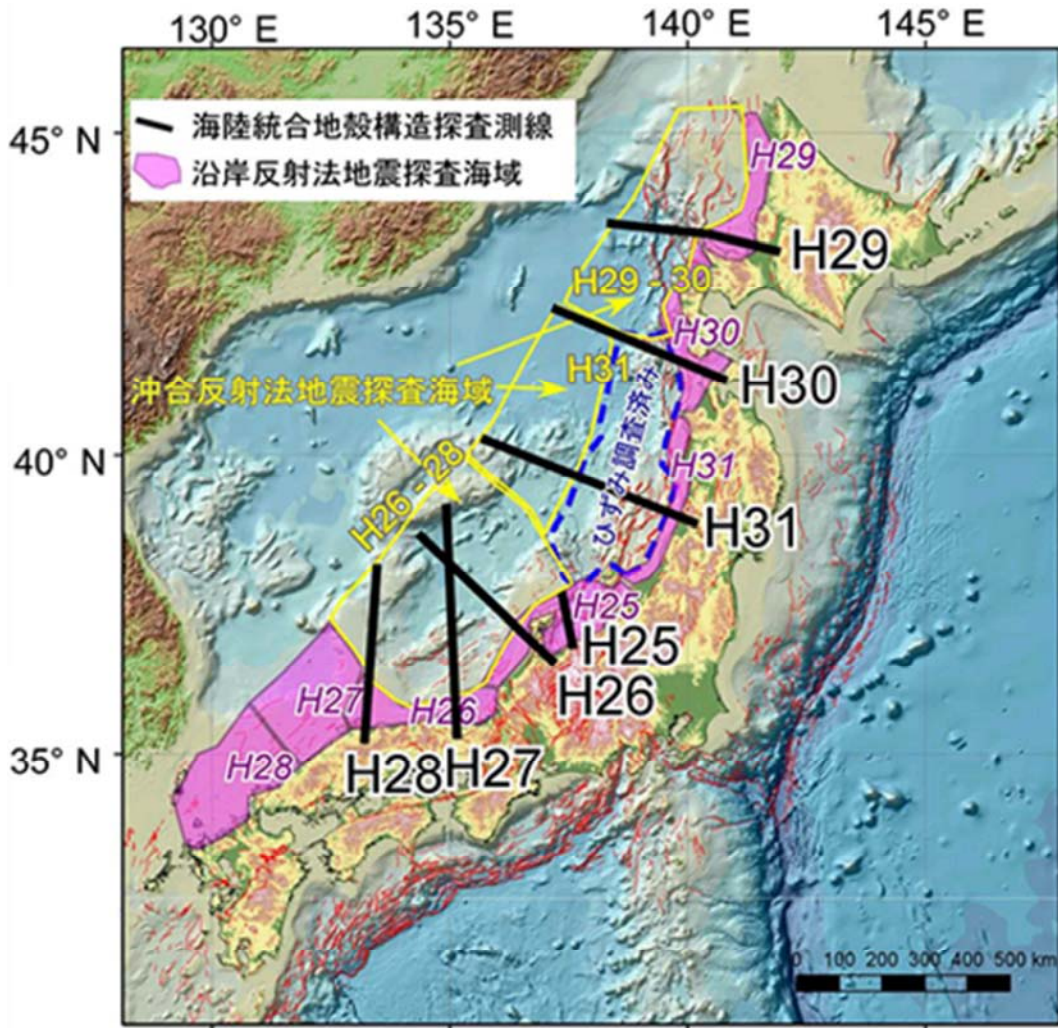


図 1.2 観測予定地域⁴⁾

⁴⁾ 第3回 日本海における大規模地震に関する調査検討会「資料-3 日本海地震・津波調査プロジェクトについて」より抜粋。（http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/daikibojishinchousa/dai03kai/index.html）
海陸統合地殻構造調査：地下内部の狭い領域（直線）の浅深部を精密に把握。
反射法地震探査：地下内部の浅い領域を把握。

2 本年度の実施状況

2.1 津波解析モデルの作成

津波浸水想定を行うにあたり、計算の基となる津波解析モデルを作成する。作成にあたっては、国土交通省水管理・国土保全局海岸室、国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室（2012）の「津波浸水想定の設定の手引き Ver.2.00」の要件を満たすモデルとする。

2.1.1 津波解析モデルの各種条件

ア) 基本方程式

水の運動を数値的に明らかにする基本方程式は、下記に示す非線形長波理論による式とする。

(連続式：各メッシュに対して、出入りする水の質量を計算する。)

$$\underbrace{\frac{\partial \eta}{\partial t}}_{\text{水位の変化量}} + \underbrace{\frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y}}_{\text{x, y 方向からの水の出入り}} = 0$$

(運動方程式：各メッシュに出入りする水について、加速度と働く力を計算する。)

$$\underbrace{\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right)}_{\text{水の加速度}} + \underbrace{gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{\frac{7}{3}}} M \sqrt{M^2 + N^2}}_{\text{水に働く力}} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{\frac{7}{3}}} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0$$

$$\underbrace{\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right)}_{\text{移流項}} + \underbrace{gD \frac{\partial \eta}{\partial y}}_{\text{水位勾配による力}} + \underbrace{\frac{gn^2}{D^{\frac{7}{3}}} N \sqrt{M^2 + N^2}}_{\text{摩擦力}} = 0$$

ここで、

M, N : 海面から海底まで積分した質量輸送の成分

$$M = u(h + \eta) = uD$$

$$N = v(h + \eta) = vD$$

u, v : x, y 方向の流速成分

η : 静水面からの水位変化量

D : 水底から水面までの全水深

h : 水底から静水面までの水深

g : 重力加速度

n : マニングの粗度係数⁵⁾

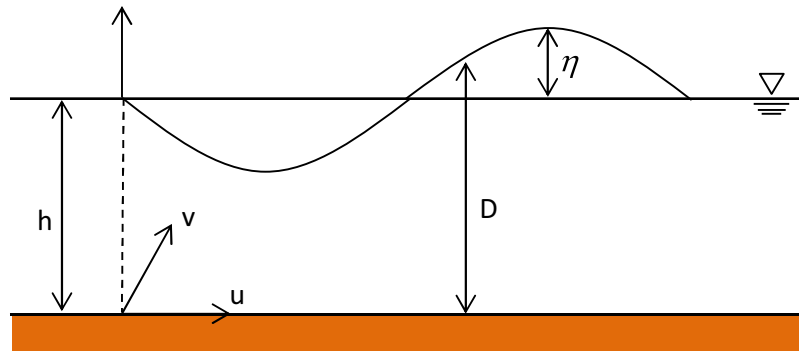


図 2.1.1 方程式の座標系

イ) 境界条件

① 陸側境界

津波浸水シミュレーションにおいては、陸上への遡上や引き波による干出を計算する必要がある。このような津波の先端条件の処理については、岩崎・真野 (1979)⁶⁾の方法を用いることとする。なお、津波先端部を確定させるため、先端部の計算打ち切り水深を 1 cm⁷⁾とする。

② 沖側境界

計算領域は有限であるため、沖側に人工的な境界を設定する。沖側境界へは完全無反射で通過するものと仮定する。

⁵⁾ 粗度係数 : 海底や地面による抵抗を表す。陸域では、市街地の建築物等によって受ける抵抗などを土地の利用状況に応じて数段階に分けて値を設定する。

⁶⁾ 岩崎敏夫・真野明(1979)「オイラー座標による二次元津波遡上の数値計算」第 26 回海岸工学講演会講演集、pp70-74。

⁷⁾ 松富英夫(1990)「仮想水深法、打ち切り水深法による陸上氾濫計算の精度に関する一考察」東北地域災害科学研究第 26 巻、pp63-65。

ウ) 地形データ等

① 地形データの作成

計算メッシュは、陸域及び兵庫県沿岸で10mとし、順次、30m、90m、270m、810mとネスティング⁸⁾を行った(図2.1.2参照)。

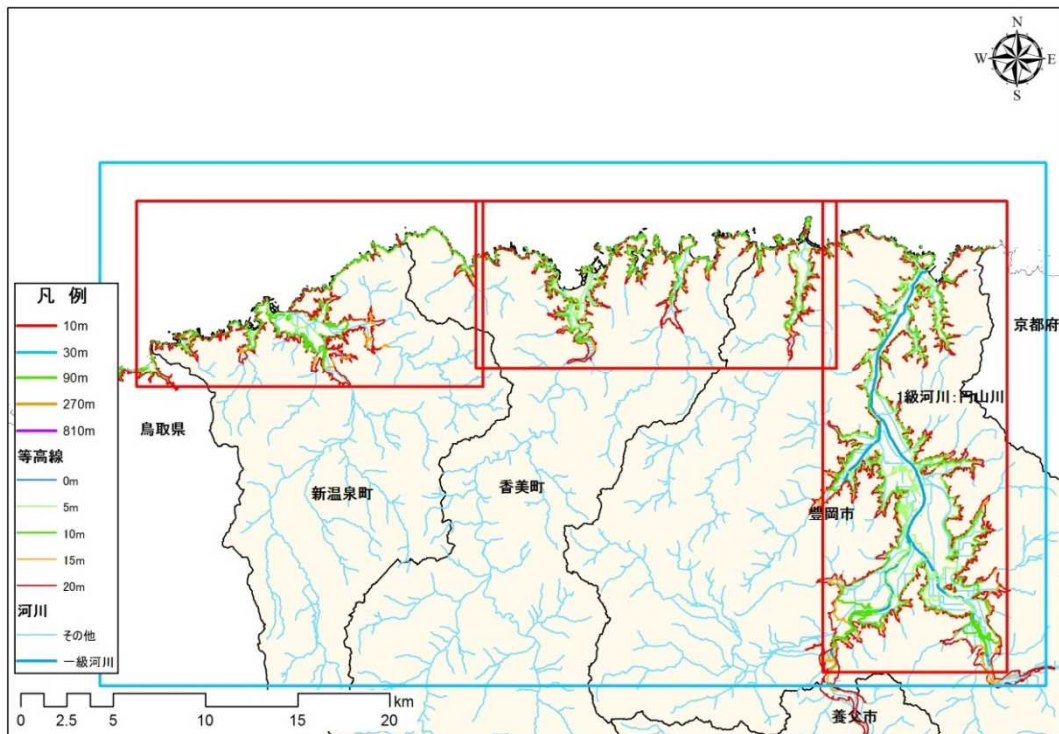
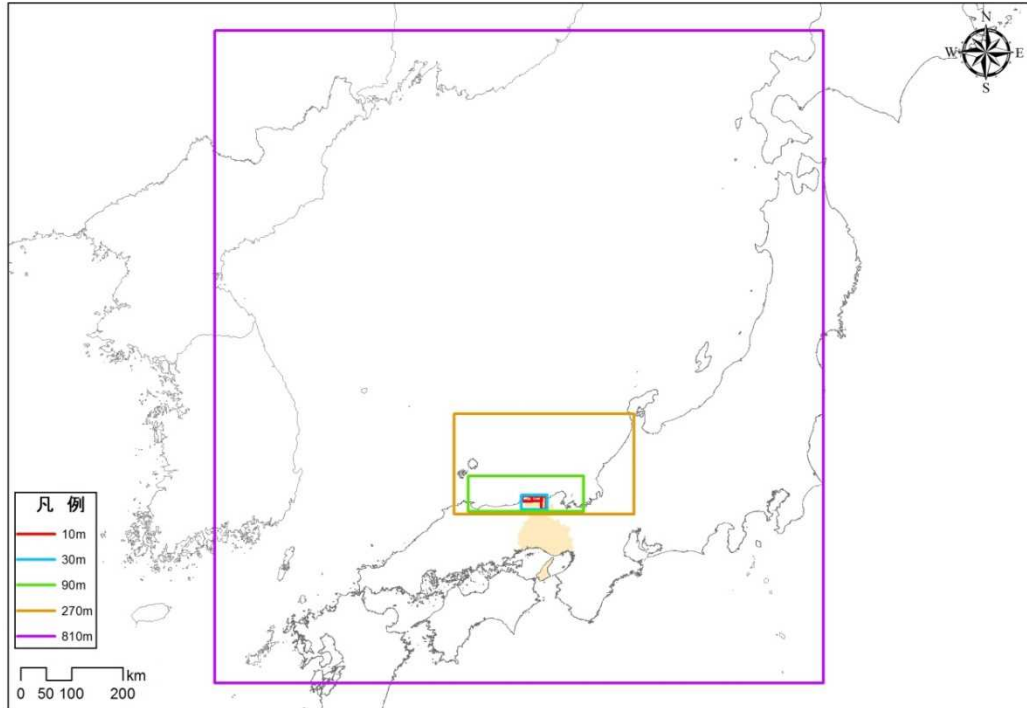


図 2.1.2 メッシュ区切り

⁸⁾ ネスティング：異なる計算格子間隔の領域を接続して同時に計算する方法。

現時点での作成中の地形データを図 2.1.3 及び図 2.1.4 により示す。

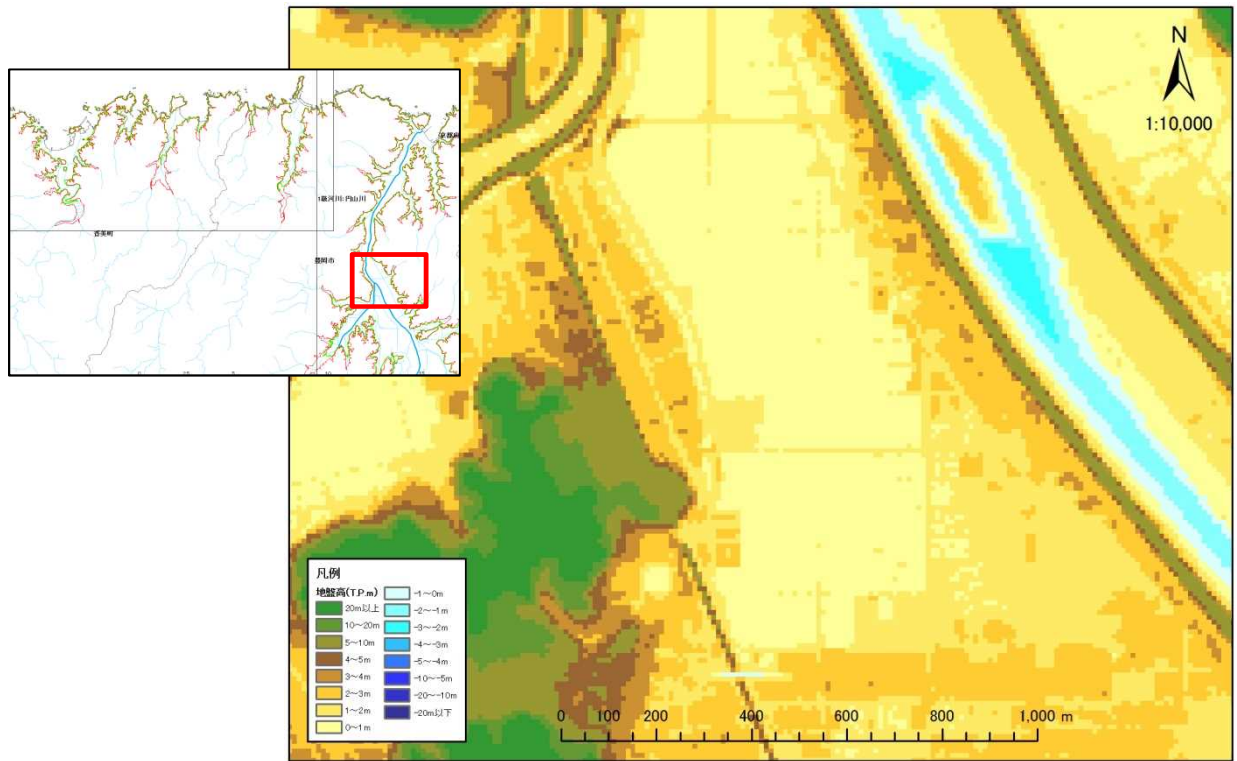


図 2.1.3 「国土地理院 数値地図 5mメッシュ (標高)」の区域

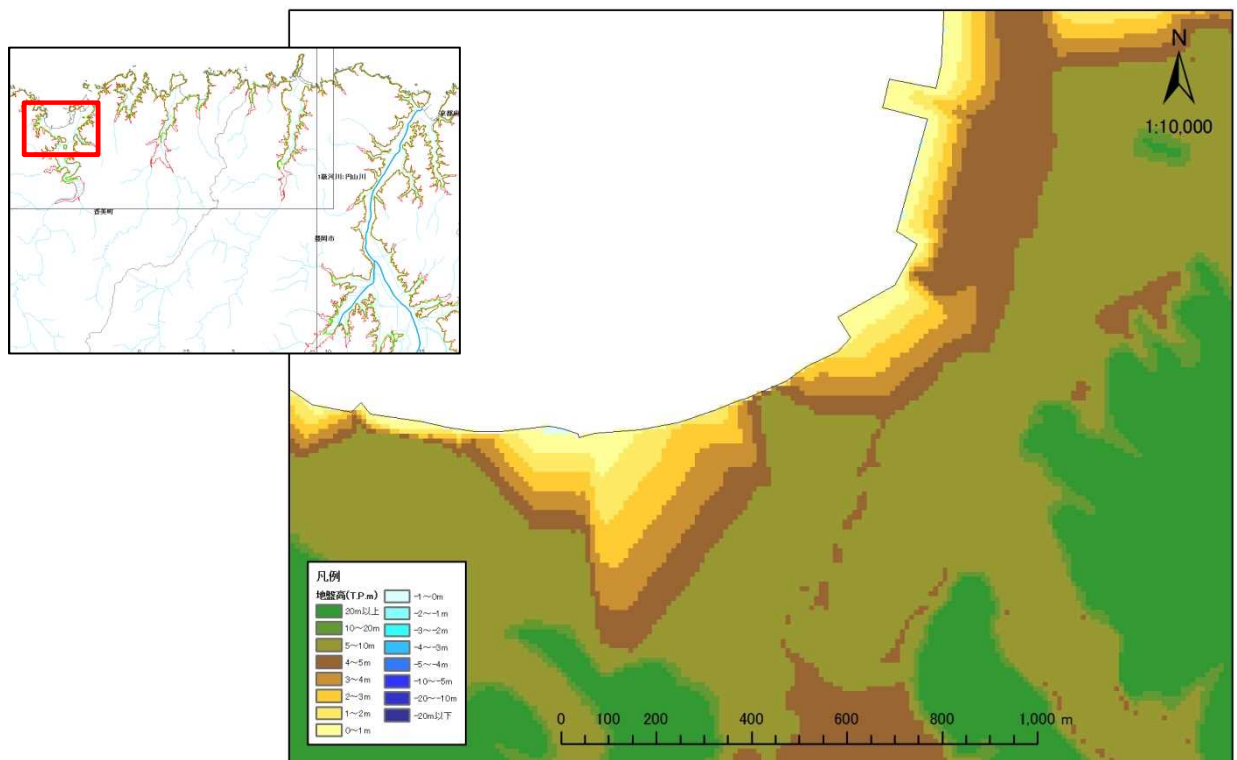


図 2.1.4 「国土地理院 数値地図 10mメッシュ (標高)」の区域

② 粗度係数等その他のデータの作成

粗度係数は、国土数値情報の土地利用細分メッシュデータを基に作成した。

土地利用別の粗度係数については、「津波浸水想定の設定の手引き ver2.00」に基づき、表 2.1.1 の分類のとおりとする。また、粗度係数を入力した暫定版⁹⁾の地形データは図 2.1.5 のとおりである。

表 2.1.1 土地利用別の粗度係数¹⁰⁾

土地利用	粗度係数 $m^{-1/3} \cdot s$
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

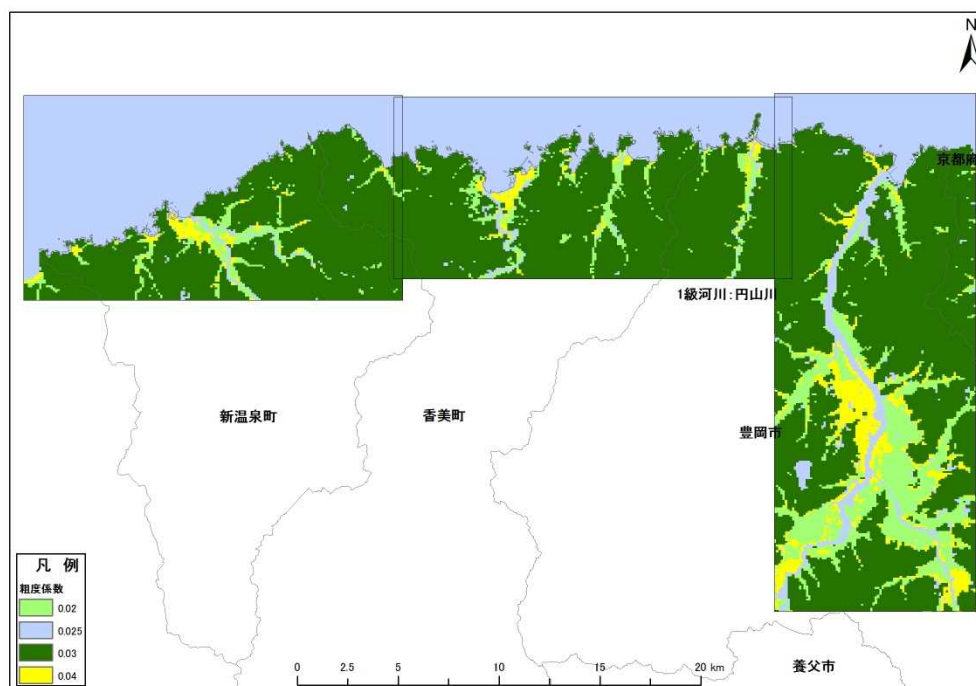


図 2.1.5 粗度係数（暫定版）

⁹⁾ 今後、住宅地の種別を入力していく。

¹⁰⁾ 小谷美佐・今村文彦・須藤伸夫(1998)「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

エ) 計算条件

「津波浸水想定の設定の手引き ver2.00」に基づき、下記の条件で計算できるモデルとする。

- ・潮位（朔望平均満潮位¹¹⁾等）
- ・河川流量（平水流量¹²⁾）
- ・地震による地盤変動
 - 陸域：隆起量を考慮しない、沈降を考慮する
 - 海域：隆起量を考慮する、沈降を考慮する
- ・構造物の破壊、沈降
 - コンクリート構造物：地震と同時に全て沈下（比高 0）
 - 盛土構造物：地震と同時に 75%沈下（比高 25%）、越流と同時に破壊（比高 0）

オ) 入力データ

下記のデータを入力できるものとする。

- ・津波の初期水位
- ・地形データ（構造物あり、構造物なしの各メッシュでの標高値）
- ・構造物データ（メッシュの各辺での線上構造物の標高値）
- ・構造物のフラグ¹³⁾（盛土構造物、コンクリート構造物を示す）
- ・粗度データ（各メッシュでの粗度係数）

カ) 出力データ

以下の項目を出力できるものとする。

- ・浸水域の各メッシュでの最大浸水深、浸水開始時間（1cm、30cm 等）
- ・基準水位、比エネルギー最大のフルード数¹⁴⁾
- ・各メッシュでの最大津波水位及びその時間、最大流速
- ・沿岸での津波到達時間（水位変化が±30cm に達する時間等）
- ・指定した時間間隔の各メッシュでの浸水深（平面分布）
- ・指定した各メッシュでの水位の時間変化

11) 朔望平均満潮位：朔（新月）及び望（満月）の日から前2日後4日の期間における、各月の最高満潮位を1年以上にわたって平均した高さの水位。

12) 平水流量：1年を通じて、185日はこれを下らない流量。

13) 盛土構造物とコンクリート構造物では、地震動による被害を分けて考える必要があるため、あらかじめデータにフラグを入力し、区別している。

14) フルード数：どの程度流速が速いかを表す。

2.1.2 津波解析モデルの妥当性の検証

津波解析モデルの妥当性を検証するために、作成した地形データを用いて、津波の概略計算を行い、津波痕跡地等の津波データと比較する。

ア) 対象地震

- ① 日本海中部地震津波（1983年、 $M_w=7.7$ ）：相田（1984）の Model-10
- ② F 5 4(大すべり左側)、 $M_w=7.2$ ：国検討会が示した断層モデルのうち、兵庫県沿岸に最も影響が大きい断層モデル

イ) 計算条件

- ・最小計算メッシュは 30m メッシュとする。
- ・陸域境界は遡上計算とする。
- ・潮位は、日本海中部地震では津波来襲時の潮位とし、F 5 4 では国の計算に合わせて T.P.0 m¹⁵⁾とする。

ウ) 検証データ

- ① 日本海中部地震（表 2.1.2、図 2.1.6）
津波痕跡データベース（東北大学）の信頼度 A、B の痕跡値（兵庫県沿岸を基本とし不足する場合は京都府沿岸を含める）

表 2.1.2 断層パラメータ

津波断層モデルNo.	経度	緯度	深さ	走向	傾斜	すべり角	断層長さ	断層幅	平均すべり量
	(JGD2000)	(JGD2000)	(km)	(度)	(度)	(度)	(km)	(km)	(m)
日本海中部地震	138.84	40.21	2	22	40	90	40	30	7.60
	139.02	40.54	3	355	25	80	60	30	3.05

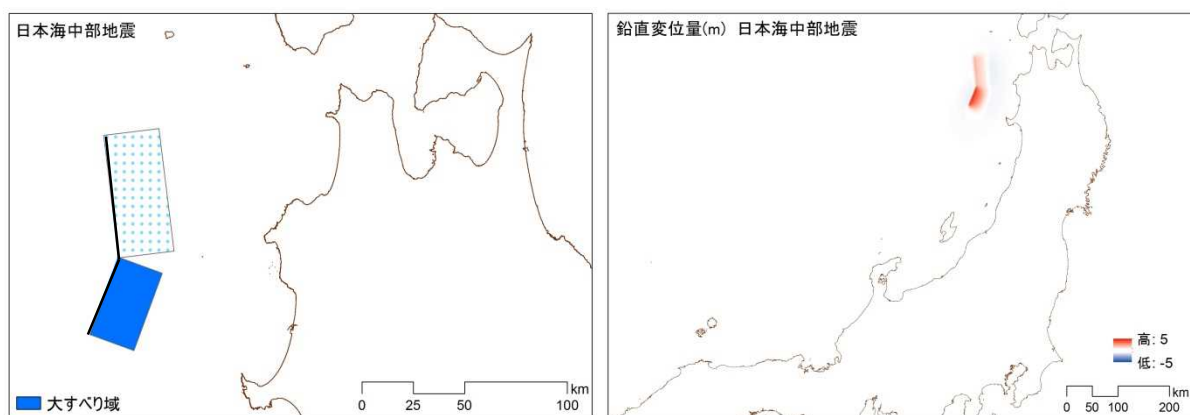


図 2.1.6 断層位置及び初期水位分布図（鉛直変位量）

¹⁵⁾ T.P.0m：東京湾の平均海面を表す。

② F54 (大すべり左側) (表 2.1.3、図 2.1.7)

国検討会が公表した沿岸の各 50mメッシュにおける最大津波高

表 2.1.3 断層パラメータ

津波断層 モデルNo.	M _w	緯度	経度	上端深さ	下端深さ	走向	傾斜	すべり角	断層長さ	断層幅	平均 すべり量
		(JGD2000)	(JGD2000)	(km,TP-)	(km,TP-)	(度)	(度)	(度)	(km)	(km)	(m)
F54	7.19	35.5833	135.0833	1.1	15.0	332	90	35	57.6	13.9	2.80

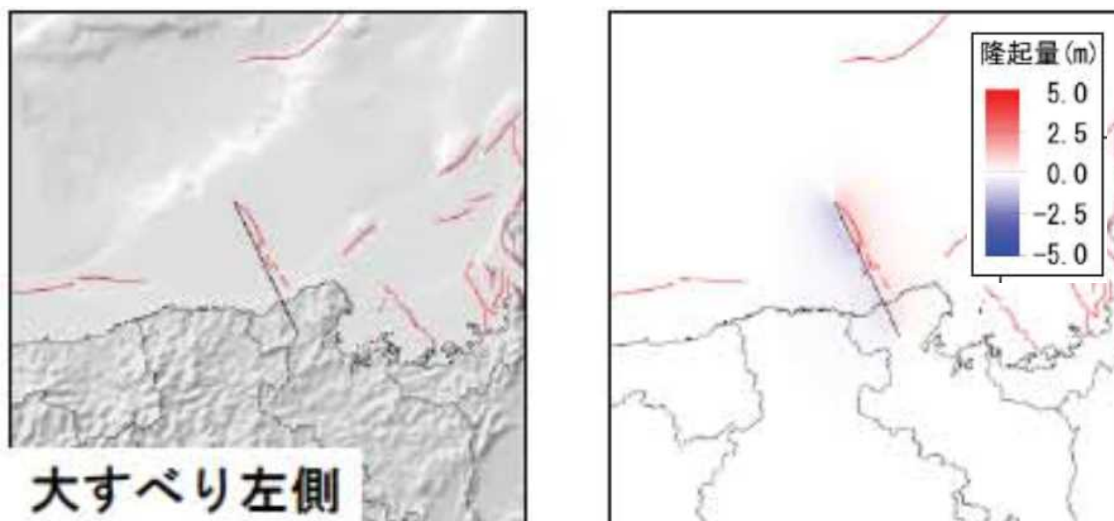


図 2.1.7 断層位置及び初期水位分布図 (鉛直変位量)

エ) 検証方法

比較に際しては、検証データの位置 (緯度経度) に最も近いメッシュにおける再現計算結果の計算値を抽出し、相田 (1977) ¹⁶⁾による幾何平均 K と幾何標準偏差 κ を使用し、妥当性の確認を行う。

目安 : $0.95 < K < 1.05$ 、 $\kappa < 1.45$

K 、 κ の定義式は以下のとおりである。

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log\left(\frac{x_i}{y_i}\right)$$

$$\log \kappa = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log\left(\frac{x_i}{y_i}\right)^2 - (\log K)^2 \right\}^{1/2}$$

ここで、 x_i は津波の測定値、 y_i は対応する計算値、 n は観測点数を示している。

K は実測値が計算値に対して K 倍になっていることを示し、 K が 1 に近いほど計算値は実測値に近いことを示している。 κ は [実測高/計算高] の K からのずれを示し、計算値のばらつき具合を示している。

¹⁶⁾ 相田勇(1977)「三陸沖の古い津波のシミュレーション」地震研究所彙報、vol.52、pp71-101。

2.2 津波浸水想定の対象波源の設定

津波浸水想定の対象波源は、国検討会、平成12年度の本県想定及び文部科学省の調査結果より、兵庫県の日本海沿岸への影響の大きさを総合的に判断したうえで設定する。

2.2.1 国検討会の60断層からの絞り込み

平成26年8月、国検討会が、日本海側における大規模地震を60断層設定し(図2.2.1)、大すべり域の位置を変えた計253ケースについて津波概略計算の結果を公表した。

本年度は、国検討会の60断層の津波概略計算結果を考慮し、津波浸水想定の対象とする候補として、兵庫県の日本海側に影響を及ぼす断層モデルをあらかじめ絞り込むこととする。

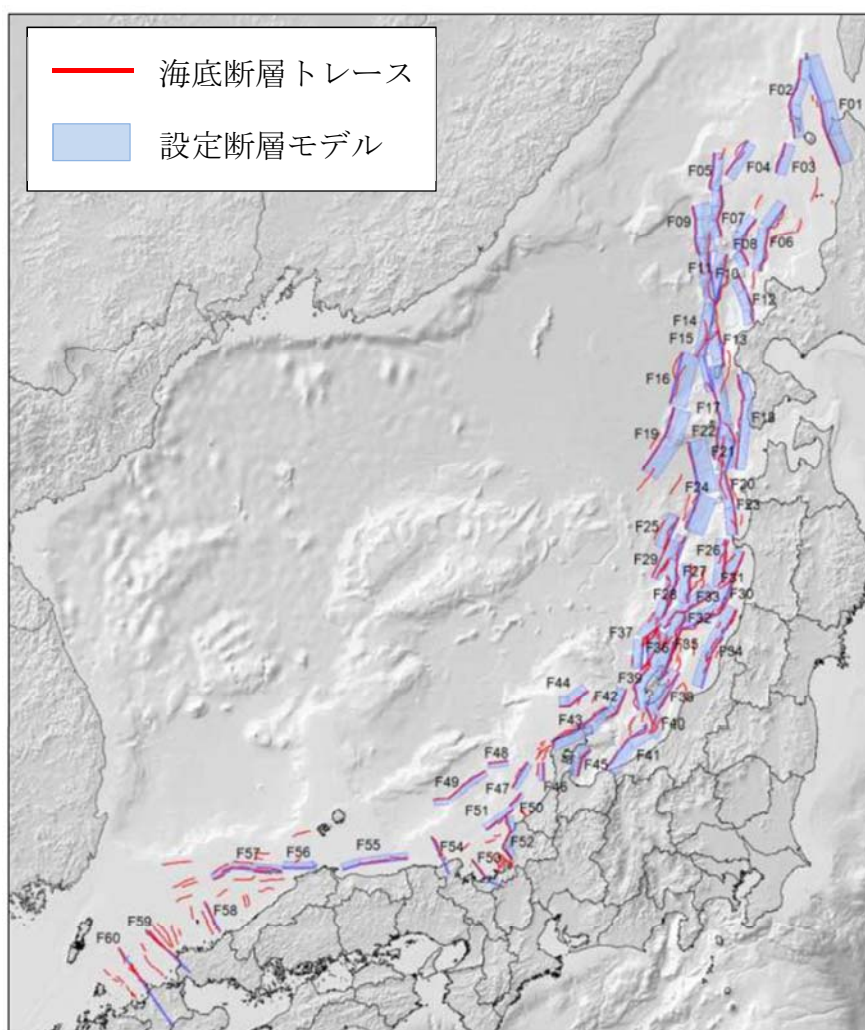


図 2.2.1 60断層の位置¹⁷⁾

17) 国検討会(2014)「日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書(図表集)」図50-1。

ア)「平地区域」と「平地以外の区域」の取り扱い

国検討会が公表した津波概略計算の結果は、全海岸線での最大津波高等を平地¹⁸⁾及び平地以外に分けて公表している。

国検討会が示した兵庫県内の平地及び平地以外のメッシュ数は表 2.2.1、各市町における分布図は図 2.2.2～図 2.2.4 のとおりである。

ほとんどが平地以外に区分されており、人家が存在する海岸域でも平地のメッシュが無い場合がある。そのため、対象波源の選定に当たっては、平地以外のメッシュについても検討対象とする必要がある。

表 2.2.1 兵庫県沿岸の平地区分

	平 地	平地以外
豊岡市	17	458
香美町	29	802
新温泉町	15	491
合 計	61	1,751

¹⁸⁾ 国検討会では、海岸線から 200m程度以内の標高が 8 mを超えない海岸線を平地（の海岸線）として取り扱うこととしている。

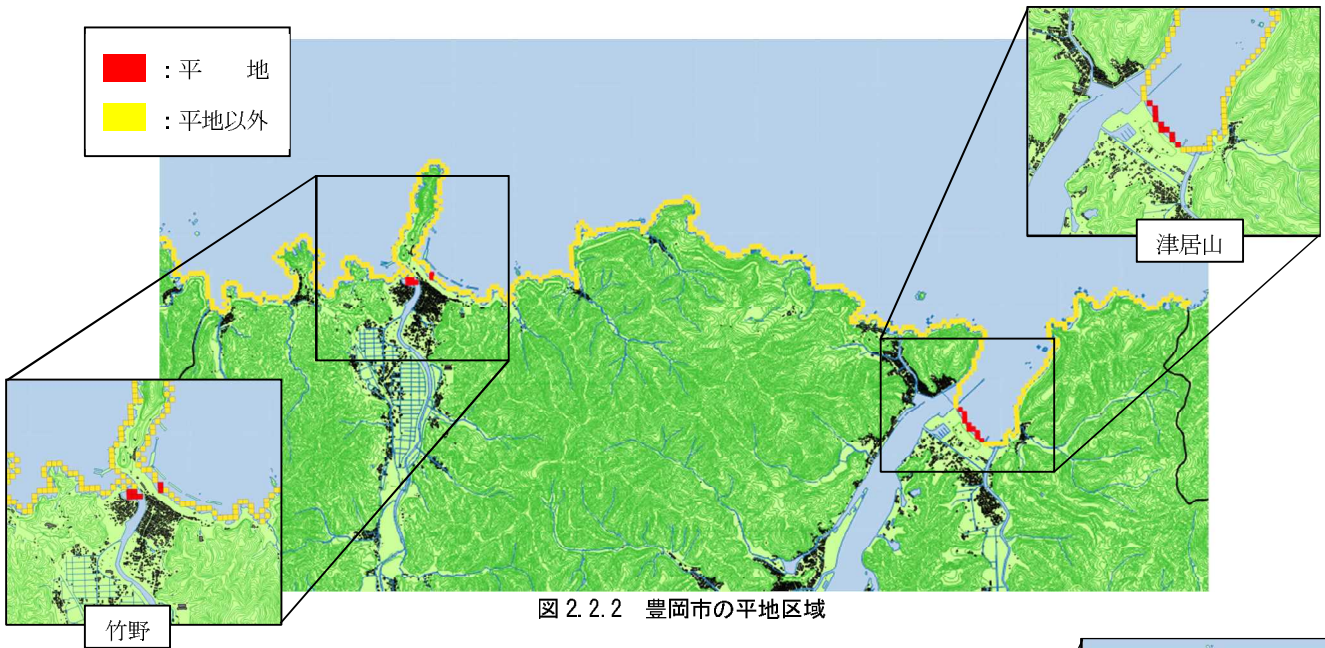


図 2.2.2 豊岡市の平地区域

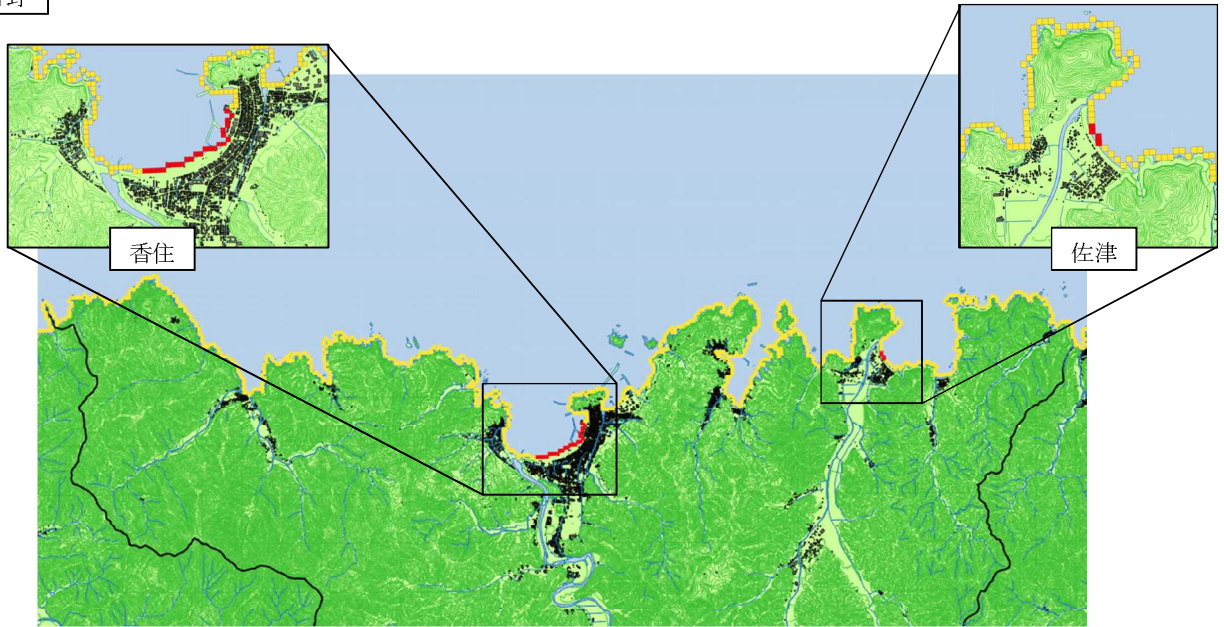


図 2.2.3 香美町の平地区域

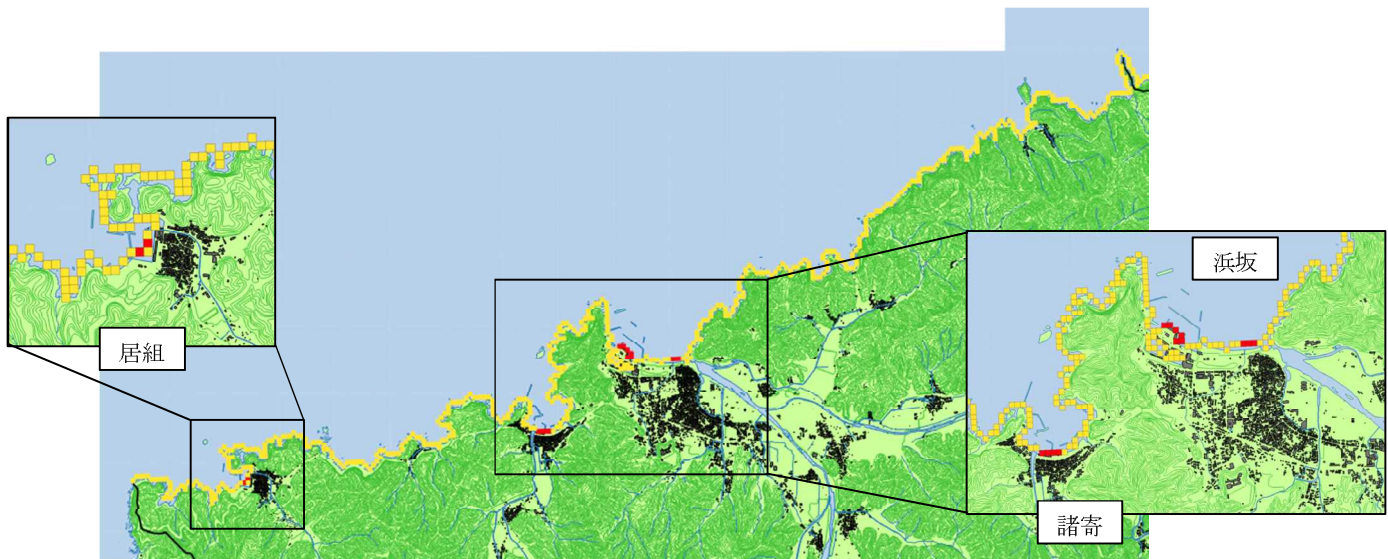


図 2.2.4 新温泉町の平地区域

この頁の地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の基盤地図情報を使用した。(承認番号 平成 28 情使、第 979 号)

イ) 公表された津波高の整理

国検討会は、日本海沿岸を 50m メッシュで分割しており、兵庫県の日本海沿岸を 1,812 のメッシュに分割したうえで、実施した 60 断層 253 ケースの津波概略計算結果について、メッシュごとに各ケースが発生させる最大津波高を公表している。

この公表結果をもとに、兵庫県の日本海沿岸市町に影響の大きい断層を選定する。

① 最大津波高となるケースのメッシュ数及びメッシュ位置図

それぞれのケースごとに最大津波高となるメッシュ数をカウントしたところ、表 2.2.2 の結果が得られた。図 2.2.5～図 2.2.24 は、ケースごとに最大津波高となったメッシュを赤塗りしたメッシュ分布図である。

なお、F 28 の大すべり左側及び大すべり中央は、最大津波高となったメッシュが同一であるため、まとめて図 2.2.13 とした。

表 2.2.2 最大津波高となる断層ケースのメッシュ数

断層	大すべり域	豊岡市	香美町	新温泉町	合計	対応図
F17	大すべり右側	0	1	0	1	図2.2.5
F24	大すべり右側	0	41	0	41	図2.2.6
	大すべり左側	4	1	0	5	図2.2.7-1、図2.2.7-2
	大すべり中央	0	36	0	36	図2.2.8
	大すべり隣接_LLLR	1	6	0	7	図2.2.9-1、図2.2.9-2
	大すべり隣接_LLRR	3	5	0	8	図2.2.10-1、図2.2.10-2
	大すべり隣接_LRLR	2	96	0	98	図2.2.11-1、図2.2.11-2
	大すべり隣接_LRRR	0	32	0	32	図2.2.12
F28	大すべり左側	0	1	0	1	図2.2.13
	大すべり中央	0	1	0	1	
F49	大すべり右側	68	0	0	68	図2.2.14
	大すべり中央	16	0	0	16	図2.2.15
	大すべり隣接_LRR	3	0	0	3	図2.2.16
F52	大すべり右側	0	0	2	2	図2.2.17
	大すべり左側	0	1	0	1	図2.2.18
	大すべり中央	0	0	50	50	図2.2.19
	大すべり隣接_LRR	0	0	11	11	図2.2.20
F54	大すべり右側	33	0	0	33	図2.2.21
	大すべり左側	0	290	441	731	図2.2.22
	大すべり中央	392	525	0	917	図2.2.23
F55	大すべり右側	0	0	33	33	図2.2.24



図 2.2.5 F 1 7 大すべり右側

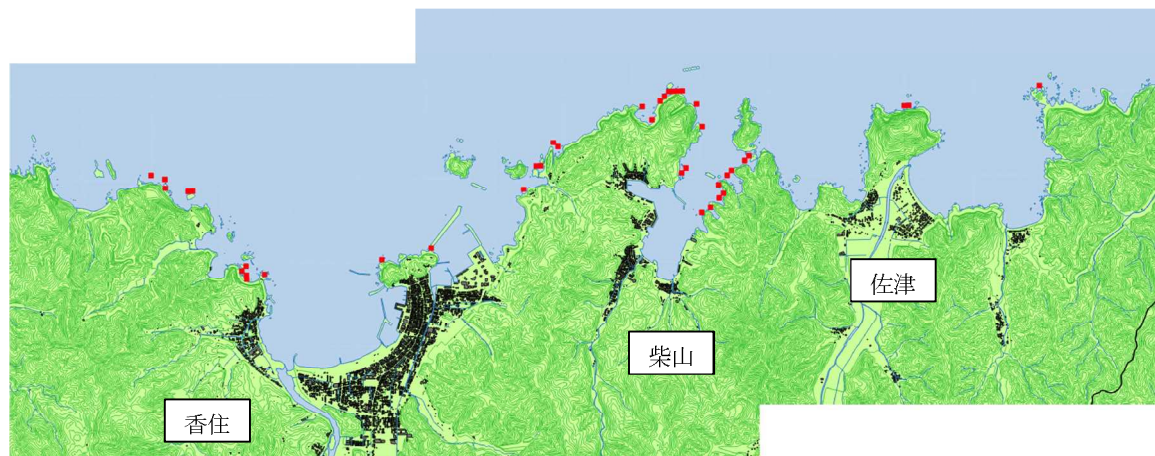


図 2.2.6 F 2 4 大すべり右側

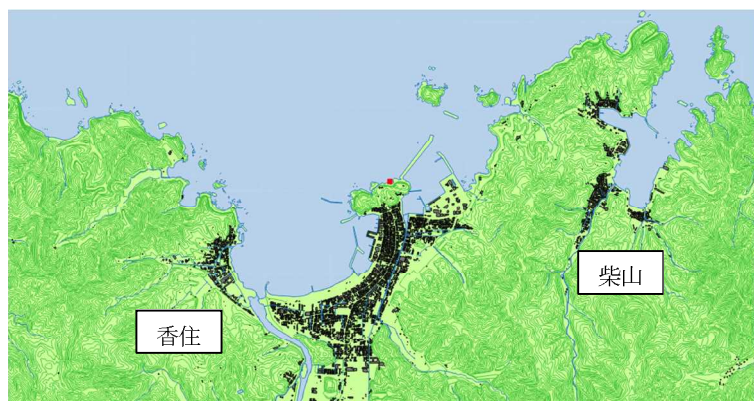


図 2.2.7-1 F 2 4 大すべり左側 (香美町部分)

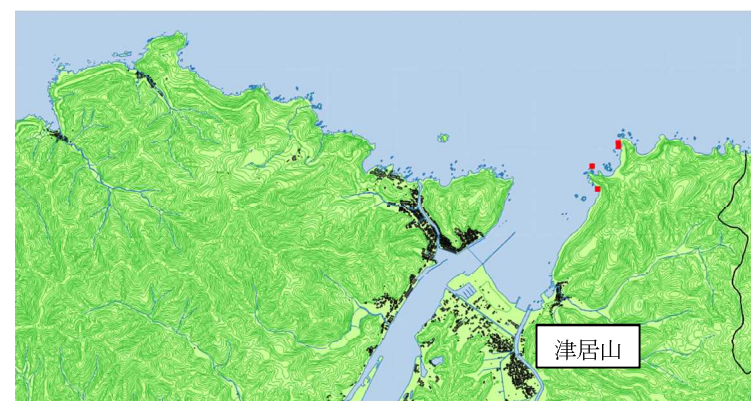


図 2.2.7-2 F 2 4 大すべり左側 (豊岡市部分)

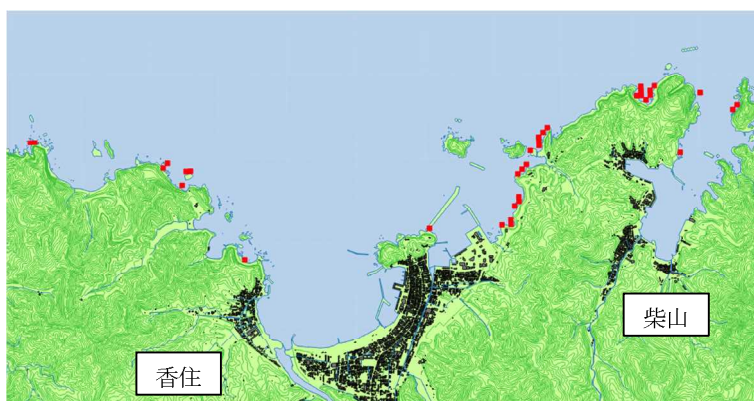


図 2.2.8 F 2 4 大すべり中央

この頁の地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の基盤地図情報を使用した。
(承認番号 平成 28 情使、第 979 号)

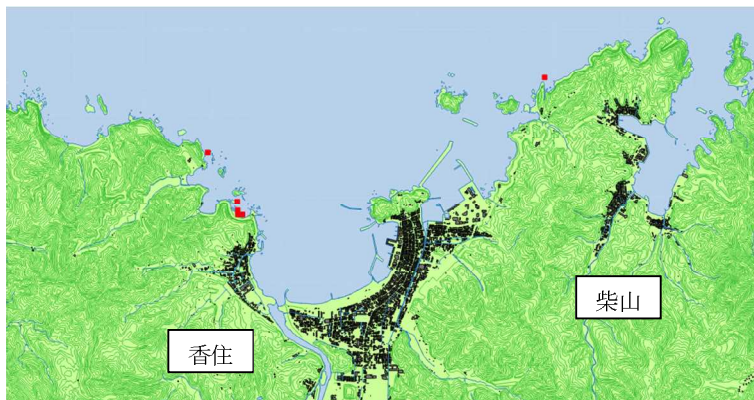


図 2.2.9-1 F 2 4 大すべり隣接_L L L R (香美町部分)



図 2.2.9-2 F 2 4 大すべり隣接_L L L R (豊岡市部分)

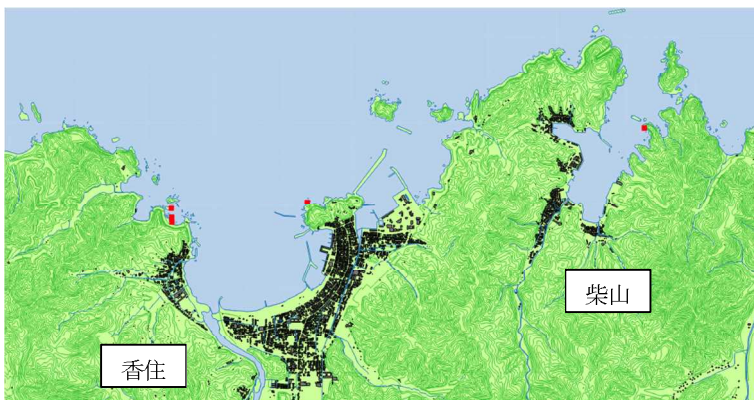


図 2.2.10-1 F 2 4 大すべり隣接_L L R R (香美町部分)

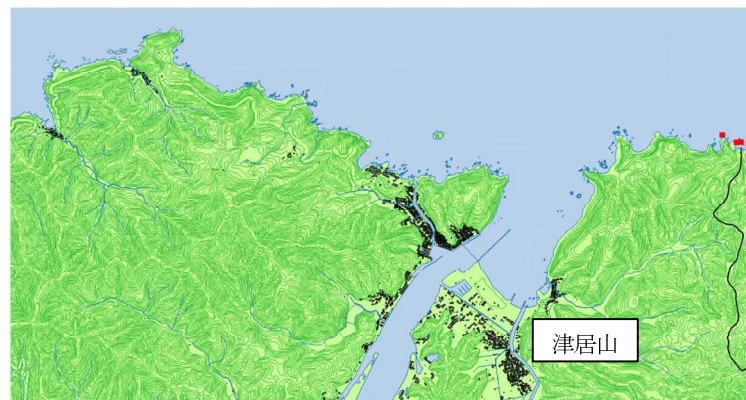


図 2.2.10-2 F 2 4 大すべり隣接_L L R R (豊岡市部分)

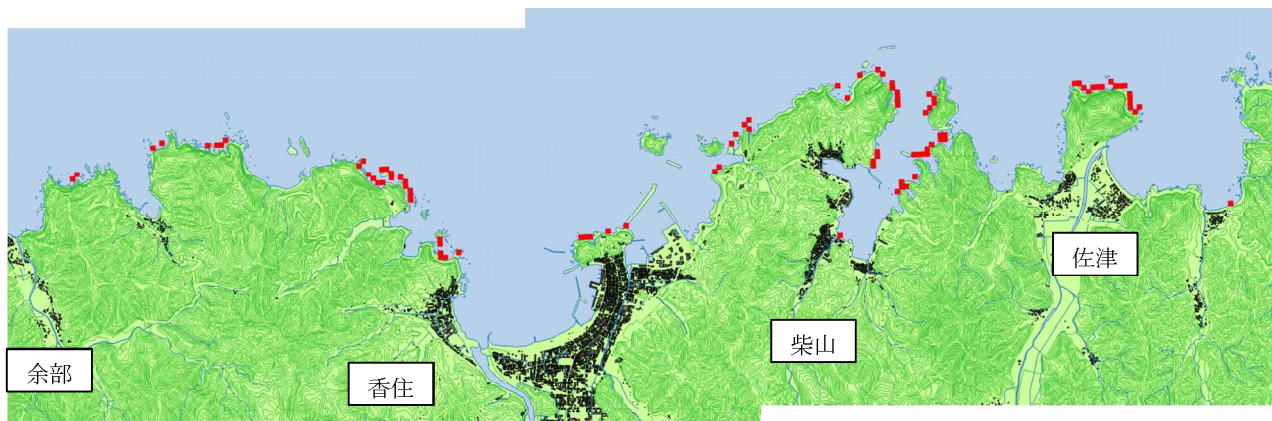


図 2.2.11-1 F 2 4 大すべり隣接_L R L R (香美町部分)



図 2.2.11-2 F 2 4 大すべり隣接_L R L R (豊岡市部分)

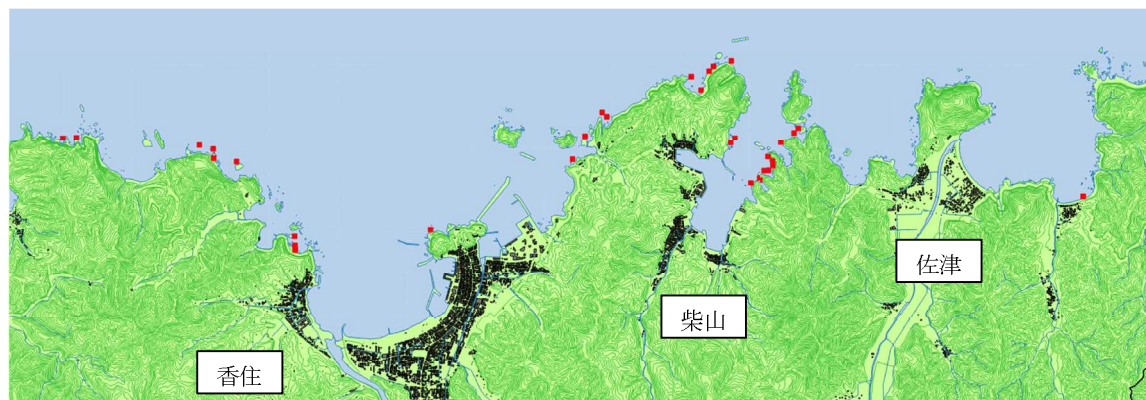


図 2.2.12 F 24 大すべり隣接_LRRR



図 2.2.13 F 28 大すべり左側・中央

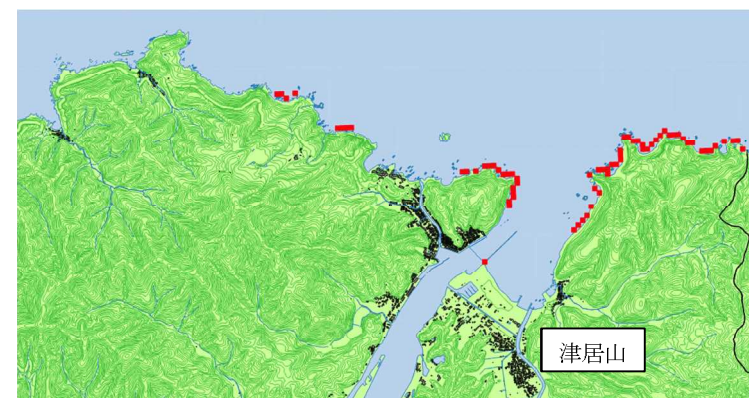


図 2.2.14 F 49 大すべり右側

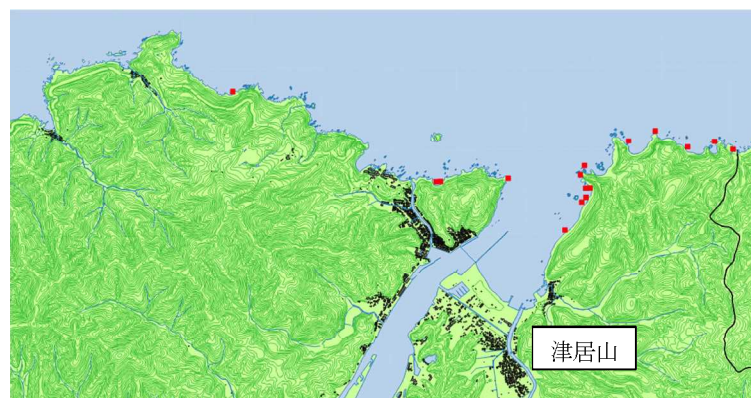


図 2.2.15 F 49 大すべり中央

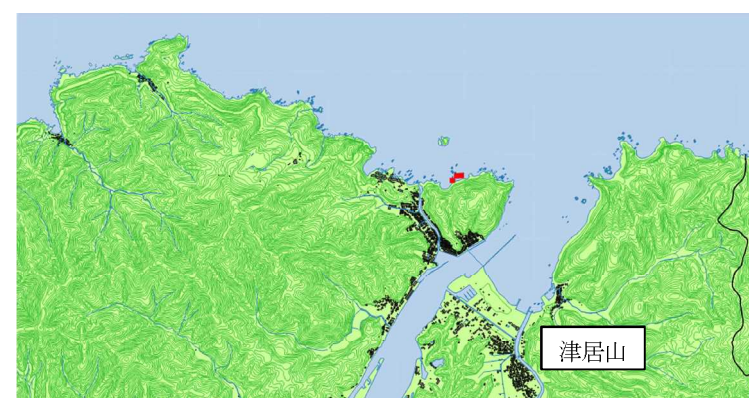


図 2.2.16 F 49 大すべり隣接_LRRR

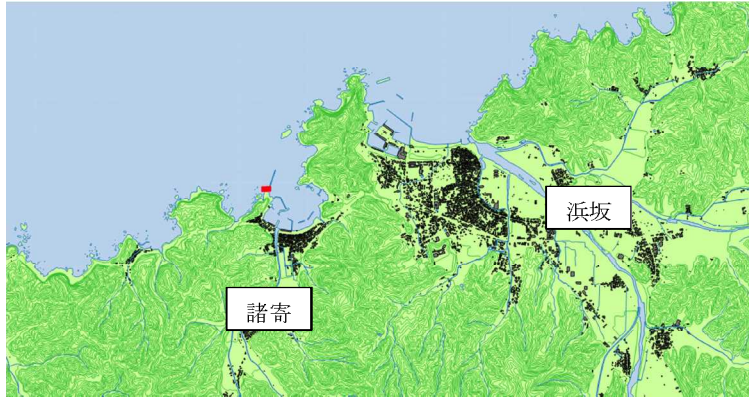


図 2.2.17 F 5 2 大すべり右側

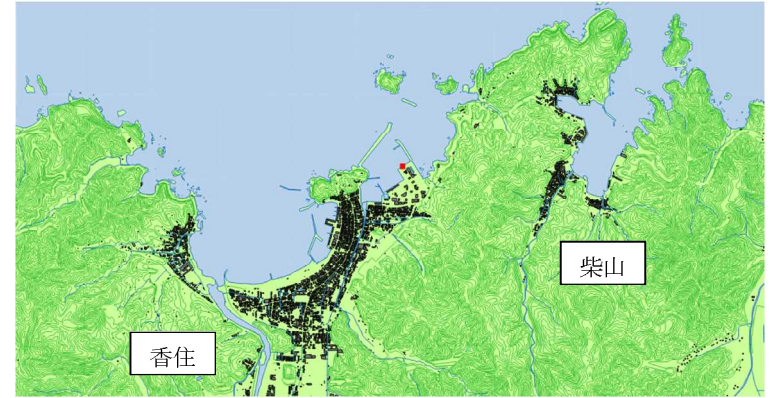


図 2.2.18 F 5 2 大すべり左側

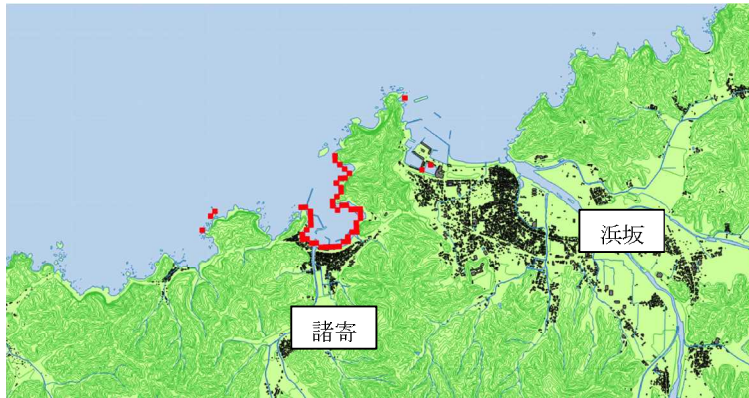


図 2.2.19 F 5 2 大すべり中央

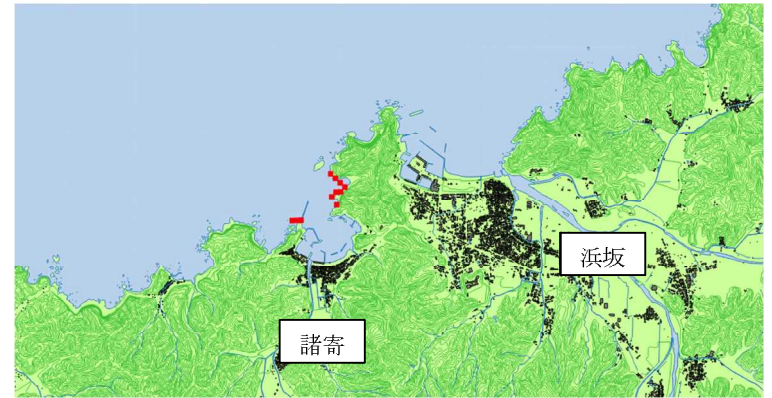


図 2.2.20 F 5 2 大すべり隣接_LRR



図 2.2.21 F 5 4 大すべり右側

この頁の地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の基盤地図情報を使用した。
(承認番号 平成 28 情使、第 979 号)



図 2.2.22 F54大すべり左側



図 2.2.23 F54大すべり中央



図 2.2.24 F55大すべり右側

この頁の地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の基盤地図情報を使用した。(承認番号 平成28情使、第979号)

② 最大津波高をもたらす断層ケースの検討

①で抽出した兵庫県の日本海沿岸市町に最大津波高を発生させる7断層21ケースのメッシュに基づき、各市町に大きな影響を与えるケースを絞り込む。なお、絞り込みにあたっては、それぞれの地区に対して、最大の津波高をもたらすケースとする。

なお、兵庫県の日本海側は、比較的勾配が急な地形となっており、海岸は断崖の部分が多く、人家等の建築物が存在する地区は限られている。このため、最大津波高となるメッシュが崖地に位置する場合や、背後地に人家等がない場合については、対象外とする。

その結果、表2.2.3の「対象」欄に「○」が記載された5断層9ケースが対象候補として残った。

表 2.2.3 検討結果（その1） : 対象候補

断層	大すべり域	豊岡市	香美町	新温泉町	合計	対応図	対象
F17	大すべり右側	0	1	0	1	図2.2.5	×
F24	大すべり右側	0	41	0	41	図2.2.6	×
	大すべり左側	4	1	0	5	図2.2.7-1、図2.2.7-2	×
	大すべり中央	0	36	0	36	図2.2.8	×
	大すべり隣接_LLLR	1	6	0	7	図2.2.9-1、図2.2.9-2	×
	大すべり隣接_LLRR	3	5	0	8	図2.2.10-1、図2.2.10-2	×
	大すべり隣接_LRLR	2	96	0	98	図2.2.11-1、図2.2.11-2	○
	大すべり隣接_LRRR	0	32	0	32	図2.2.12	×
F28	大すべり左側	0	1	0	1	図2.2.13	○
	大すべり中央	0	1	0	1		
F49	大すべり右側	68	0	0	68	図2.2.14	×
	大すべり中央	16	0	0	16	図2.2.15	×
	大すべり隣接_LRR	3	0	0	3	図2.2.16	×
F52	大すべり右側	0	0	2	2	図2.2.17	×
	大すべり左側	0	1	0	1	図2.2.18	○
	大すべり中央	0	0	50	50	図2.2.19	○
	大すべり隣接_LRR	0	0	11	11	図2.2.20	×
F54	大すべり右側	33	0	0	33	図2.2.21	○
	大すべり左側	0	290	441	731	図2.2.22	○
	大すべり中央	392	525	0	917	図2.2.23	○
F55	大すべり右側	0	0	33	33	図2.2.24	○

次に、残った5断層9ケースについて詳細に検討する。

これらについては、地区ごとに最大の影響をもたらすケースを選定する。また、影響力の比較は、当該地区に対して最大津波高となるメッシュの多寡を比較の対象とする。

これにより、5断層9ケースの中から、表2.2.4の「対象」欄に「○」がされた3断層4ケースが、今後、兵庫県の日本海沿岸市町に大きな影響をもたらす波源として、津波浸水想定の対象候補となった。

表 2.2.4 検討結果（その2）  : 対象候補

断層	大すべり域	豊岡市	香美町	新温泉町	合計	対応図	対象
F24	大すべり隣接_LRLR	2	96	0	98	図2.2.11-1、図2.2.11-2	×
F28	大すべり左側	0	1	0	1	図2.2.13	×
	大すべり中央	0	1	0	1		
F52	大すべり左側	0	1	0	1	図2.2.18	×
	大すべり中央	0	0	50	50	図2.2.19	○
F54	大すべり右側	33	0	0	33	図2.2.21	×
	大すべり左側	0	290	441	731	図2.2.22	○
	大すべり中央	392	525	0	917	図2.2.23	○
F55	大すべり右側	0	0	33	33	図2.2.24	○

なお、対象外としたF54大すべり右側（図2.2.21）では津居山地区に最大津波高となるメッシュが複数存在しているが、F54大すべり中央（図2.2.23）が、F54右側で最大津波高となるメッシュを含め、より多くのメッシュで最大津波高となる。そのため、津居山地区では、F54大すべり中央のケースが最大の影響をもたらすケースとなると考えられる。

同様に、その他のケースについては、F54大すべり左側及び中央の断層ケースがより大きな影響を与えるため、検討対象外とする。

③ 対象候補としたケースの詳細

最大津波高のメッシュを基に検討対象候補とした断層位置は図 2.2.25、地殻変動量分布は図 2.2.26～図 2.2.29 のとおりである。

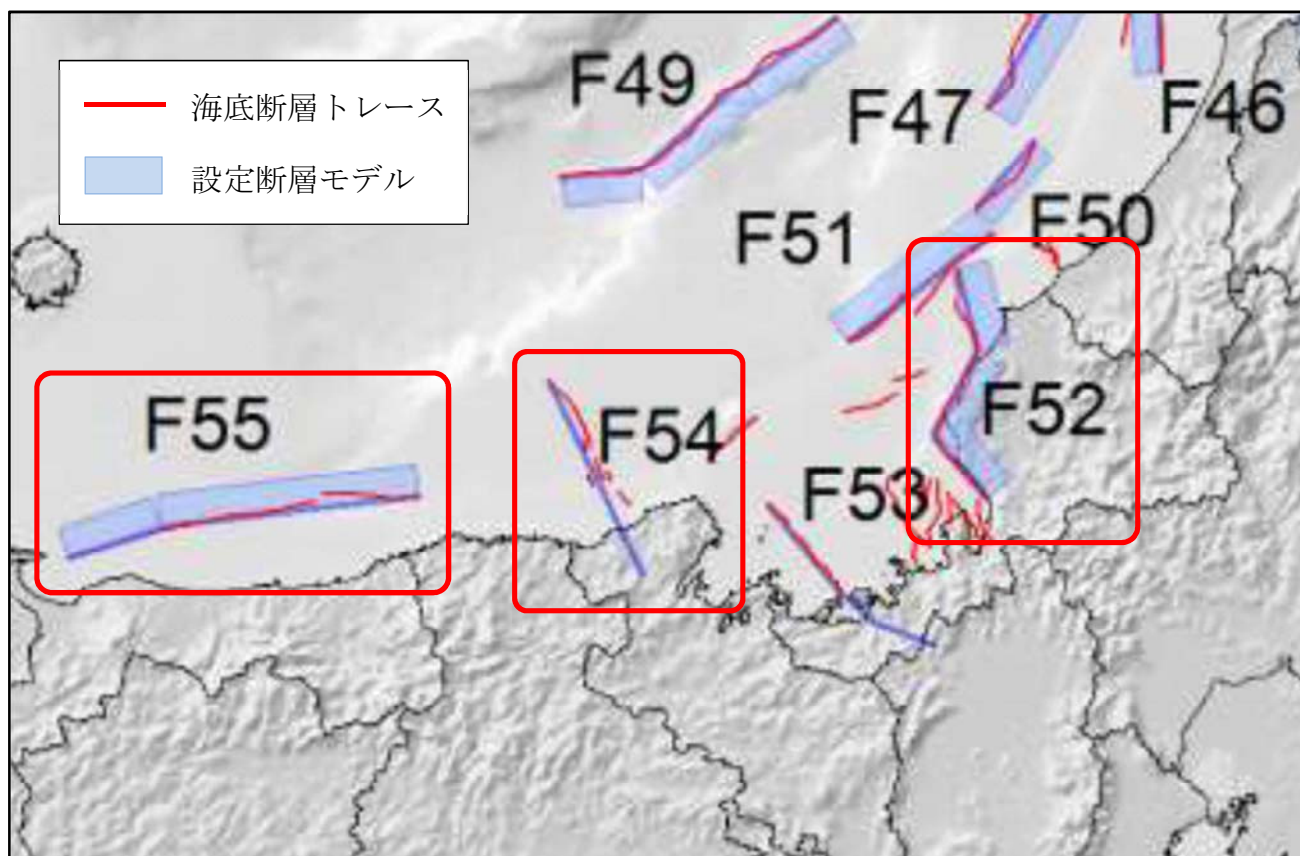


図 2.2.25 対象候補とした断層の位置図¹⁹⁾

¹⁹⁾ 国検討会(2014)「日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書 (図表集)」を基に作成。

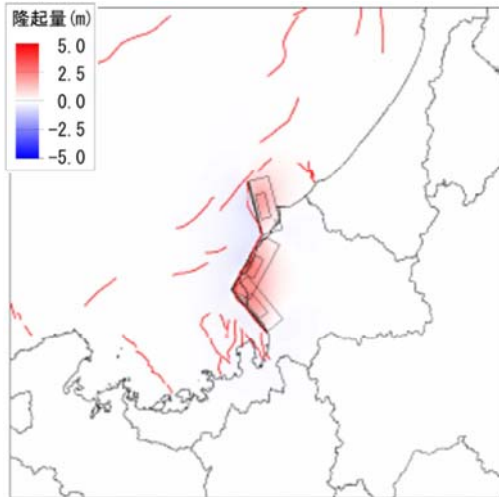


図 2.2.26 F 5 2 大すべり右側²⁰⁾

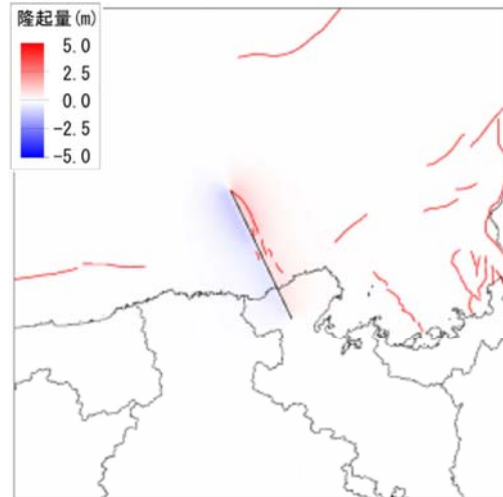


図 2.2.27 F 5 4 大すべり左側²⁰⁾

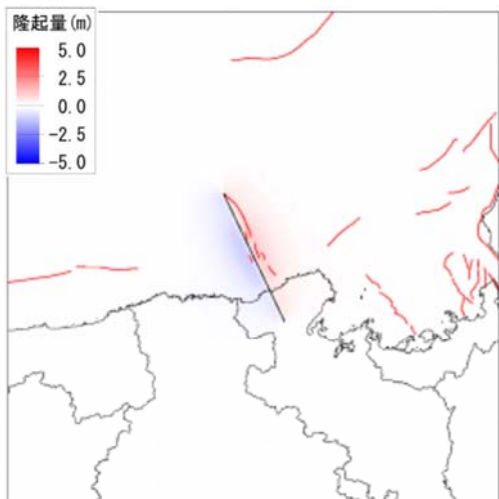


図 2.2.28 F 5 4 大すべり中央²⁰⁾

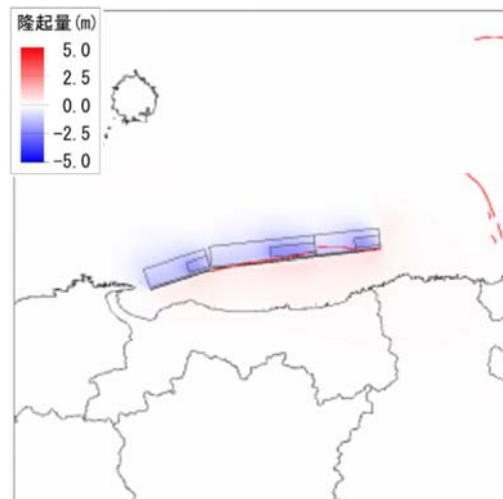


図 2.2.29 F 5 5 大すべり右側²⁰⁾

また、各断層ケースが発生させる津波高²¹⁾について、市町別に比較した資料を図 2.2.30～図 2.2.32 により示す。

豊岡市及び香美町においては、F 5 4 大すべり左側及び中央の断層ケースが他の断層ケースを大きく超える津波高となっている。

新温泉町では、同様に多くのメッシュで F 5 4 大すべり左側が卓越しているが、諸寄と居組周辺については、他の断層ケースが卓越している。

諸寄周辺では、F 5 2 大すべり中央の断層ケースが他の断層ケースを明らかに卓越している。すでに検討対象とした F 5 4 大すべり左側と比べ、最大で 80cm 高くなる。

また、居組周辺では、F 5 5 大すべり右側が他の断層ケースを卓越しており、その次に最大津波高をもたらす F 5 4 大すべり左側よりも最大で 30cm 高くなっている。

20) 国検討会(2014)「日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書(データ集③)」より抜粋。

21) 国検討会では、潮位条件として朔望平均満潮位ではなく、T.P.0m を用いている。

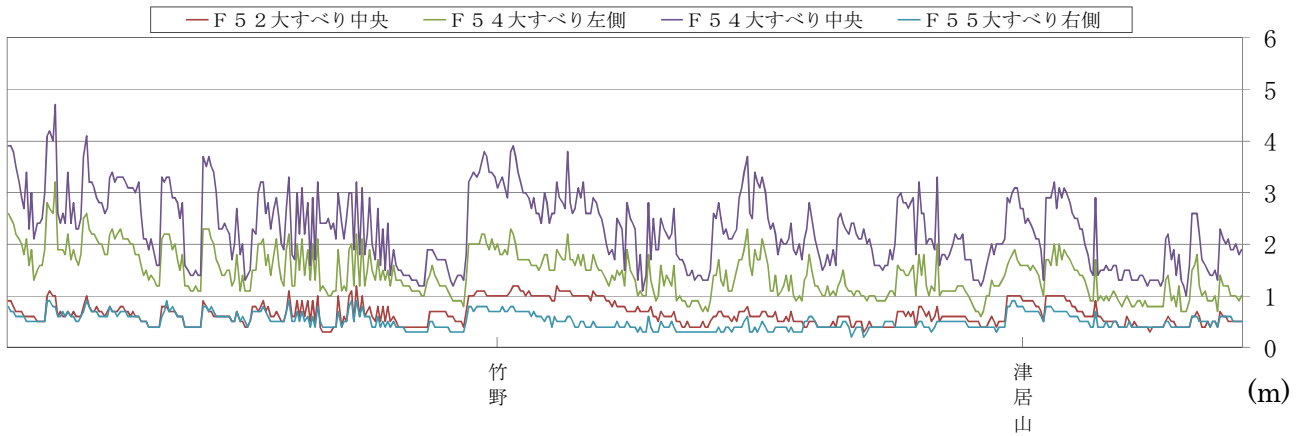


図 2. 2. 30 豊岡市における津波高の比較

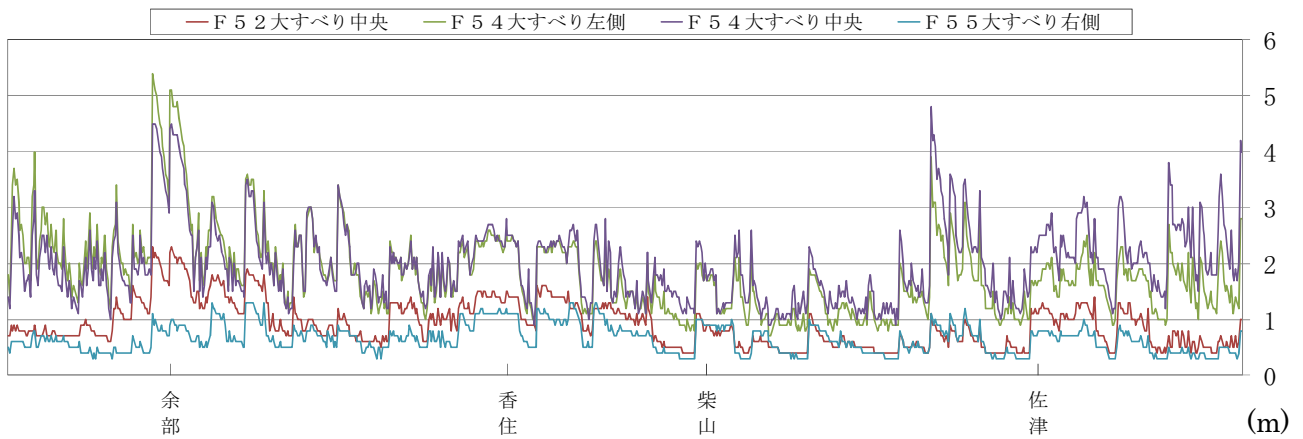


図 2. 2. 31 香美町における津波高の比較

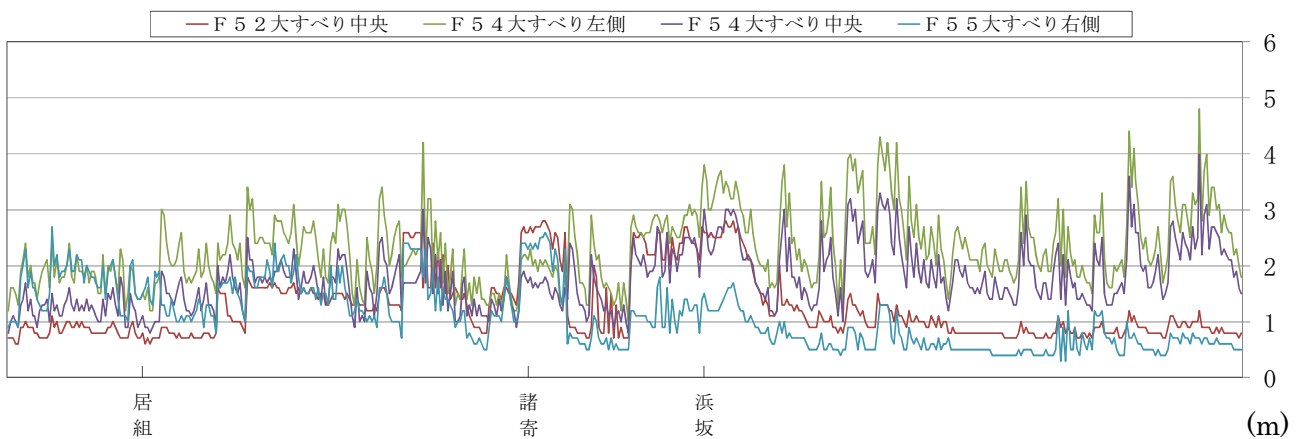


図 2. 2. 32 新温泉町における津波高の比較

2.2.2 平成12年度県津波浸水想定に用いた断層の概要

平成12年度、県の日本海沿岸において実施した津波浸水想定で使用した断層モデルについても、今回の津波浸水想定の見直し候補とする。

想定津波を発生させる地震として設定した4断層は以下のとおりである。なお、県想定断層の震源域は図2.2.33、震源域の断層パラメータは表2.2.5参照。

- ① 日本海中部地震
- ② 新潟地震²²⁾相当（①のモデルを新潟沖に平行移動）
- ③ 隠岐舟状海盆の想定北断層（以下、「想定北断層」という）
- ④ 隠岐舟状海盆の想定南断層（以下、「想定南断層」という）

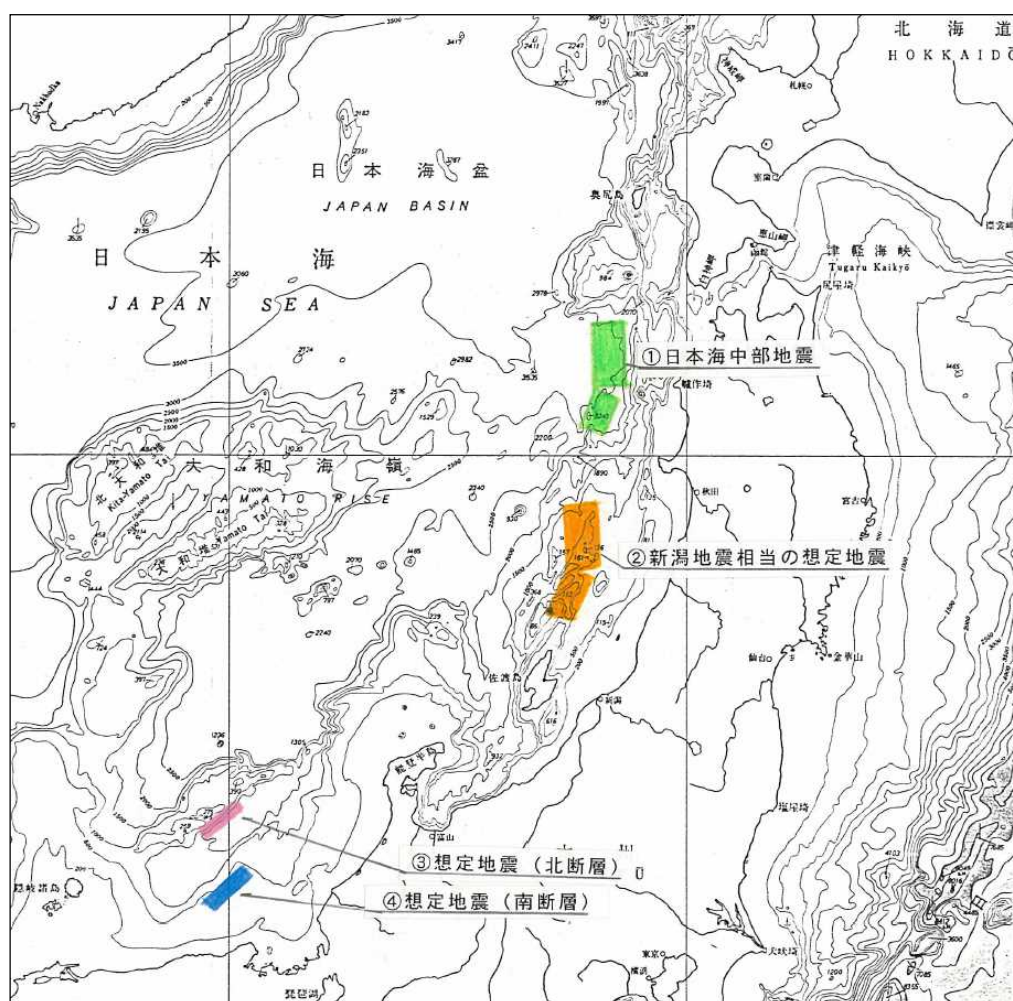


図 2.2.33 平成12年度の県津波浸水想定における想定地震の震源域図

²²⁾ 1964年に発生し、M7.7。兵庫県沿岸に被害なし。

表 2.2.5 平成 12 年度の県津波浸水想定における想定地震の断層パラメータ

地震名	マグニ チュード (M)	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)
①日本海中部地震 及び ②新潟地震相当 (合計断層長 100 km ²³⁾)	7.7	—	40 60	30 30	40 25	90 80	7.60 3.05
③想定北断層	7.7	7.4	50	20	60	90	4.00
④想定南断層	7.7	7.4	50	20	60	90	4.00

²³⁾ ①及び②の断層モデルは図 2.2.33 に示すとおり「逆くの字」に折れ曲がっており、40 km と 60 km の 2 断層の合計 100 km が同時に動く設定としている。

2.2.3 対象とする断層モデルを選定する上での留意点

国検討会と平成12年度の兵庫県想定では、シミュレーションに用いる条件が異なっている。両者のメッシュ領域を図2.2.34及び図2.2.35により表す。前者のメッシュは、50m、1350mに区切られているのに対し、後者のメッシュは、200m、600m、1800m、3600mに区切られている。

メッシュ区切りはシミュレーション結果に与える影響が大きいため、両者の最高津波高等の結果の単純比較はできず、現在作成中の地形データ等を用いて、改めてシミュレーションを行い、比較する必要がある。

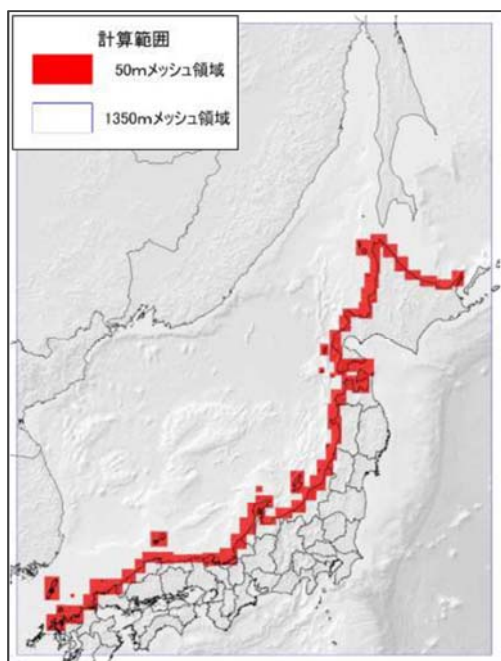


図 2.2.34 国検討会想定

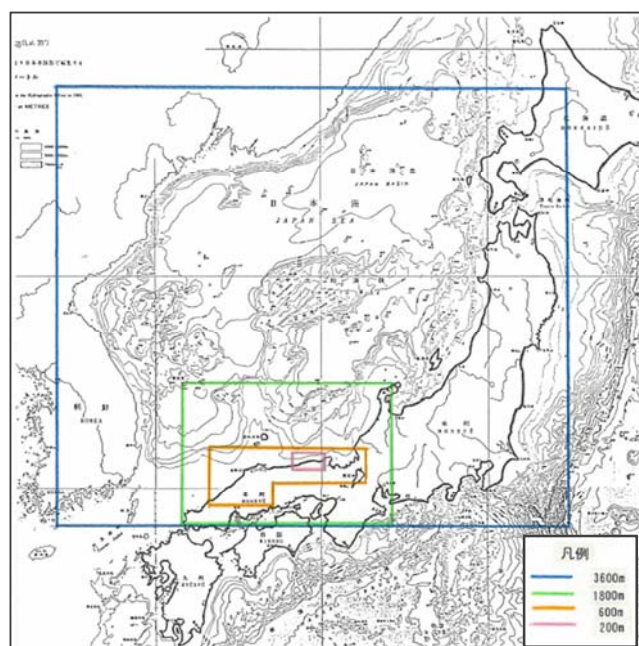


図 2.2.35 平成12年度の兵庫県想定

3 構造物データの作成方針

津波の伝播過程や遡上過程にあつて、地盤よりも高い線的構造物（海岸堤防、港湾施設、河川堤防等）は、津波の挙動に影響を与えるため、津波浸水シミュレーションに反映させる必要がある。また、構造物のデータ化にあつては、地震動による破壊や沈降の影響を受けた天端高を設定するほか、「津波が構造物を越流した場合は、構造物は破壊される」といった越流条件を組み合わせることができるように、今年度作成する地形データとは別に作成する必要がある。

作成にあつては、津波浸水想定の対象とする全断層モデルの地震動分布図を重ね合わせ、各メッシュの最大震度により構造物データを作成することとする。

なお、文部科学省の「日本海地震・津波調査プロジェクト」の調査結果の反映を待つて、津波浸水想定の対象とする断層モデルとすることとしており、それまでは最大となる地震動も確定できない。このため、次年度は構造物に関する資料の収集整理及び地震動による影響等の検討を行い、文部科学省の調査結果を受けて、構造物データの作成を行うこととする。

【参考】津波浸水想定の概略

① 全体の流れ

津波浸水想定の設定は、参考図1に示したように、Ⅰ 最大クラスの津波の設定、Ⅱ 計算条件の設定、Ⅲ 津波浸水シミュレーション、Ⅳ 浸水の区域及び水深の出力、の手順で実施する。

Ⅱ 計算条件の設定では以下の設定を行う。

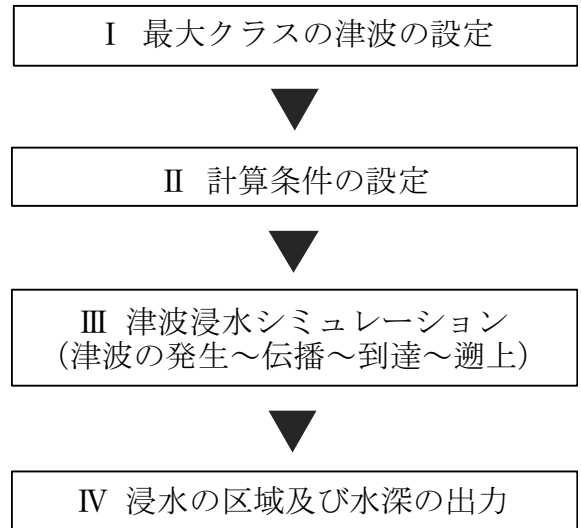
- ・津波の初期水位（断層モデル）
- ・地形・河川・構造物データ
- ・津波の伝播・遡上計算の方程式

本年度は、Ⅰ 最大クラスの津波の設定について、現在得られている断層モデルから対象とすべき断層モデルを選定するとともに、Ⅱ 計算条件の設定について、地形データの作成及び津波の伝播・遡上計算の方程式の設定を行う。

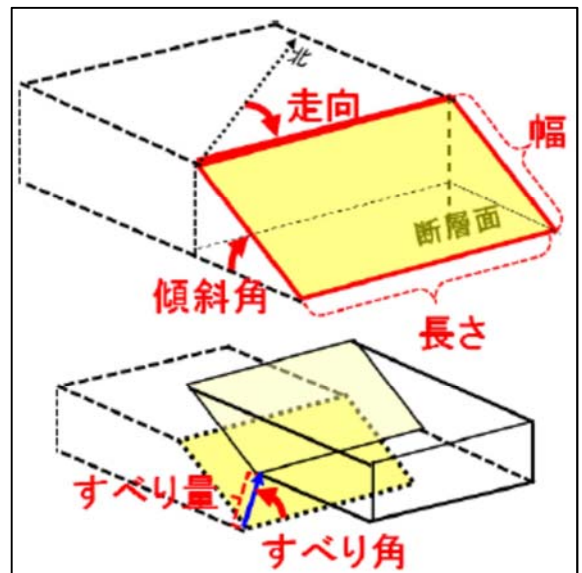
② 津波の初期水位（断層モデル）

断層モデルには、「深さ・走向・傾斜・すべり角・断層長さ・断層幅・平均すべり量（参考図2参照）」がパラメータとして与えられている。ここから断層のズレの大きさが表現される。

津波の初期水位は、断層のズレと同じだけ、断層上に位置する海水が隆起・沈降したと見なして設定される。津波浸水シミュレーションは、設定した初期水位が各メッシュを伝播していく過程を連続的に計算したものである。



参考図1 津波浸水想定の流れ



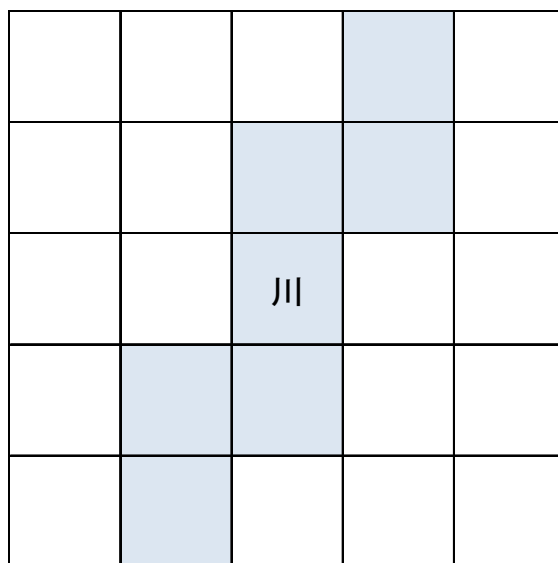
参考図2 断層モデルのイメージ

③ 地形・河川・構造物データ

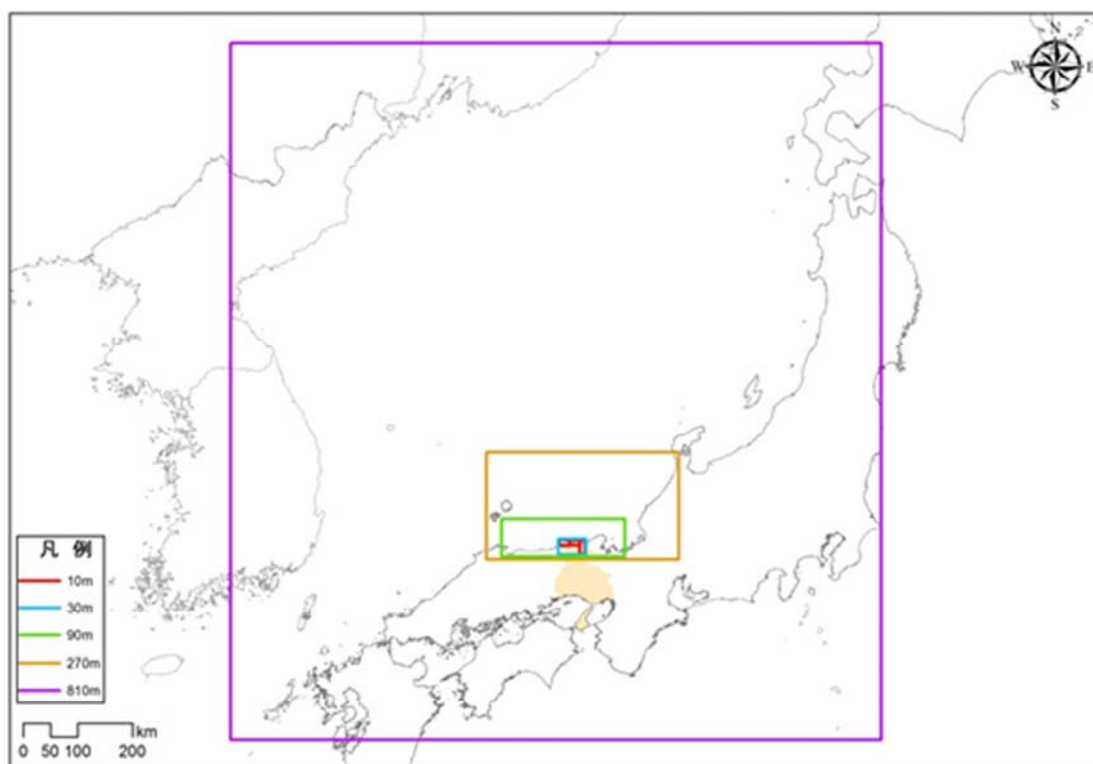
津波浸水シミュレーションを実施する仮想空間として、格子状の数値情報からなる地形データを作成する。格子状の区切りはメッシュと呼ばれ、各メッシュには、位置（緯度経度）・標高・粗度係数等のデータが付与される。

メッシュは、兵庫県を方眼紙でエリアに区切るイメージで設定される（参考図3参照）。

精度良く津波の挙動を推計するためには、局地的な地形再現を要し、「津波浸水想定の設定の手引き Ver.2.00」では、最小メッシュサイズは10m以下とされている。県では、陸域及び兵庫県沿岸のメッシュサイズを10mとし、順次、30m、90m、270m、810mとネスティングしている（参考図4参照）。



参考図3 陸域のメッシュイメージ



参考図4 兵庫県の日本海側のメッシュ区切り

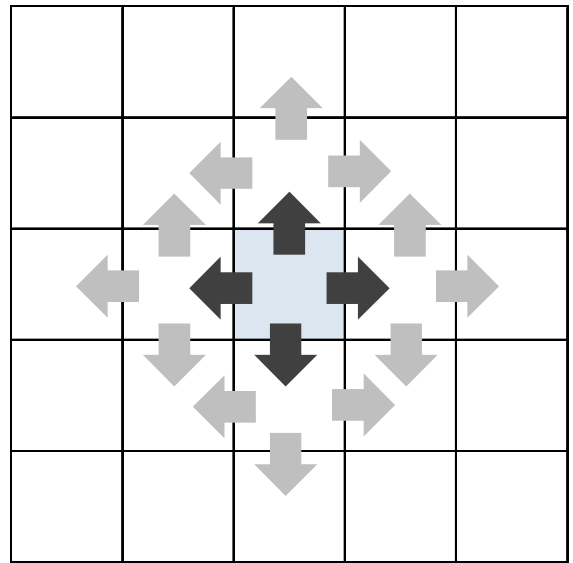
④ 津波の伝播

参考図5は、地盤高が同じメッシュで構成された地面の水色のメッシュだけに水がある場合に、隣接するメッシュに水が伝播していく様子をイメージしたものである。

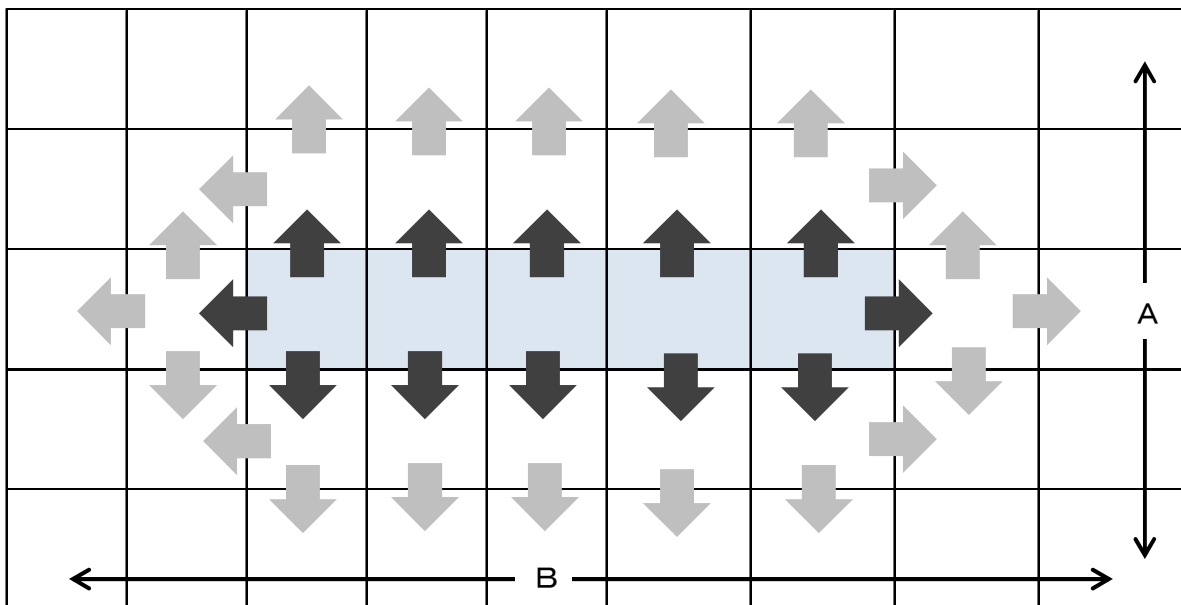
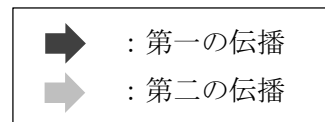
計算で求められた流量が、矢印の方向に水色のメッシュから隣接するメッシュへと次々に移動していく。

津波の初期水位の場合には、参考図6の水色のメッシュのように表現される。先ほどと同様に地盤高が同じメッシュで構成された海底であった場合、それぞれの矢印の方向に津波が伝播していく。その際、Aの方向に伝播する津波は、Bの方向に伝播する津波に比べてエネルギーのロスが少ない。そのため、Aの方向に津波は強く伝播する。

なお、実際のシミュレーションの場合には、地盤高の影響を受け、より複雑に伝播していくことになる。



参考図5 伝播のイメージ



参考図6 津波伝播のイメージ