

地方自治体における津波浸水想定と比較

Comparison of Tsunami Inundation Prediction by the Local Governments

○佐藤 遼次¹, 福谷 陽², 林 孝幸¹
 Ryoji SATO¹, Yo FUKUTANI² and Takayuki HAYASHI¹

¹東京海上日動リスクコンサルティング(株)企業財産本部

Tokio Marine & Nichido Risk Consulting Co.,Ltd., Property Risk Engineering Department

²関東学院大学 理工学部理工学科 土木学系

Kanto Gakuin University, College of Science and Engineering, Civil Engineering Course

In the Great East Japan Earthquake of 2011, huge tsunami damage occurred. Japanese government have been enacted the Act on Development of Areas Resilient to Tsunami Disasters prescribing formulation. In this study, we summarized the present status of tsunami inundation predictions by the local governments, and compared the setting of the maximum class tsunami scenarios or the analysis condition of the tsunami simulation. And we discussed considerations and problems in the guideline of Tsunami inundation prediction. The conditions of Tsunami inundation simulation in each area were similar based on the guideline, but it was confirmed that the setting of the maximum possible Tsunami scenario may be significantly different in adjacent local governments.

Key Words : Tsunami Inundation Prediction, The Act on Development of Areas Resilient to Tsunami Disasters

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震では、東北・関東地方の太平洋沿岸に大波高の津波が来襲し甚大な被害が発生した。この被害を受けて、政府中央防災会議は「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」を設置し、今後の地震・津波対策の考え方として、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討する必要性を示すと共に、具体的な施策の方向性として「地震・津波に強いまちづくり」を提言した。一方、国土交通省においては、「津波防災まちづくりに関する考え方」が緊急提言され、ハード・ソフト施策を総合的に実施し「多重防御」を行い減災を目指す方針が示された。更に、震災の発生から約9カ月後の12月14日には、これらの考え方を規定した「津波防災地域づくりに関する法律」(以下、津波防災地域づくり法と記す)が公布された。津波被災地の早期復興のための必要性もあり、非常に短期間で地域の津波防災の考え方が立案され示されたと考えられる。

現在、地方自治体は、津波防災地域づくり法に記された「津波浸水想定の設定等」のために、津波浸水シミュレーションを実施し津波浸水想定図を公開している。基本的にこのシミュレーションは、国土交通省による「津波浸水想定の設定の手引き」¹⁾(以下、「浸水想定手引き」と記す)を参照して実施されているが、実施段階において浸水想定手引きの内容で不十分な箇所など課題もあったのではないかと推察される。

そこで、本報では現状の地方自治体の津波浸水想定との状況を纏めると共に、津波浸水想定と津波シナリオや浸水想定との条件について都道府県間の比較を行う。また、この比較を通じて、地方自治体の津波浸水想定において留意すべき事項や将来解決すべき課題について議論する。

2. 「津波防災地域づくり」の概要と現状

(1) 津波防災地域づくり法の概要と浸水想定との状況

津波防災地域づくり法は、津波防災地域づくりを総合的に推進するための計画の作成および推進計画区域における所要の措置や津波災害警戒区域における警戒避難体制の整備、津波災害特別警戒区域における開発・建築制

限等について定めている。これらの措置を実施するために、都道府県知事が適用区域(推進計画区域、津波災害警戒区域、津波災害特別警戒区域)を定める必要がある。この区域設定の際に、地形、地質、土地利用等に関する調査を踏まえて「津波浸水想定」を実施する必要がある。津波浸水想定を設定する期限は特に設けられていないが、法に定められた検討を行う上での基本となるものであり、設定に向けた速やかな取り組みが期待されている。

国土交通省によれば、2017年3月31日現在、津波防災地域づくり法に基づく津波浸水想定を設定しているのは28の府県で、2道県(北海道、兵庫県)は一部まで設定、残る9都県では未設定となっている(図1参照)。

(2) 「津波浸水想定の設定の手引き」の概要

浸水想定手引きでは主に以下の事項が示されている。

- ・最大クラスの津波の設定の考え方・手順

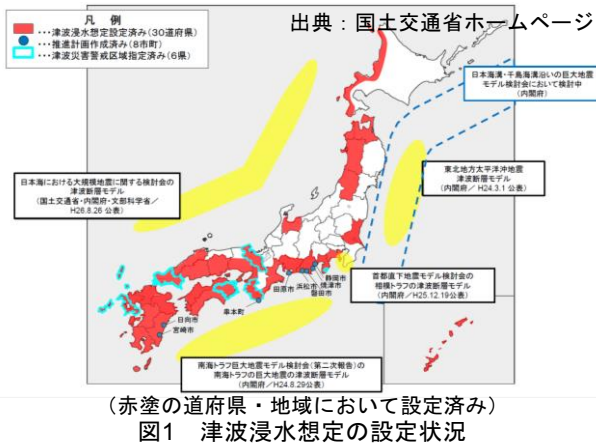
津波浸水想定は「科学的知見を踏まえ、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの津波を対象に設定する」こととされ、過去に発生した津波、発生が想定される津波についてそれぞれ津波シミュレーションを実施、津波高を地域海岸(同一の津波外力を設定しうると判断される一連の海岸線に分割したもの)ごとに比較した上で設定することとされている。

- ・計算条件の設定方法

津波シミュレーションにおける計算条件の設定方法として、潮位(天文潮)の設定、計算領域および計算格子間隔の設定、地形データの作成、遡上計算における粗度係数の設定、各種施設の取り扱い、地震による地盤変動の考慮、について指針を示している。

3. 地方自治体の津波浸水想定との比較

各自治体がインターネットで公開する津波浸水想定との解説²⁾に基づき、設定した最大クラスの津波、津波シミュレーションの計算条件、を比較表1,2に示す。なお、選定した最大クラスの津波の断層が異なる想定を「モデル」、大すべり域や超大すべり域、すべり角等の断層パラメータが異なる想定を「ケース」と数え表記した。また、公開されている断層パラメータを改変なく適用していると判断される場合は「選定」、独自調査、既往地震、



地震本部の長期評価等を踏まえて断層パラメータを設定している場合には「独自に設定」と表記した。

(1)最大クラスの津波の設定について

日本海側では、多くの自治体が「国交省(日本海)」からモデル・ケースを選定することに加え、独自の調査・検討を踏まえたモデル・ケースを設定している。例えば秋田県では「秋田県地震被害想定調査」において、日本海東縁部におけるひずみ集中帯に基づいて想定した津波断層モデルを独自に設定している。太平洋側では、多くの自治体が「内閣府(南海トラフ)」からの選定を基本としているが、神奈川県、広島県等の自治体では、地震本部の地震動予測地図や独自想定に基づき津波断層モデルを設定している。また、九州地方に絞って見ると、隣接する福岡県・佐賀県・長崎県ではそれぞれの自治体における調査結果を互いに参照しているが、熊本県・宮崎県では、隣接する鹿児島県が独自設定している津波断層モデルを参照していない、といった相違が見られる。これは鹿児島県の想定が他自治体に遅れたためとみられる。

(2)計算条件について

潮位の設定は、データの集計期間等に若干の差異はあるが、朔望平均満潮位が採用されている。愛知県では、0m 地帯の河川などで水位調整を行っている河川については個別の水位を設定した、と説明がある。

計算領域は、浸水想定手引きに明確な指標は示されていないが、多くの自治体が「震源を含む範囲」として設定している。特徴として島根県では、「大陸からの反射および大和堆等での浅水変形・収斂を考慮するため、波源域を包括する日本海全域～沿岸の浸水域」を設定したと明記されている。

計算格子間隔は、浸水想定手引きで「10m 程度より小さくすること」としており、殆どの自治体が沿岸部で10m と設定しているが、茨城県は沿岸部(県管理河川)で5m と小さく、長崎県は12.5m と大きく設定している。

地形データは、データの収集範囲にばらつきが見られるが、概ね浸水想定手引き等に基づき作成されている。京都府では、河口部に砂州がある場合は洪水等による砂州形状の整理を行い、砂州が流失され易い場合には砂州を除去した地形データを作成した、との特徴がある。粗度係数の設定については、土地利用ごとの設定値まで説明している自治体は限られるため比較は困難であるが、和歌山県では建物等のデータを詳細に評価した結果、「内閣府(南海トラフ)」の浸水想定に対して、一部で浸水面積が小さくなったと説明されている。

各種施設の取り扱いは、概ね浸水想定手引きに従っているが、下記のように幾つかの点で違いが見られる。

表1 地方自治体の津波浸水想定と比較1

道府県	設定した最大クラスの津波
北海道	「国交省(日本海)」を基に大すべり域を変化させた13モデル、沿岸付近の断層2モデルを独自設定
青森	「国交省(日本海)」より4モデル10ケースを選定、中央防災会議・産総研・地震本部の調査結果を基に4モデルを独自設定
秋田	「国交省(日本海)」より4モデル10ケースを選定、「秋田県地震被害想定調査」より2モデルを独自設定
山形	「国交省(日本海)」より3モデル13ケースを選定
茨城	中央防災会議の検討より1モデルを選定、地震本部の長期評価を基に1モデルを独自設定
神奈川	「内閣府(首都直下)」より2モデル3ケースを選定、1モデルを独自設定、相田(1981)を基に1モデルを独自設定
富山	「国交省(日本海)」より2モデル7ケース、「文科省(日本海)」より2モデル6ケースを選定、「富山県津波調査研究業務」より1モデルを独自設定
静岡	「内閣府(南海トラフ)」より6ケース、「内閣府(首都直下)」より3ケースを選定
愛知	「内閣府(南海トラフ)」より5ケースを選定
三重	「内閣府(南海トラフ)」より7ケースを選定
京都	「国交省(日本海)」より6モデル12ケースを選定、4ケースを独自設定、「日本海中部地震」を想定した1モデルを独自設定
大阪	「内閣府(南海トラフ)」より4ケースを選定
兵庫	「内閣府(南海トラフ)」より5ケースを選定
和歌山	「内閣府(南海トラフ)」より4ケースを選定
島根	「国交省(日本海)」より7モデルを選定、「島根県地震被害想定調査報告書」より2モデル独自設定
岡山	「内閣府(南海トラフ)」より6ケースを選定
広島	「内閣府(南海トラフ)」より8ケースを選定、地震本部「全国地震動予測地図」を基に5モデルを独自設定
山口	「国交省(日本海)」より1モデル、内閣府(南海トラフ)より5ケースを選定、「山口県地震・津波防災対策検討委員会」より2モデル、地震本部の長期評価を基に1モデルを独自設定
徳島	「内閣府(南海トラフ)」より4ケースを選定
香川	「内閣府(南海トラフ)」より5ケースを選定
愛媛	「内閣府(南海トラフ)」より3ケースを選定
高知	「内閣府(南海トラフ)」より6ケースを選定
福岡	「国交省(日本海)」より1モデル、「内閣府(南海トラフ)」より3ケースを選定、「新編日本の活断層(1991)」を基に「佐賀県地震・津波等減災対策調査」で検討した1モデル、地震本部の長期評価を基に1モデル、「長崎県地震発生想定検討委員会」で検討した1モデルを独自設定
佐賀	「国交省(日本海)」より1モデル、「内閣府(南海トラフ)」より2ケースを選定、「新編日本の活断層(1991)」を基に「佐賀県地震・津波等減災対策調査」で検討した1モデル、「長崎県地震発生想定検討委員会」で検討した1モデルを独自設定
長崎	「国交省(日本海)」より1モデル、「内閣府(南海トラフ)」より2ケースを選定、地震本部の長期評価を基に1モデル、「長崎県地震発生想定検討委員会」で検討した1モデル、「佐賀県地震・津波等減災対策調査」で検討した1モデルを独自設定
熊本	「内閣府(南海トラフ)」より3ケースを選定、地震本部の長期評価を基に3モデルを独自設定
大分	「内閣府(南海トラフ)」より1ケースを選定、地震本部の長期評価を基に2モデルを独自設定
宮崎	「内閣府(南海トラフ)」より2ケースを選定、地震本部の長期評価を基に1モデルを独自設定
鹿児島	「内閣府(南海トラフ)」より2ケースを選定、地震本部の長期評価を基に4モデル、1780年の桜島の海底噴火を想定した1モデル、1911年の奄美大島近海地震を想定した地震4モデルを独自設定
沖縄	南西諸島海溝(琉球海溝)で8モデル、沖縄トラフおよび宮古・八重山島嶼間で8モデルを独自設定

略記：

- ・国交省(日本海)：日本海における大規模地震に関する調査検討会
- ・内閣府(南海トラフ)：南海トラフの巨大地震モデル検討会
- ・内閣府(首都直下)：首都直下地震モデル検討会
- ・文科省(日本海)：日本海地震・津波調査プロジェクト

表 2 地方自治体の津波浸水想定と比較 2

府県	計算条件(独自の条件設定がある場合のみ記載)
茨城	沿岸部(県管理河川部分)の計算格子間隔を5mと設定、水門・堰が地震により全壊/破壊なしの2パターンを検討
愛知	河川の水位調整を考慮、二線堤の被害を75%沈下と設定
京都	河口部では砂州の流出を考慮した地形データを作成、護岸・堤防・防波堤は震度4以上でのみ被災を考慮
大阪	防潮施設の沈下/開閉状況を変えた3パターンを検討
和歌山	河道内の砂州等は、陸地とせず浸水域から除外、建物等のデータを詳細に評価し遡上計算に反映
島根	護岸・堤防・防波堤は震度4以上でのみ被災を考慮、水門・樋門等は地震との距離に応じて開放/閉鎖を設定
広島	水門・陸閘等は開放/閉鎖の2パターンを検討
山口	護岸・堤防・防波堤は震度4以上でのみ被災を考慮(日本海側の解説書にのみ記載)、水門・陸閘等は開放を想定(操作者の安全性確保の観点から)
香川	地盤高に震動による液状化沈下を考慮
長崎	沿岸部の計算格子間隔を12.5mに設定

まず、護岸・堤防・防波堤について、京都府・島根県・山口県では「想定震度が4以上の場合」のみ被災すると明記されている。また、大阪府では防潮堤等の沈下を考慮する場合・考慮しない場合の2パターンを検討している。一方で、津波越流時の条件設定としては、いずれの自治体も津波が越流し始めた時点で「破壊する」ものとし、破壊後の形状は「無し」としている。水門・堰等については、茨城県では水門・堰が地震により全壊または破壊なしの2パターンを、大阪府では水門・陸閘が開放/閉鎖の場合を組み合わせた3パターンを、広島県では水門・陸閘等が開放/閉鎖の2パターンを検討している。また、島根県では、日本海東縁部の地震では閉鎖、県近傍の地震では開放と設定している一方、山口県では操作者の安全性確保の観点から一律で開放(閉鎖しない)と設定している(浸水想定手引きでは、「津波襲来までに確実に操作が可能な施設については閉鎖状態として、それ以外の施設は開放状態として取り扱うものとする」と記載されている)。

地震による地盤変動は、概ね浸水想定手引きに従い設定されているが、特徴として香川県では、地盤高に液状化沈下を考慮していることが明記されている。

4. 津波浸水想定の実現の課題

3章の地方自治体の津波浸水想定の設定条件の技術的比較により、現状の地方自治体の津波浸水想定の実現の課題と考えられる事項を以下に纏める。

- ① 各都道府県で設定された最大クラスの津波やその計算条件が相違するため、一部の都道府県境界で最大クラスの津波の浸水領域が相違している。
- ② 津波防災地域づくり法に基づく津波浸水想定の基本計算条件は、国交省の津波浸水想定の手引きに記載されているものの、都道府県に委ねられている部分も多く、それによって、津波の浸水領域が大幅に変わり得る。

まず、①に関して具体事例を確認する。隣接県である秋田県と山形県の津波浸水想定を比較を図2に示す。最大クラスの津波をもたらすと想定される津波断層モデルとして、秋田県では「秋田県地震被害想定調査」の津波断層モデル(Mw8.7)を使用しているのに対して、山形県では、県の独自設定を実施せず、「国交省(日本海)」の断層モデル(Mw7.7 または Mw7.8)を準用している。想定された津波断層モデルのマグニチュードが大きく異なるため、図2の赤色点線で示した県境で津波浸水領域と津波浸水深が相違していることが分かる。ただし、この山形県と秋田県の県境の事例では、県境周辺に目立った民家等がなく、県境で変化する津波浸水想定を公表しても、課題が明るみにでない状況であると言える。

一方、熊本県と鹿児島県の津波浸水想定を比較を図3に示す。最大クラスの津波をもたらすと想定される津波断層モデルとして、熊本県では、「内閣府(南海トラフ)」より3ケース(ケース4・ケース5・ケース11)、また、地震本部の長期評価を基に、雲仙断層帯南東部および南西部、布田川日奈久断層帯の3モデルを独自に設定しているのに対して、鹿児島県では、「内閣府(南海トラフ)」より2ケース(ケース5・ケース11)、また、地震本部の長期評価を基に、鹿児島湾直下、県西部直下、甌島列島東方沖、熊本県南部の4モデル、また、1780年の桜島の海底噴火を想定した1モデル、1911年の奄美大島近海地震を想定した地震4モデルを独自に設定している。両県ともに上記の各シミュレーション結果を重ね

合わせ、最大となる浸水域・浸水深を、津波浸水想定としている。この事例では、境川という二級河川が熊本県南部と鹿児島県北部の境界となっているが、図3を見ると、境川の右岸である熊本県では全く津波浸水域が想定されていない一方で、境川の左岸である鹿児島県では、高く2.0m未満の津波浸水深が想定されている。この事例で注目すべきなのは、境川の両岸には、複数の民家等が立地しているという事実である。現状においては、隣接県で想定されている津波断層モデルが相違しているために、境川河口付近の熊本県側の民家は津波浸水想定域内ではないため、法令上の制約を受けることはないが、境川を隔てた対岸の鹿児島県側の民家は津波浸水想定域内となり、法令上の制約を受けるという不公平感が生じることになってしまう。

次に、②に関して考察する。津波浸水想定の実現条件のうち、都道府県による計算条件が一部相違し、かつ、その条件が津波の浸水領域に大きく影響すると考えられるのはまず、各種施設の津波計算上の取り扱いである。

防潮堤の沈下の取り扱いについては、多くの道府県で、耐震や液状化に対する技術的評価が無ければ、堤防高を地震前の25%と設定しているが、大阪府は、防潮堤の沈下を考慮する場合・考慮しない場合の2パターンを検討している。ここで、防潮堤の沈下を考慮しない場合には、津波という流体の特性を考慮すると、防潮堤の両端などで浸水領域が拡大したりすることが考え得るため、地域によっては、防潮堤の沈下を考慮することが、必ずしも最悪の想定となるわけではないことに留意する必要がある。現状、多くの道府県が実施している、堤防高を地震前の25%とする条件の計算では、最悪の想定となっていないことも考え得る。

また、水門等の取り扱いについては、多くの道府県で、耐震性を有し自動化された施設や常時閉鎖の施設は閉鎖条件、それ以外は開放条件のどちらかとして取り扱っているが、茨城県・大阪府・広島県では、どちらか一条件の設定ではなく、水門等が全壊または破壊なし、開放または閉鎖した場合などでパターン別で検討し、より悪条件となる計算条件を想定している。これも防潮堤の取り扱いの場合と同様、津波という流体の特性を考慮すると、水門が開放されている場合よりも、閉鎖されている場合の方が、津波浸水深が深く、また、津波浸水領域が大き

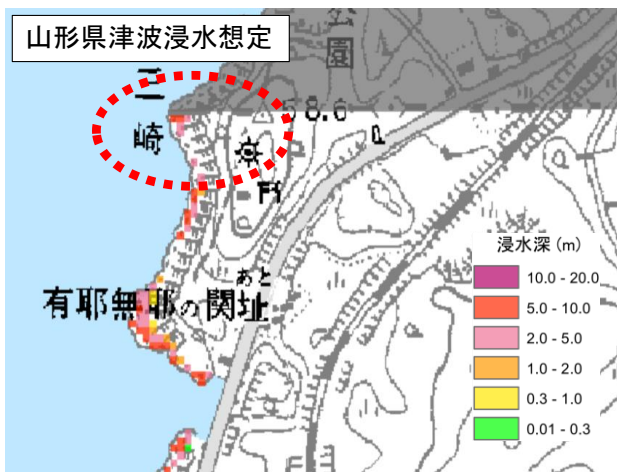
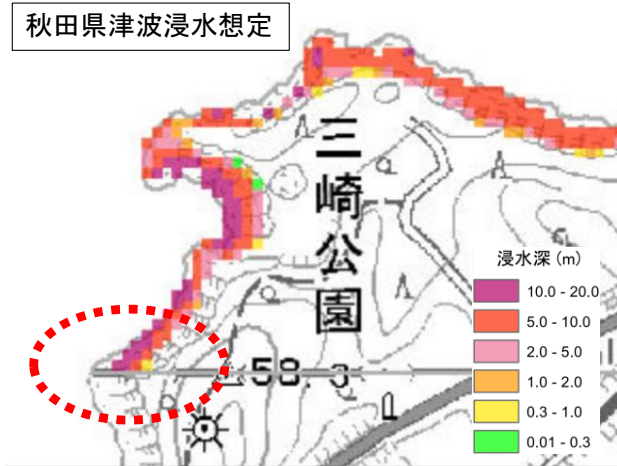


図2 秋田県・山形県の県境界付近の津波浸水想定

くなる場合も考え得る。現状、多くの道府県が実施している、一条件による計算では、最悪の想定となっていないことも考え得る。

浸水領域に大きく影響すると考えられる計算条件の観点では、和歌山県が建物等のデータを詳細に評価して計算している点も、他県と相違する点である。この場合、和歌山県の資料によれば、内閣府(南海トラフ)の浸水想定に対して、御坊市や湯浅町で浸水面積が小さくなったと説明されている。津波遡上における都市部の建物等の密集による抵抗を考慮するため、粗度を上げて計算したために浸水面積が減少したと推察されるが、最大クラスの津波浸水を想定するという津波防災地域づくり法の考えに基づけば、疑問が残る設定条件と言える。

以上、各道府県で設定されている最大クラスの津波による浸水域は、各道府県が設定した津波断層モデルや津波浸水計算の計算条件の足並みが揃っていないために、単純に最大クラスの津波浸水域として比較することは出来ないことを具体事例を通して確認した。これは、道府県間の住民の間に格差が生じる可能性が否定できない。

5. 津波浸水想定 の在り方に関する考察

前章までの議論に基づき、現状の津波防災地域づくり法に基づく津波浸水想定には幾つかの課題があることが分かった。これらの課題を解決するため、今後、地方自治体の津波浸水想定において留意すべき事項を考察する。

まず、隣接する都道府県で最大クラスの津波モデルが相違することに起因する課題に関しては、津波浸水想定の設定の手引きに「自らの都道府県の沿岸における最大クラスの津波を設定するに当たっては、隣接する都道府県において現在の科学的知見を十分に踏まえて設定されている想定津波があれば、これも十分に把握した上で、検

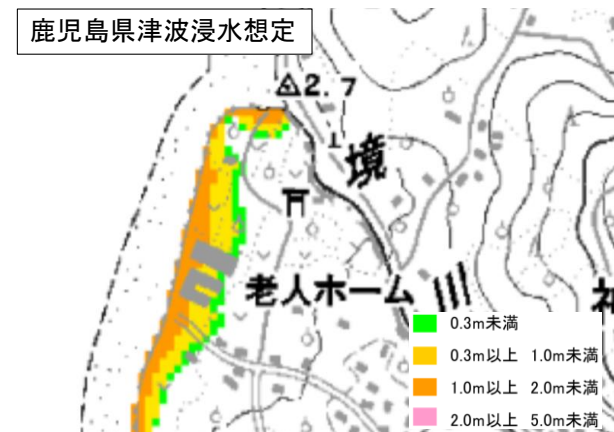
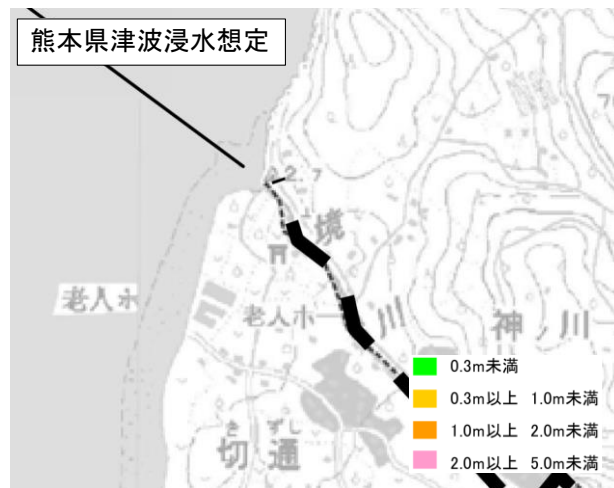


図3 熊本県・鹿児島県の県境界付近の津波浸水想定

討するものとする。」と記載されており、この内容を踏まえた対応を取れば、前述のような課題は生じ得ない。しかしながら、実際のところは、隣接する都道府県の事例を十分に踏まえた想定となっていない事例が散見された。今後新しく津波防災地域づくり法に基づく最大クラスの津波浸水想定を実施する都道府県は、隣接する都道府県と十分に密に連携を取りながら、津波浸水想定を実施する姿勢が求められると言える。密に連携を取り合うなかで、隣接する都道府県の津波浸水想定が「現在の科学的知見を十分に踏まえて設定されている」かどうかについても見極める必要がある。これについては、津波浸水想定を検討する委員会等で、理学、工学、社会学など、一分野に限らない複数の分野の専門家を招集し知見をまとめていく必要があると考えられる。

津波浸水想定 の計算条件に関しては、最悪の津波浸水を想定するため、ある一つの計算条件で決定するのではなく、考え得る複数の計算条件で計算したうえで最大となる浸水域や浸水深を抽出するなどの設定が妥当であると考えられる。都道府県間での計算条件の足並みを揃えるためには、このような複数の計算条件のパターンを、都道府県に委ねるのではなく、国主導で明示していくことが求められる。

6. おわりに

津波防災地域づくり法に基づく津波浸水想定の実施条件を地方自治体間で比較し、この制度または津波浸水想定 のガイドラインにおける留意事項や課題を議論した。

参考文献：

- 1) 国土交通省：津波浸水想定 の設定の手引き。2012.4.
- 2) 各自治体：津波浸水想定 について（解説），2017.3 現在