

高潮浸水想定について

(解 説)

令和3年11月

熊 本 県

目 次

1. 高潮浸水想定のおえ方	1
2. 留意事項	2
3. 高潮浸水想定区域図の記載事項及び用語の解説	
(1) 記載事項	3
(2) 用語の解説	3
(3) 高潮に関する基礎知識	4
4. 最大規模の高潮の設定について	
(1) 想定する台風の規模について	7
(2) 想定する台風のコースについて	7
5. 主な計算条件の設定	
(1) 河川流量について	8
(2) 潮位について	9
(3) 各種構造物の取り扱いについて	9
6. 高潮浸水シミュレーションについて	
(1) 計算領域及び計算格子間隔	10
(2) 計算時間及び計算時間間隔	10
(3) 陸域及び海域地形	10
7. 高潮による浸水の状況について	
(1) 市町別の浸水面積	10
(2) 最大浸水深分布	12
8. 浸水継続時間	13
9. 高潮浸水想定に係る検討体制について	14
10. 今後について	14
参考資料	
1. 最大となる台風のコースの設定	15
2. 市町別の最大高潮水位	17
3. 海岸堤防等の破堤の条件について	18

1 高潮浸水想定の方

我が国は、三大湾にゼロメートル地帯が存在するなど、高潮による影響を受けやすい国土を有しています。1961年の第2室戸台風を最後に、死者100人を超えるような甚大な高潮災害は発生していませんが、地盤沈下によるゼロメートル地帯の拡大、水害リスクの高い地域への中核機能の集積や地下空間の高度利用の進行、災害頻度の減少や高齢化等により住民が災害に対応する力の弱まりなど、高潮災害に対して、国土、都市、人が脆弱化している可能性があります。

海岸堤防等の施設規模を大幅に上回る津波により甚大な被害が発生した平成23年の東日本大震災以降、津波対策については、比較的発生頻度の高い津波（レベル1津波）に対しては施設の整備による対応を基本とし、発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波（レベル2津波）に対しては、なんとしても人命を守るという考え方にに基づき、まちづくりや警戒避難体制の確立等を組み合わせた多重防御の考え方が導入されています。

こうした津波対策と同様に、洪水・高潮等の外力についても、未だ経験したことのない規模の災害から命を守り、社会経済に壊滅的な被害が生じないようにすることが重要であることから、国土交通省において取りまとめられた「新たなステージに対応した防災・減災のあり方」（平成27年1月）の中で、水害、土砂災害、火山災害に関する今後の防災・減災対策の検討の方向性として、最大規模の外力を想定して、ソフト対策に重点をおいて対応するという考え方が示されています。

このような背景を踏まえ、平成27年5月に一部改正された水防法に基づき、高潮時の円滑かつ迅速な避難を確保し水災による被害の軽減を図るため、熊本県全沿岸において、想定し得る最大規模の高潮に対する高潮浸水想定区域図を作成するものです。

作成する高潮浸水想定区域図は、最悪の事態を視野に入れるという考えから、日本に接近した台風のうち既往最大の台風を基本とするだけでなく、台風経路も各沿岸で潮位偏差が最大となるよう最悪の事態を想定したものとして設定します。また、河川流量、潮位、堤防の決壊等の諸条件についても、悪条件を想定し設定しております。

なお、設定にあたっては、「高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver.2.10」※1（以下、「手引き」と記載）に準拠しております。

※1:令和3年7月 農林水産省 農村振興局 整備部 防災課、農林水産省 水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課、国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課、国土交通省 水管理・国土保全局 海岸室、国土交通省 港湾局 海岸・防災課

2 留意事項

- 高潮浸水想定区域図は、水防法に基づき、都道府県知事が高潮による浸水が想定される範囲、浸水した場合に想定される水深等を表示した図面です。
- 高潮浸水想定区域図の作成にあたっては、最悪の事態を想定し、我が国における既往最大規模の台風を基本とし、各海岸で潮位偏差（潮位と天文潮の差）が最大となるよう複数の経路を設定して高潮浸水シミュレーションを実施し、その結果を重ね合わせ、最大の浸水深が示されるようにしております。
- 最大クラスの高潮は、現在の科学的知見を基に、過去に実際に発生した台風や高潮から設定したものであり、これよりも大きな高潮が発生しないというものではありません。
- 最大クラスの高潮を引き起こす台風の中心気圧としては、我が国で既往最大規模の室戸台風（昭和 9 年）を想定しています。なお、この規模の中心気圧を持つ台風が来襲する確率は、三大湾（東京湾、大阪湾、伊勢湾）で見ると 500 年から数千年に一度と想定されています。
- 浸水域や浸水深は、局所的な地面の凹凸や建築物の影響のほか、前提とした各種条件を超える事象により、浸水域外でも浸水が発生したり、浸水深がさらに大きくなったりする場合があります。
- 地形図は、主に平成 28 年度に作成されたデータを使用しており、現在の地形と異なる場合もあります。
- 地下につながっている階段、エレベーター、換気口等が、浸水区域に存在する場合、地下空間が浸水する恐れがあります。
- 地盤高が朔望平均満潮位より低い地域については、堤防等が被災を受けた場合、高潮が収束した後でも、日々の干満によって、浸水が発生する可能性があります。
- 確実な避難のためには、気象庁が事前に発表する台風情報（気象庁は日本列島に大きな影響を及ぼす台風が接近している時には、24 時間先までの 3 時間刻みの予報等を発表しています。）や、市町村で作成されるハザードマップ等を活用してください。
- 台風が来襲する前に避難を完了し、高潮警報や避難勧告が解除されるまでは、避難を継続する必要があります。
- 今後、数値の精査や表記の改善等により、修正の可能性があります。

3 高潮浸水想定区域図の記載事項及び用語の解説

(1) 記載事項

- ① 浸水域
- ② 浸水深
- ③ 留意事項（前述の2の事項）

(2) 用語の解説（図一 1～3 参照）

① 高潮

台風等の気象じょう乱により発生する潮位の上昇現象。台風や発達した低気圧が通過するとき、潮位が大きく上昇することがあり、これを「高潮」といいます。

② 浸水域

高潮や高波に伴う越波・越流によって浸水が想定される範囲です。

③ 浸水深

陸上の各地点で水面が最も高い位置にきたときの地盤面から水面までの高さです。「水害ハザードマップ作成の手引き」（国土交通省水管理・国土保全局 平成28年4月）にもとづき図一 3のような凡例で表示しています。

④ 高潮偏差

天体の動きから算出した天文潮（推算潮位）と、気象等の影響を受けた実際の潮位との差（ずれ）を潮位偏差といい、その潮位偏差のうち、台風等の気象じょう乱が原因であるものを特に「高潮偏差」と言います。

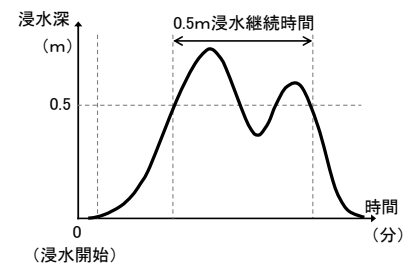
⑤ 高潮水位

台風来襲時に想定される海水面の高さを T.P.基準※2 で示したものを指します。

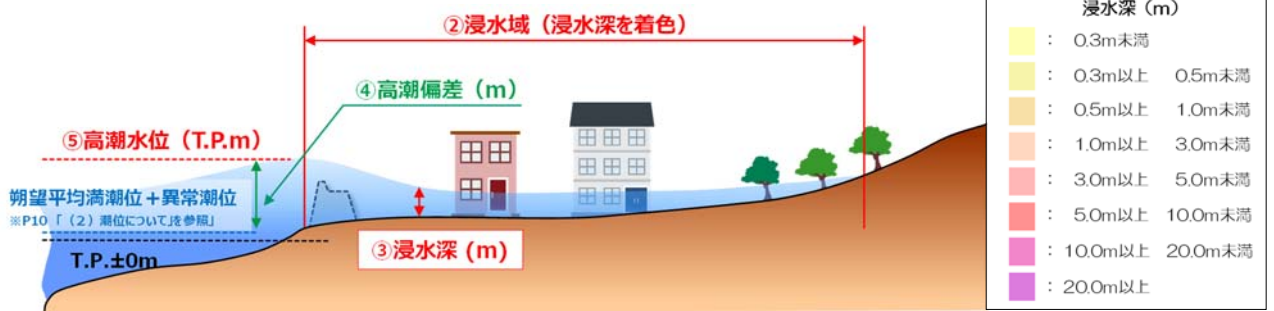
※2:T.P.基準とは、高さ（標高）を表す基準として一般的に用いられるものであり、東京湾の平均水面（潮の満ち引きがないと仮定した海水面）を T.P. 0m としています

⑥ 浸水継続時間

浸水深が 50cm になってから 50cm を下回るまでの時間です。ここで 50cm は、高潮時に避難が困難となり孤立する可能性のある水深として設定しています。なお、一旦水が引いて 50cm を下回った後、満潮等により再度浸水して 50cm を上回った場合は、図一 2 のように最初に 50cm を上回ってから最終的に 50cm を下回るまでの通算の時間としています。緊急的な排水対策等は考慮していないので、目安としての活用に留意してください。



図一 1 浸水継続時間



図一 2 高潮浸水想定区域図における用語の定義

図一 3 浸水深の凡例

(3) 高潮に関する基礎知識

① 高潮発生メカニズム

高潮は、主に「気圧低下による吸い上げ効果」と「風による吹き寄せ効果」が原因となって起こります。また、満潮と高潮が重なると高潮水位はいっそう上昇して、大きな災害が発生しやすくなります。この「気圧低下による吸い上げ効果」と「風による吹き寄せ効果」の内訳は以下の通りです。

■ 気圧低下による吸い上げ効果

台風や低気圧の中心では気圧が周辺より低いため、気圧の高い周辺の空気は海水を押し下げ、中心付近の空気が海水を吸い上げるように作用する結果、海面が上昇します。気圧が1ヘクトパスカル(hPa)下がると、潮位は約1cm上昇すると言われています。例えば、それまで1000ヘクトパスカルだったところへ中心気圧950ヘクトパスカルの台風が来れば、台風の中心付近では海面は約50cm高くなり、そのまわりでも気圧に応じて海面は高くなります。

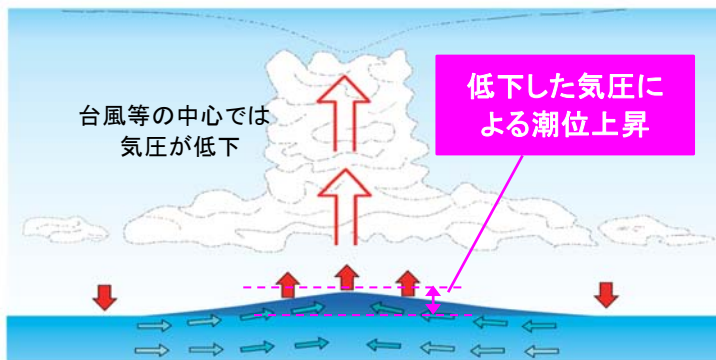


図-4 吸い上げ効果

出典：国土交通省「高潮発生メカニズム」を元に作成

■ 風による吹き寄せ効果

台風や低気圧に伴う強い風が沖から海岸に向かって吹くと、海水は海岸に吹き寄せられ、海岸付近の海面が上昇します。

この効果による潮位の上昇は風速の2乗に比例し、風速が2倍になれば海面上昇は4倍になります。

また遠浅の海や、風が吹いてくる方向に開いた湾の場合、地形が海面上昇を助長させるように働き、特に潮位が高くなります。

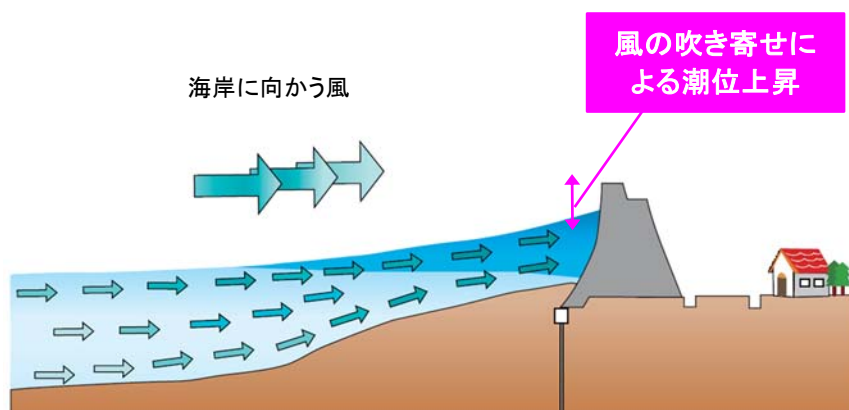


図-5 吹き寄せ効果

出典：国土交通省「高潮発生メカニズム」を元に作成

② 九州及び全国の主な高潮災害

我が国では熊本県を含め幾度となく高潮被害が発生しており、中でも昭和9年の室戸台風では上陸時気圧が観測史上の911hPaを記録し、戦後最大の風水害被害である昭和34年の伊勢湾台風では、5,000人を超える犠牲者を出しております。

表－1 九州及び全国での主な高潮災害※2

年月日	主な原因	上陸時気圧 (hPa)	主な被害地域	最高潮位 (T. P. m)	最大偏差 (m)	死者・行方不明者 (人)	全壊・半壊 (戸)
昭 2. 9.13	台 風	980	有明海	3.8	0.9	439	1,420
昭 9. 9.21	室戸台風	911 (観測史上最低)	大阪湾	3.1	2.9	3,036	88,046
昭 17. 8.27	台 風	950	周防灘	3.3	1.7	1,158	99,769
昭 20. 9.17	枕崎台風	916	九州南部	2.6	1.6	3,122	113,438
昭 25.9. 3	ジェーン台風	955	大阪湾	2.7	2.4	534	118,854
昭 26.10.14	ルース台風	935	九州南部	2.8	1.0	943	69,475
昭 34. 9.27	伊勢湾台風	930	伊勢湾	3.9	3.4	5,098 (戦後最大の風水害)	151,973
昭 36. 9.16	第2室戸台風	925	大阪湾	3.0	2.5	200	54,246
昭 60. 8.30	台風13号	955	有明湾	3.3	1.0	3	589
平 11. 9.24	台風18号	940	八代海	4.5	3.5	13	845

※2：国土交通省 水管理・国土保全局 HP 「高潮防災のために（高潮についての基礎知識） 3-1 日本における主な高潮被害」（<http://www.mlit.go.jp/river/kaigan/main/kaigandukuri/takashibousai/03/index.html>）の台風群のうち、主な被害地域が九州沿岸のものと、昭和以降の台風で死者が100名を超えるものを抽出して一部加筆し記載

③ 熊本県沿岸での高潮について

熊本県の沿岸は、右に示すように、国内最大の内湾であり日本一の干満差を持ち背後に熊本・玉名平野といった広大なゼロメートル地帯を有する『有明海沿岸』、天草諸島と九州本土に挟まれた閉鎖が高く、一部ではリアス式の海岸を有するなど変化に富んだ海域である『天草西沿岸』、有明海同様に内湾であり、八代平野というゼロメートル地帯を有する『八代海沿岸』の三沿岸に区分されています。

このような沿岸を有する熊本県は台風の常襲地帯でもあり、過去より幾度となく高潮の被害を受けています（表1参照）。特に、平成11年9月の台風18号により八代海湾奥部で高潮が発生し、不知火町松合地区で12名の方が亡くなるなど大きな被害を受け、また、その後も平成15年7月に水俣・芦北地域の南部での記録的な集中豪雨により、土石流で19名の犠牲者が生じ水俣川等の氾濫により市街地が冠水するなど大きな被害を受けました。

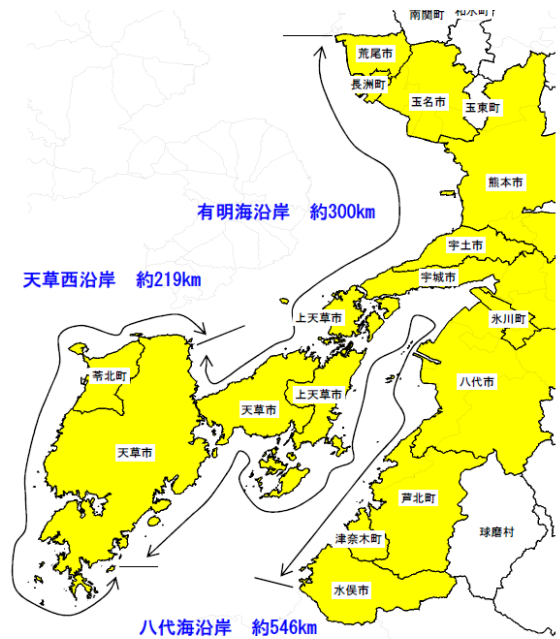


図-6 熊本県の沿岸区分



写真-1

平成11年台風18号での高潮被害を伝える新聞記事(熊本日日新聞)

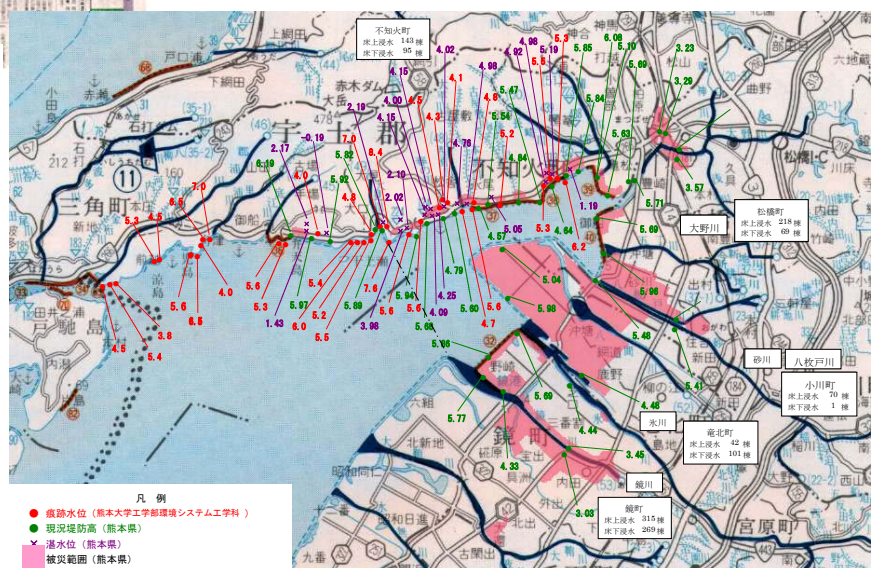


図-7 9918号での浸水箇所

4 最大規模の高潮の設定について

最大規模の高潮の各条件は以下の通り設定しております。このうち、台風の中心気圧、台風の半径（最大旋衡風速半径）、移動速度については、前出の「手引き」に記載された値を使用し、台風のコースについても「手引き」の考え方に準拠し設定しております。

(1) 想定する台風の規模について

想定する台風の中心気圧は、我が国での既往最大の台風規模である室戸台風（1934年）を基本とし、**図-8**のとおり、緯度に応じて気圧を変化させ、熊本県沿岸を含む九州地方に到達した後は、中心気圧を900hPaで一定としています。

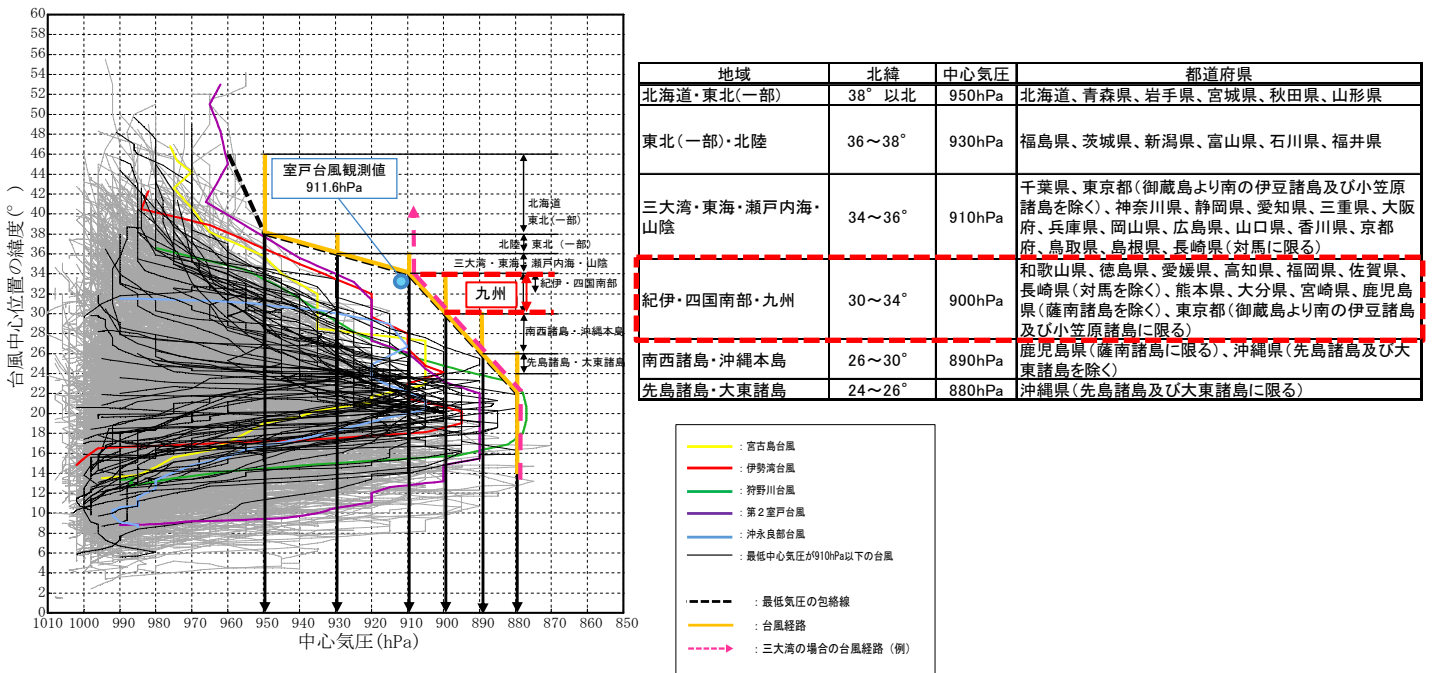


図-8 想定する台風の中心気圧

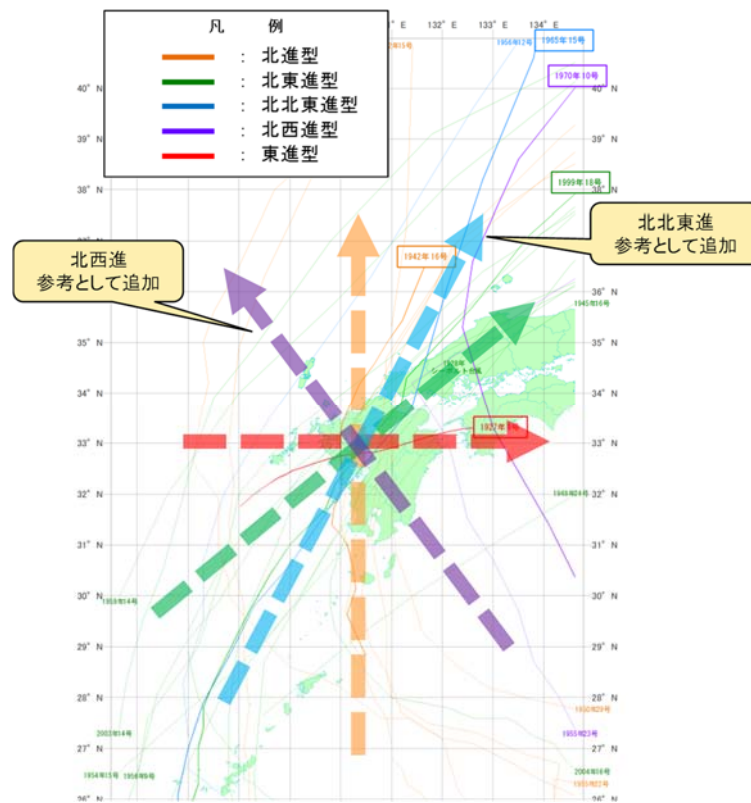
出典：「高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver. 1.00」（平成 27 年 7 月 農林水産省、国土交通省）

また、想定する台風の半径（最大旋衡風速半径）と移動速度は、我が国で最大の高潮被害となった伊勢湾台風（1959年）を参考に、それぞれ75 km、時速73 kmを採用します。

但し移動速度については、天草沿岸の一部で波高が最大となる時速50kmでも計算も実施しております。

(2) 想定する台風のコースについて

想定する台風の経路としては、過去に熊本県に来襲した台風の実績から、**図-9**に示すように「東進型」、「北進型」、「北東進型」、さらに参考として隣県で使用している台風コースである「北西進型」、「北北東進型」の5つを、熊本県にとって危険な台風の進行方向として選定しました。これらの5つの進行方向について、台風が「①実際の台風経路を通るケース」と「②直線的に通るケース」の、2種類の台風コースを設定し、それらを平行移動させて、各地点において偏差が最大となる台風コースを選定しました。



図－9 熊本県にとって高潮の危険がある台風の進行方向

5 主な計算条件の設定

河川流量、潮位、各種構造物については、以下のように悪条件を想定し設定しました。

(1) 河川流量について

水防上重要とみなされる河川（洪水予報河川・水位周知河川）に対しては、各河川の整備で目標とする流量（基本高水）に、現在あるダムや遊水地の効果を見込んだものを与えています。その他の河川については、流量を見込まずに高潮の影響を計算しています。

表－2 モデル化した河川

エリア	モデル化河川	備考
荒尾	菊池川	1級河川
	行末川	2級河川
玉名	菜切川	2級河川
	百川	1級河川
熊本	緑川	1級河川
	坪井川	2級河川
宇城	球磨川	1級河川
	氷川	2級河川
	大野川	2級河川
	二見川	2級河川
葦北・水俣	なし	
天草	広瀬川	2級河川
	内野川	2級河川
	下津江川	2級河川

(2) 潮位について

潮位については、H24年～H27年の潮位観測結果に基づく朔望平均満潮位に、異常潮位（高潮や津波とは異なる要因で潮位が1週間から3か月程度継続して高く、もしくは低くなる現象）0.128mを考慮し設定しております（表-3、図-10参照）。

表-3 朔望平均満潮位

海域	観測所名	朔望平均満潮位 (TPm)
有明海沿岸	熊本港	2.41
	長洲港	2.45
	合津港	2.20
天草灘西沿岸	鬼池港	1.92
	牛深港	2.21
	高浜港	1.61
八代海沿岸	富岡港	1.26
	永尾海岸	2.02
	三角港	2.18
	八代港	1.94
	水俣港	1.74
	大門港	1.82
	樋島港	1.90

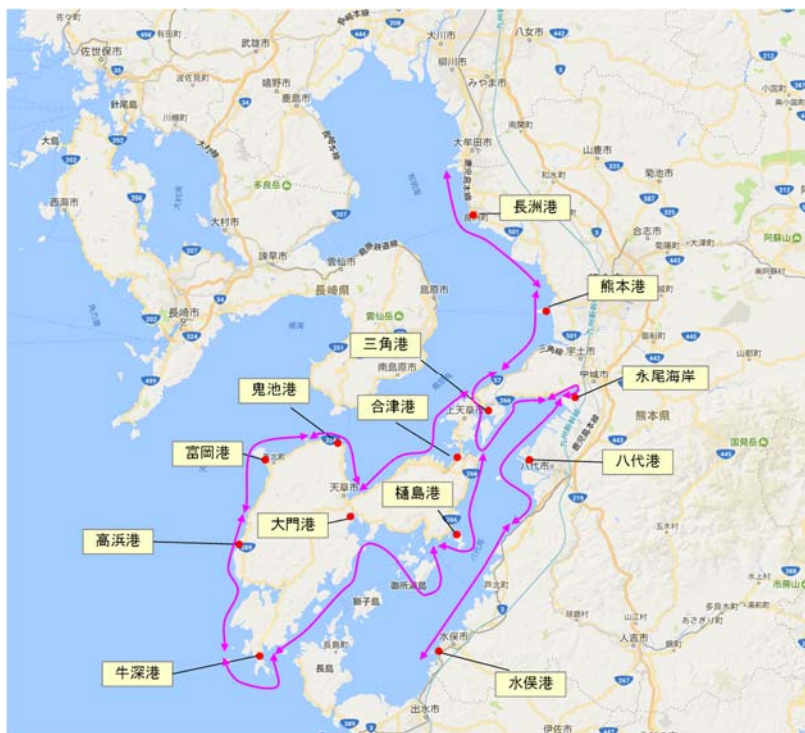


図-10 潮位観測所位置と適用範囲

(3) 各種構造物の取り扱いについて

- ① 潮位・波浪が各種施設の設計条件に達した段階で決壊するものとしております。また、水門・陸閘等については、操作規則通りに運用されるものとし、周辺の堤防と同時に決壊するものとしております。
- ② 決壊後の各種施設は、周辺地盤の高さと同様の地形として扱います。

表-4 構造物条件

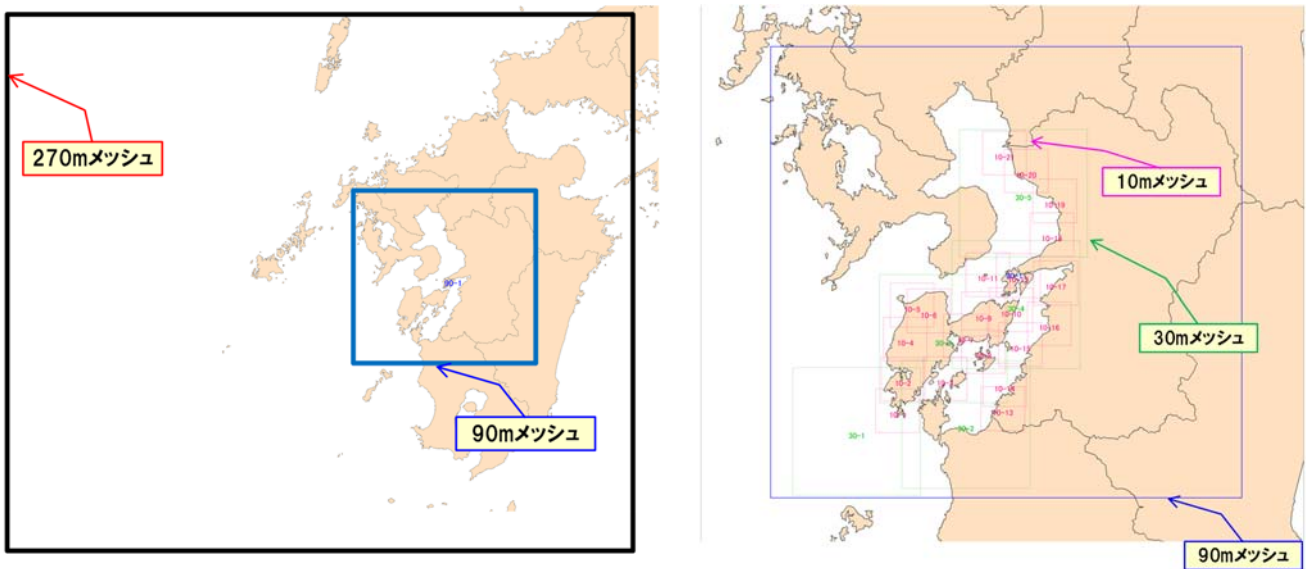
構造物の種類	条件
護岸	潮位・波浪が設計条件に達した段階で全て決壊。
堤防	潮位・波浪が設計条件に達した段階で全て決壊。
河川堤防	水位が計画高潮位や計画高水位に達した段階で決壊。
防波堤等の 沖合施設	潮位・波浪が設計条件に達した段階で全て決壊。
道路・鉄道	地形として取り扱う。
水門等	操作規則通りに運用されるものとみなし、周辺の堤防と同時に決壊。
建築物	建物の代わりに、高潮が押し寄せるときの摩擦（粗度）を設定。

6. 高潮浸水シミュレーションについて

各地域海岸において、浸水状況に影響を及ぼす台風経路の高潮浸水シミュレーション結果を重ね合わせ、最大となる浸水域、最大となる浸水深を表しました。

(1) 計算領域及び計算格子間隔

- ① 計算領域は、台風が移動する過程において、海面に影響を与える風を適切に表現できる範囲から、波浪に影響を与える海域の地形を再現できる詳細な範囲まで、熊本県沿岸に近づくにつれて順次小さくしました。
- ② 計算格子間隔は、熊本県沿岸を含む領域を 270m とし、順次、メッシュサイズを 1/3 にしながら接続し、海域における最小メッシュサイズは 10m としました。
陸域に関しては、陸上地形を再現できる程度の解像度として10m～25mメッシュとしました。



図－1 1 計算領域及び計算格子間隔

(2) 計算時間及び計算時間間隔

計算時間は、最大浸水範囲、最大浸水深及び浸水継続時間が計算できるように1週間以上とし、計算時間間隔は、計算が安定するように0.1～0.125 秒間隔としました。

(3) 陸域及び海域地形

- ① 陸域地形
陸域部は、主に国土地理院の基盤地図情報（数値標高モデル）5m、10m メッシュデータを用いて作成しました。
- ② 海域地形
海域地形は、海上保安庁の海図を元に作成したものを使用しております。

7 高潮による浸水の状況について

(1) 市町別の浸水面積

今回の高潮浸水想定による浸水が想定された市町毎の浸水面積は下記のとおりです。

表－5 市町毎の最大浸水規模と官公庁舎の浸水深

市町名		浸水面積 (km2)	施設名	浸水深 (m)
荒尾市		8.8	荒尾市役所	4.5
玉名郡長洲町		12.0	長洲町役場	5.6
玉名市		57.6	玉名市役所	3.6
熊本市	熊本市西区	22.0	西区役所	4.6
	熊本市中央区	0.6	中央区役所	—
	熊本市東区	4.8	東区役所	—
	熊本市南区	70.0	南区役所	3.5
	全体	97.4	熊本市役所	—
上益城郡嘉島町		6.2	嘉島町役場	—
宇土市		24.7	宇土市役所	4.0
宇城市		38.8	宇城市役所	2.1
上天草市		17.8	上天草市役所	2.5
天草市		36.2	天草市役所	3.0
天草郡苓北町		2.3	苓北町役場	—
八代郡氷川町		16.3	氷川町役場	4.3
八代市		112.0	八代市役所	4.4
葦北郡芦北町		3.9	葦北町役場	3.4
葦北郡津奈木町		0.9	津奈木町役場	2.3
水俣市		3.8	水俣市役所	—
合計		438.6		

注 浸水面積については、表示を小数点以下一桁で四捨五入しているため合計と合わないことがある。

(2) 最大浸水深分布

今回の高潮浸水想定による県下全域の最大浸水深分布は下記のとおりです。

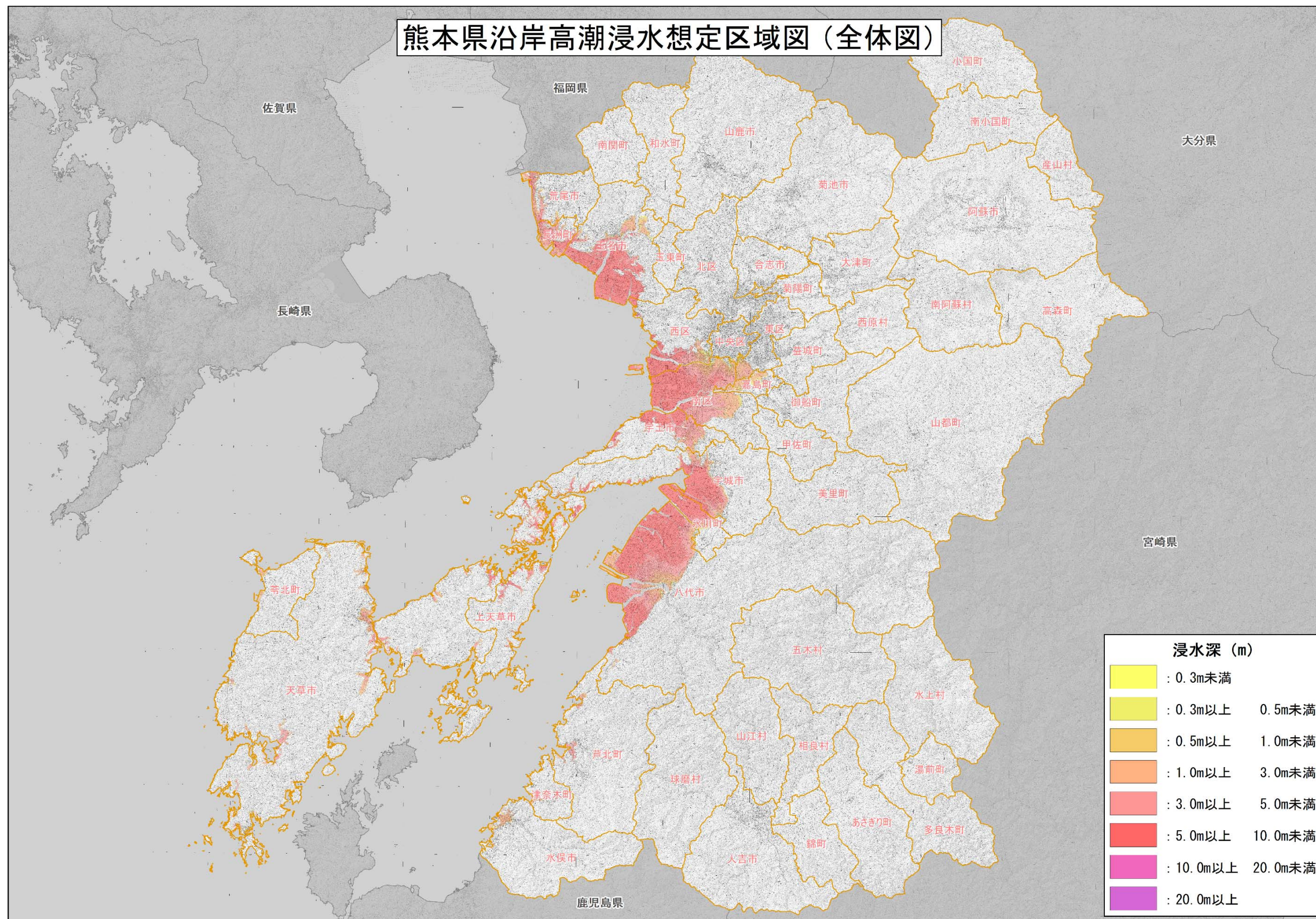


図-12 熊本県全域での最大規模高潮による最大浸水深分布

8 浸水継続時間

熊本県全域で想定される最大規模の高潮による水深 50 cm以上の継続時間は以下の通りとなっております。

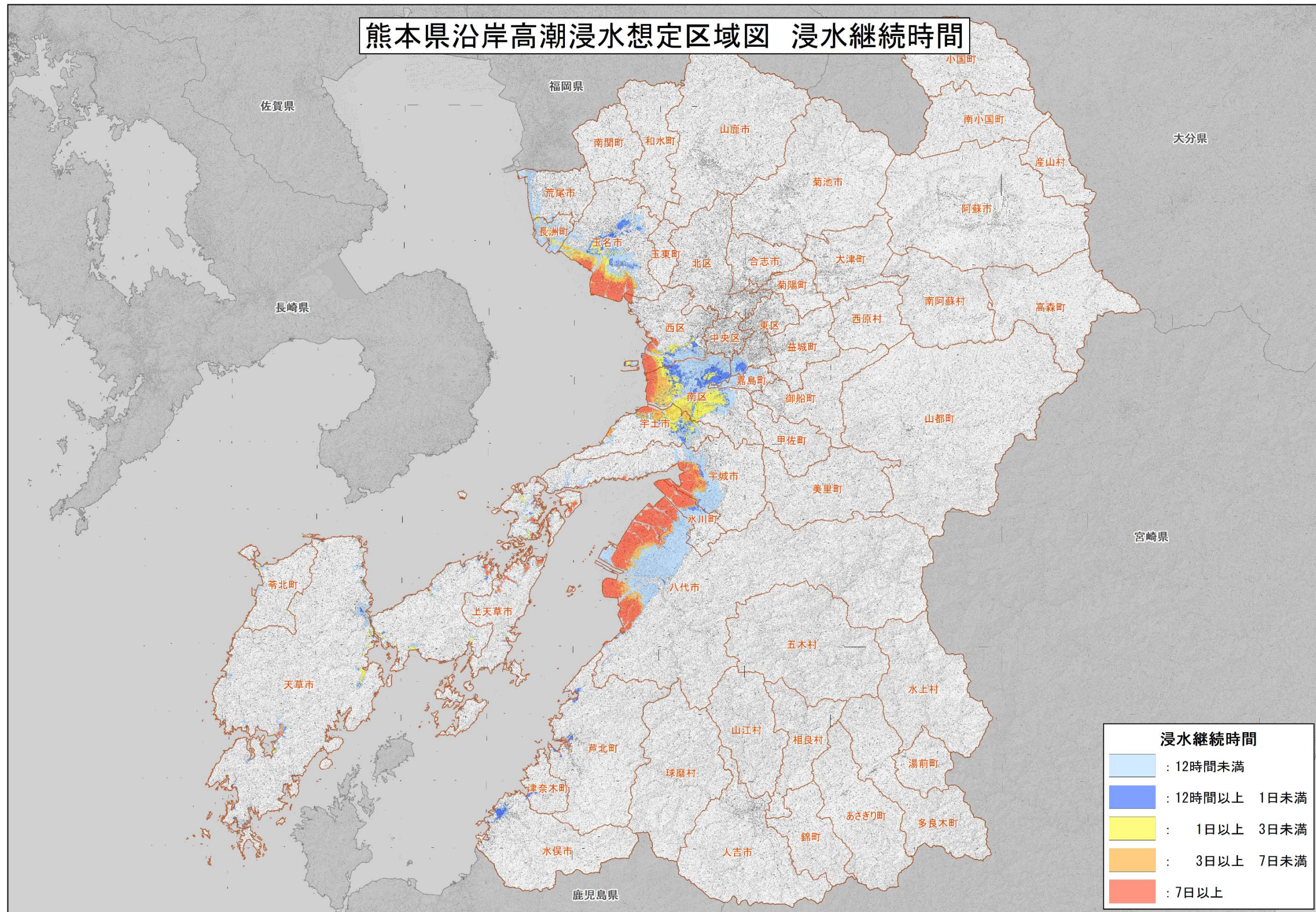


図-13 熊本県全域での最大規模の高潮に対する浸水継続時間

9 高潮浸水想定に係る検討体制について

今回の高潮浸水想定については、有識者ヒアリング（平成27年度に実施）において、有識者から様々な意見をいただき資料を作成しました。

表－6 ヒアリング名簿

氏名	所属	役職
橋本 典明	九州大学 大学院 工学研究院	教授
山城 賢	九州大学 大学院 工学研究院	准教授

10 今後について

今回の高潮浸水想定を基に、沿岸市町では、住民に対する危険区域の周知、避難方法の検討等に取り組むこととなるため、市町に対する技術的な支援や助言を行っていきます。

また、総合的な高潮防災対策として、関係部局や市町との連絡・協議体制を強化していきます。

なお、今回設定した高潮浸水想定については、新たな知見が得られた場合には、必要に応じて見直していきます。

1 最大となる台風のコースの設定

想定する台風の経路は、前述したように熊本県に來襲した台風の実績から、「東進型」、「北進型」、「北東進型」、「北西進型」、「北北東進型」の5つを、有明海沿岸にとって危険な台風の進行方向として選定しています。

同じ進行方向であっても、現実の台風のように途中で進む方向を変えながら通過する場合と、直線的に通過する場合は、沿岸部の高潮位に差が生じる可能性があります。

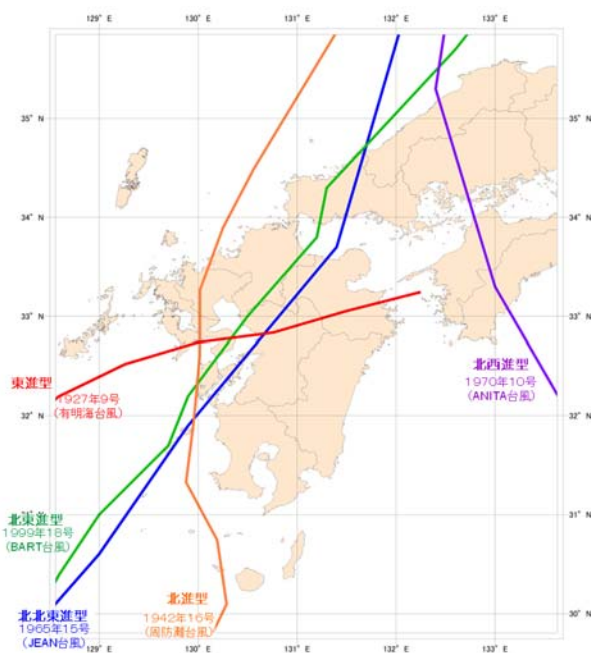
そこで前述した5つの進行方向に対し、台風が「①実際の台風経路を通るケース」と「②直線的に通るケース」の、2種類の台風コースを設定しております。この二種の台風コースを平行移動させて、沿岸各地点で最大の偏差となるコースを抽出するようにしております。

① 実際の台風経路を通過するケース

「東進型」、「北進型」、「北東進型」、「北西進型」、「北北東進型」の5つの方向に対し、台風や被害規模の大きさから、以下のように各方向の代表台風を選定し、その代表台風が実際に通ったコース（実績コース）を10～20 km間隔で平行移動させて想定台風のコースを設定しています。

表－1 代表台風の選定

方向	代表台風	備考
北進型	1942年16号（周防灘台風）	北進型の中で気圧が低く（935hpa）、九州・山口で高潮被害
北北東進型	1965年15号（JEAN台風）	北北東進型の中で気圧が低く（935hpa）、九州で高潮被害
北東進型	1999年18号（BART台風）	九州で高潮被害
東進型	1927年9号（有明海台風）	有明海中心に甚大な高潮被害
北西進型	1970年10号（ANITA台風）	山口で高潮被害



図－1 代表台風のコース

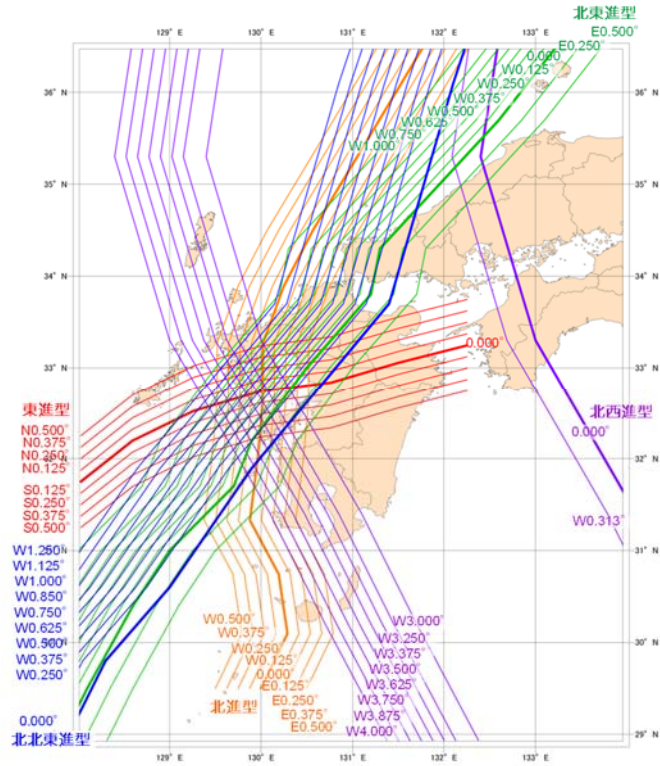


図-2 実績コースを平行移動させた想定台風のコース

② 直線的に通過するケース

「東進型」、「北進型」、「北東進型」、「北西進型」、「北北東進型」の5つの方向を直線化し、それを10~20 km間隔で平行移動させて想定台風のコースを設定しています。

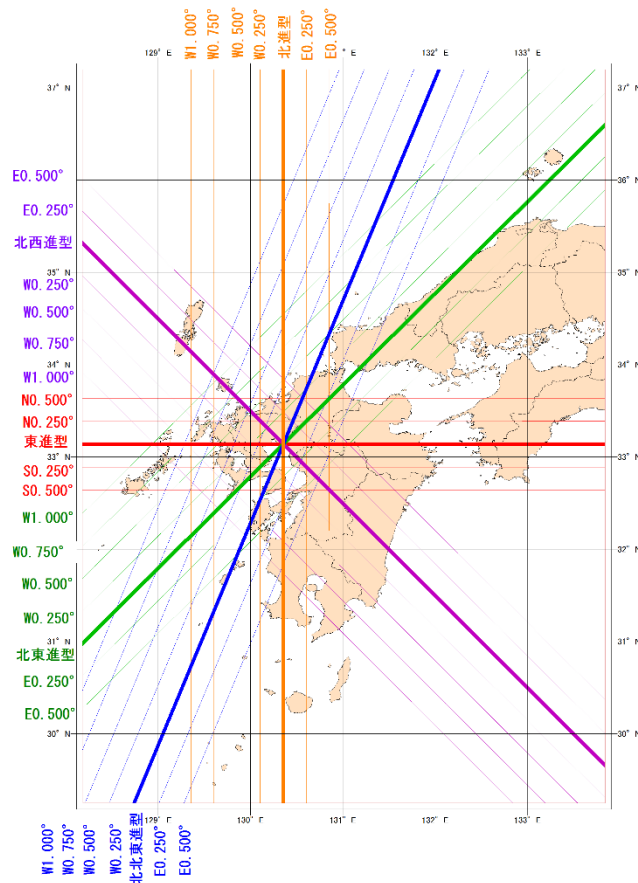


図-3 各方向を直線化したものを平行移動させた想定台風のコース

2 市町別の最大高潮水位

今回の高潮浸水想定での沿岸市町毎の最大高潮水位は下記のとおりです。

表－2 市町毎の最大高潮水位

市町名	最大潮位 (m)
荒尾市	7.6
玉名郡長洲町	7.6
玉名市	8.1
熊本市	8.9
宇土市	8.9
宇城市	7.7
上天草市	6.9
天草市	6.2
天草郡苓北町	5.9
八代郡氷川町	6.9
八代市	6.9
葦北郡芦北町	5.3
葦北郡津奈木町	4.5
水俣市	4.4

3 海岸堤防等の破堤の条件について

海岸堤防等を整備するにあたっては、防ごうとする高潮や波浪の大きさにより「計画高潮位」※3「うちあげ高」※4「許容越波量」※5等の設計上の基準を決め、その基準に従って堤防の高さや構造等を決めています。

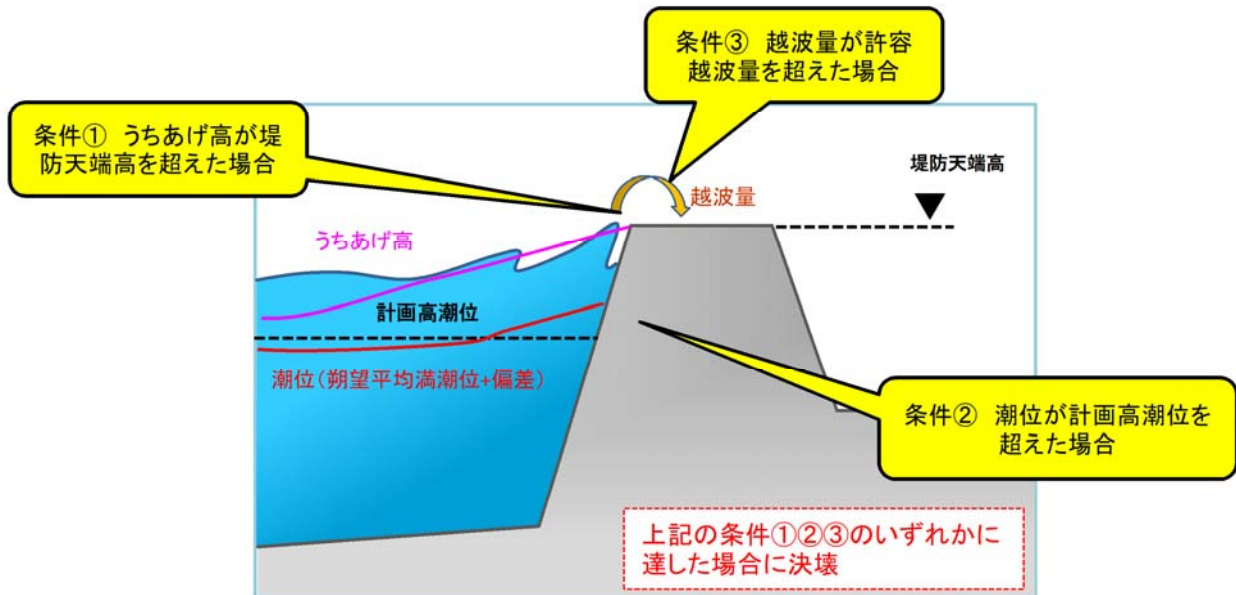
※3:計画高潮位とは、施設設計で目標とする台風により引き起こされる潮位の高さのことです。

※4:うちあげ高とは、波が、堤防にぶつかって跳ね上がった高さのことです。

※5:許容越波量とは、波が堤防を越え海水が流れ込んだ場合に、施設として安全を保てる海水の量（越波量）のことです。

今回の高潮浸水想定区域図では、前述のように最大規模の高潮を外力とするため、想定する高潮水位（潮位）や波浪は、これら設計上の基準を上回ることになります。

そこで、高潮浸水シミュレーションを行う際には、高潮水位や波浪が設計上の基準である「計画高潮位」「うちあげ高」「許容越波量」を上回った時点で、海岸堤防等は決壊するものとして扱っています。



図一 4 堤防等の施設に対する決壊の考え方