

高潮浸水想定区域図の作成に関する説明資料
【渡島総合振興局管内のうち長万部町～福島町】

令和 7 年 5 月

北 海 道 庁 河 川 砂 防 課

はじめに

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。また、想定し得る最大規模の高潮による氾濫が海岸や河川から発生した場合に想定される浸水の危険性について、住民の皆さまにお知らせし、避難等の対策を講じていただくことを目的として作成しています。

高潮浸水想定区域図の作成に当たっては、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と高潮を外力の基本としています。海岸での潮位偏差（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、最大の浸水深と継続時間が示されるようにしています。

高潮浸水想定区域図を活用する際には、次の事項に留意する必要があります。

留意事項

- 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す。そのため、必ずしも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。また、地球温暖化に伴う気候変動による海面上昇など、将来における気象・海象条件の変動は見込んでいません。
- 浸水域や浸水深は、検討時以降の地形の改変や建築物の築造など、前提とした各種条件から変更がある場合には、浸水域外でも浸水が発生する恐れや、浸水深が大きくなる恐れがあります。
- 地下につながっている階段、エレベータ、換気口等が浸水区域に存在する場合は、地下空間が浸水する恐れがあります。
- 今後、数値の精査や地域防災計画の見直し、標記の改善等により、修正・変更の可能性があります。

1 渡島総合振興局管内の市町村におけるこれまでの高潮被害

(1) これまでの高潮被害

渡島総合振興局管内の沿岸部には、函館市、北斗市、長万部町、八雲町、森町、鹿部町、木古内町、知内町、福島町および松前町の2市8町が位置しています。渡島総合振興局管内の沿岸は、地球岬から恵山岬までで区分される渡島東沿岸と恵山岬から白神岬までで区分される渡島南沿岸にまたがって位置しています。渡島東沿岸および渡島南沿岸は、それぞれ道が策定した「渡島東沿岸海岸保全基本計画」(平成28年6月公表)および「渡島南沿岸海岸保全基本計画」(令和2年3月公表)の下、防護面、環境面および利用面に配慮した海岸保全が進められています。

長万部町、八雲町、森町、鹿部町、七飯町、函館市が接する内浦湾は、その地形から、外洋から流入した水塊が溜まることにより海面の水位が上昇しやすくなっています。

渡島南沿岸は、地理的に北海道の台風の最前線にあることから、ある程度勢力を維持した台風が接近してきます。津軽海峡内で吹く風による吹き寄せに加えて、津軽海峡の西口および東口から、それぞれ水塊が流入してくることにより、海峡内の海面の水位が上昇します。

このような特徴から、渡島総合振興局管内は高潮および高波による被害を度々受けており、昭和32年の台風や平成18年の低気圧では多くの漁船が破損するなどの被害が発生しました。(表-1参照)。

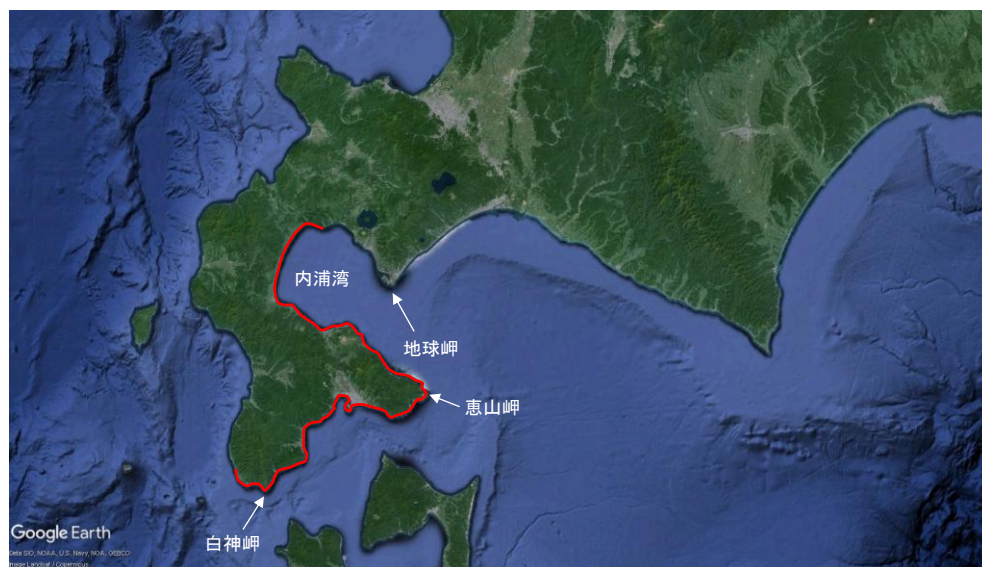


図-1 航空写真(渡島総合振興局)

表-1 渡島総合振興局管内における高潮被害実績一覧

No.	年月日	種別	被災種別	地域	台風・低気圧に関する被害状況	高潮・高波に関する被害状況
1	1957(S32)/ 12/18-19	低気圧	暴風 高潮	道南	沿海州沿いに北東進した低気圧による 松前奥尻方面 での 高潮 により漁船59隻破損。	18日夜半から19日午前にかけて 松前地方の海岸一帯に高潮 が押寄せ、各地で家屋浸水、漁船遭難などかなりの被害が出た。福島町、潮見町、月崎町、観竜町付近で床下浸水約50戸、福島川の一部氾濫。松前町で漁船中破8隻、同小破12隻、磯舟流失38隻、同大破45隻。(1957/12/20北海道新聞朝刊)
2	1960(S35)/ 10/21	低気圧	暴風 高波	道央	太平洋上を通る台風24号の余波により、苫小牧、白老で幼児2溺死。	台風24号の影響で起きた太平洋岸の 高波 にさらわれ、苫小牧市と白老郡白老町で幼児が行方不明になった。(中略)この 高波 で白老町虎杖浜では3回にわたり国道付近まで波が押し寄せ、床下浸水の家屋を出した。(中略)道南の海岸一帯に21日午後2時頃、高さ約3mの 高波 が押し寄せた。(中略)特に亀田郡尻岸内村字豊浦から戸井村字原木間約6kmの二級国道は、同日正午頃から波に洗われている。(1960/10/22北海道新聞朝刊)
3	1965(S40)/ 1/8-9	低気圧	暴風 大雪 高波 高潮	道南 道東	全道：太平洋を北東進した低気圧により、行方不明1名、重傷4名、軽傷15名、全半壊139戸、床上浸水473戸、床下浸水692戸、土木・水産施設に著しい被害あり。被害額 4,598,969千円 。知内町では救助法適用。 別海 ：低気圧による 高潮 により、半壊1、一部破損19、床上浸水23、床下浸水74。	8日午後から道道函館-樺法華-森線のうち、下海岸沿いの全線が 高波 のため通行が危険となり、渡島管内戸井村字厚木では同4時半ごろ道路が決壊、車両の通行が不能となった。(中略)渡島管内木古内町は、8日午後5時ごろ 高波 のため佐女川の河口が砂でふさがり、あふれた水のため本町の国保病院が床上浸水したほか、浜付近一帯の民家約60戸が床上、床下浸水した。(1965/1/9北海道新聞朝刊) 高波 で全半壊、浸水した家屋が続出した知内村には災害救助法も発動された。(中略) 宇藻元 では、午前10時半ごろ波高7mを超える 高潮 が押し寄せ、海岸線の民家のほとんどが波に洗われ、同部落の約4分の1が浦手をこうむった。(中略) 高潮 をまともにかぶった 浜中町霧多布のボキベツ、ビワセの海岸地帯 は、非住家も含めた家屋の損害は148戸にのぼったほか港内や陸に上がっていた漁船が沖へ流され、木の葉のようにもみくちゃにゆれ、中には防潮堤にたたきつけられ、みじんに砕かれる漁船も続出、沈没、流失、破損を合わせた被害は
4	1999(H11)/ 9/24-25	台風	暴風 波浪	全道	台風18号の通過により、函館では、軽傷者1人、一部損壊家屋33棟、住家被害7棟、農作物被害1.5ha、農業用施設被害10件、土木被害1件、商工被害21件、公立文教被害9件、都市施設被害251件、その他の被害22件。留萌では1,321世帯停電。	記事なし
5	2004(H16)/ 9/7-8	台風	暴風 大雨 波浪 高波	全道	台風18号の通過により、死者9名、重傷者97名、軽傷者376名。全壊18棟、半壊318棟、一部破損10,778棟、床上浸水88棟、床下浸水42棟、被害総額 54,217百万円 。	8日午前9時35分ごろ、渡島管内戸井町汐首町の船揚場で磯舟をロープで引き揚げていた男性6人のうち、4人が 高波 にさらわれた。このうち、1人は約3時間後、約1.5km離れた海岸で収容されたが死亡していた。残る3人はロープにしがみつくなど自力で船揚場上がった。(中略)檜山管内大成町では、男性が 高波 にさらわれ行方不明となった。(2004/9/8北海道新聞夕刊) 9日午前7時20分ごろ、後志管内神恵内村瑞内の国道229号大森大橋(全長429m)の橋げたが 高波 にさらわれ、長さ158mに渡って落下した。(中略)宗谷管内利尻町仙法志では、午後3時半頃、2人が自宅近くの前浜で磯舟を陸揚げしようとして 高波 にさらわれた。(2004/9/9北海道新聞夕刊)
6	2006(H18)/ 10/6-8	低気圧	大雨 洪水 暴風 波浪 高波 高潮	全道	全道：重傷者3名、軽傷者8名、住家半壊4棟、一部破損562棟、床上浸水72棟、床下浸水256棟、被害総額 29,055百万円 。 羅臼 ： 高潮 発生。住宅被害12件、非住家破損109件、漁業被害(漁具30件、漁船20件、前浜侵食等51件)101件、その他7件、被害総額 554百万円 。 標津 ： 高潮 発生。新川上町と忠類地区の3棟が床下浸水。水産被害では、鮭定置網28ヶ所全てに被害があったほか、船やホタテ資源などに甚大な被害があった。被害総額 1,037百万円 。 根室 ： 高潮 発生。観測史上極値となる最大瞬間風速42.2m/sを記録。重傷者2名、軽傷者5名、住宅被害242件(床上浸水13件、床下浸水12件、一部損壊217件)、農業被害134件、水産被害458件、商工被害100件など。被害額 1,968百万円 。	8日未明、 高潮 の影響で雨水管を逆流した海水が 根室市緑町商店街 に押し寄せ、書店が床下浸水した。(中略) 高波 などで漁業関係の被害も相次ぎ、広尾町ではコンブ漁船約80隻が水没したり打ち上げられるなどして破損。広尾漁協のウニ種苗生産施設も、波や打ち上げられた漁船によって一部壊れた。函館市内の南茅部地区などでは 高波 が防波堤を越え、停泊中の小型漁船など約20隻が破損。根室市内の根室、落石、歯舞の各港では、停泊中の漁船計8隻が 高波 で沈没した。(2006/10/9北海道新聞朝刊) JR日高線の鶴川-静内間では、 高波 で線路へ土砂が流入するなどの被害が22カ所発生した。(2006/10/10北海道新聞朝刊)
7	2007(H19)/ 1/6-8	低気圧	強風 波浪 高波 高潮	全道	全道：軽傷者5名、住家半壊14棟、一部破損244棟、床上浸水4棟、被害総額 3,625百万円 。 標津 ： 高潮 による3件の水産被害、被害総額 5百万円 。 根室 ： 高潮 発生。最大瞬間風速35.2m/s。市内約3,800世帯で停電。床下浸水2件、住家被害4件。	函館市内では強風のピークと満潮が重なり、人気観光地の金森赤レンガ倉庫前で、波が岸壁を越え道路に海水が流れ込み、約15cmも冠水した。このため函館西署は周辺の道路を一時通行止めにした。(2007/1/8北海道新聞朝刊)
8	2012(H24)/ 4/4	低気圧	暴風 大雨 波浪 高波	全道	3日～4日にかけての強風により、北海道の広い範囲で住家の屋根が剥離するなどの被害や転倒によるけが人が発生。渡島・檜山地方では、 高波 の影響により漁船の流出や漁具の破損など、漁業施設への被害が発生。釧路町や厚岸町、根室市、斜里町では、大雨や融雪の影響で住家9棟が床上・床下浸水。	渡島管内知内町のが谷石漁港では係留してあった漁船(6.5t)が 高波 を受けて転覆。(2012/4/4北海道新聞夕刊) 檜山管内奥尻町の松江漁港では係留されていたカレイ刺し網漁船(4.9t)1隻が防波堤を越えた波を受け転覆した。釧路管内厚岸町の海岸沿いにある床潭地区のコンブ干場には、 高波 が押し寄せ、砂利や砂が打ち上げられた。(2012/4/5北海道新聞朝刊)
9	2013(H25)/ 10/16	台風	暴風 大雪 波浪 高波 高潮	道央 道東	全道：台風26号の通過により、住家一部損壊133棟、床上浸水4件、河川の増水と倒木による停電により97戸(置戸町、根室市、南富良野町、北斗市)。被害総額 1,458百万円 。 根室 ： 高潮 発生。最大瞬間風速36.7m/s。トタン屋根剥離や学校をはじめとした公共施設にも被害が発生。臨時に避難所を開設(4箇所)し、1世帯3人を受け入れ。被害総額 226百万円 。	日高管内日高町内で 高波 による線路下の盛り土の流出が見つかった日高線などで快速と普通列車計37本が運休した。(2013/10/18北海道新聞朝刊)

(2) 顕著な高潮偏差をもたらした気象条件

当該沿岸に顕著な高潮偏差をもたらした気象条件を表- 2 および表- 3 に示します。これらの表から、台風および夏期・冬期の低気圧が当該沿岸に顕著な高潮偏差をもたらす気象条件であることが分かります。

表- 2 森港に顕著な高潮偏差をもたらした条件

順位	高潮偏差(cm)	発生日時	気象条件
1	82	2002/12/27	低気圧
2	73	2004/02/23	低気圧
3	72	2000/09/02	低気圧
4	71	2003/01/28	低気圧
5	71	2005/01/12	低気圧
6	66	1972/09/16	低気圧

表- 3 函館港に顕著な高潮偏差をもたらした条件

順位	高潮偏差(cm)	発生日時	気象条件
1	61	1954/09/26	台風
2	58	2004/09/08	台風
3	49	2004/02/23	低気圧
4	48	2012/04/04	低気圧
5	46	2004/08/31	台風
6	45	1999/09/24	台風
7	45	2021/02/16	低気圧

2 高潮浸水想定概要

図-2 に高潮浸水想定区域図作成までの検討フロー図を示します。また、北海道における検討結果の概要を併記しています。

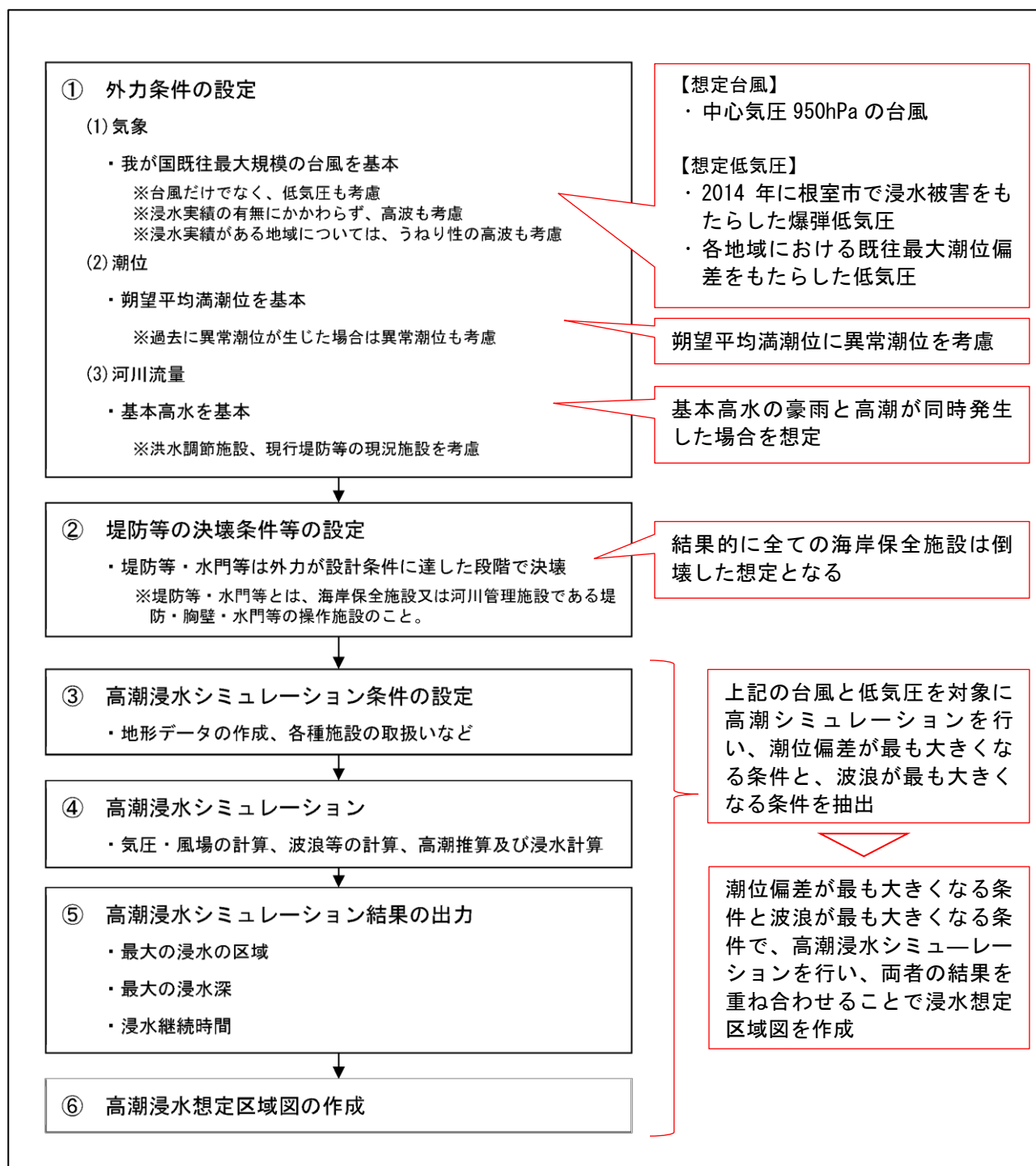


図-2 検討フロー図(『高潮浸水想定区域図作成の手引き』記載のフロー図に加筆)

3 外力条件の設定

(1) 想定する台風および低気圧の設定

① 想定する台風の規模

想定する台風は、表- 4 に基づき以下のとおり設定しました。

- ・ 中 心 気 圧 : 950hPa(室戸台風級を想定)
- ・ 最大旋衡風速半径 : 75km(伊勢湾台風級を想定)
- ・ 移 動 速 度 : 73km/h を上限値として感度分析により危険側の条件を検討

※最大旋衡風速半径は、台風の中心から台風の周辺で風速が最大となる地点までの距離

表- 4 想定台風の諸元

地域	北緯	中心気圧	都道府県
北海道・東北(一部)	38° 以北	950hPa	北海道、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県
東北(一部)・北陸	36～38°	930hPa	福島県、茨城県、新潟県、富山県、石川県、福井県
三大湾・東海・瀬戸内海・山陰	34～36°	910hPa	千葉県、東京都(御蔵島より南の伊豆諸島及び小笠原諸島を除く)、神奈川県、静岡県、愛知県、三重県、大阪府、兵庫県、岡山県、広島県、山口県、香川県、京都府、鳥取県、島根県、長崎県(対馬に限る)
紀伊・四国南部・九州	30～34°	900hPa	和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県(対馬を除く)、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県(薩南諸島を除く)、東京都(御蔵島より南の伊豆諸島及び小笠原諸島に限る)
南西諸島・沖縄本島	26～30°	890hPa	鹿児島県(薩南諸島に限る)、沖縄県(先島諸島及び大東諸島を除く)
先島諸島・大東諸島	24～26°	880hPa	沖縄県(先島諸島及び大東諸島に限る)

項目	設定方法	設定根拠
上陸時中心気圧	地域に応じて設定	
最大旋衡風速半径	75km	伊勢湾台風
台風の移動速度	73km/h	伊勢湾台風

出典：高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver. 2. 11, 令和 5 年 4 月, p. 15-16

②想定する台風の経路

- ・ 概略の高潮シミュレーション(格子サイズ 100m、陸上への浸水を考慮しない解析)を行い、最も危険となる台風を検討しました。
- ・ 移動方向毎に、50km 間隔でコースを平行移動しながらシミュレーションを行い、潮位偏差と波高が大きくなる経路の絞り込みを行いました。
- ・ さらに、絞り込んだ経路に対して、10km 間隔で平行移動したシミュレーションを行い、最も潮位偏差が大きくなる経路と波浪が大きくなる経路を抽出しました。
- ・ 波浪が大きくなった経路に対して、移動速度が遅かった場合のシミュレーションを行い、最も波浪が大きくなる条件を決定しました(移動速度が遅い方が、波浪が発達しやすい可能性があるため)。

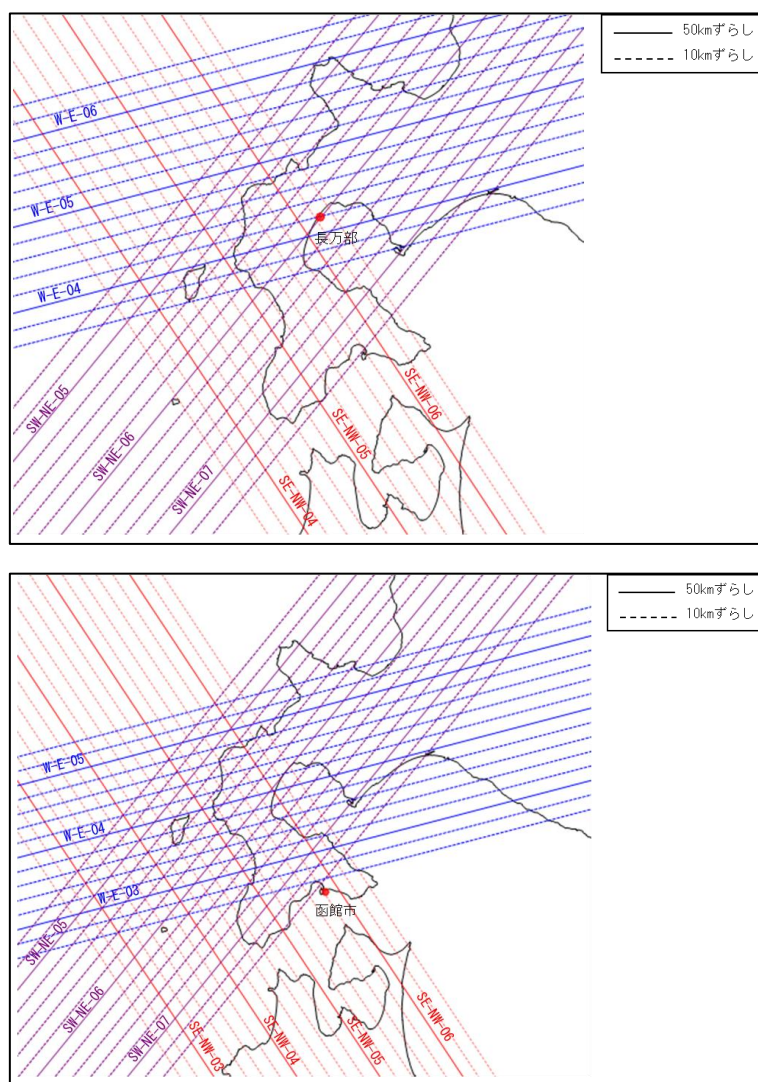


図-3 想定台風の検討経路(上:長万部漁港、下:函館港)

③想定する低気圧の規模

想定する低気圧の規模は、2014 年に根室に顕著な高潮を発生させた低気圧(1996 年以降で北海道・東北地方・北陸地方において我が国既往最大規模の低気圧)および当該沿岸(函館港)に既往最大の高潮偏差をもたらした低気圧(2004/02/23 低気圧)としました。加えて、内浦湾内の市町村に対して危険となりうる経路として 2007/01/07 低気圧(胆振総合振興局管内の沿岸に既往最大の高潮偏差をもたらした低気圧)も対象としました。

④想定する低気圧の経路

- ・ 2014 年根室高潮について、対象箇所の直上を低気圧が通過するコースを設定しました。
- ・ 2004/02/23 低気圧について、実際の経路および実際の経路を北方向に 20km 平行移動したコースを設定しました。
- ・ 2007/01/07 低気圧について、実際の経路および実際の経路を西方向に 20km 平行移動したコースを設定しました。

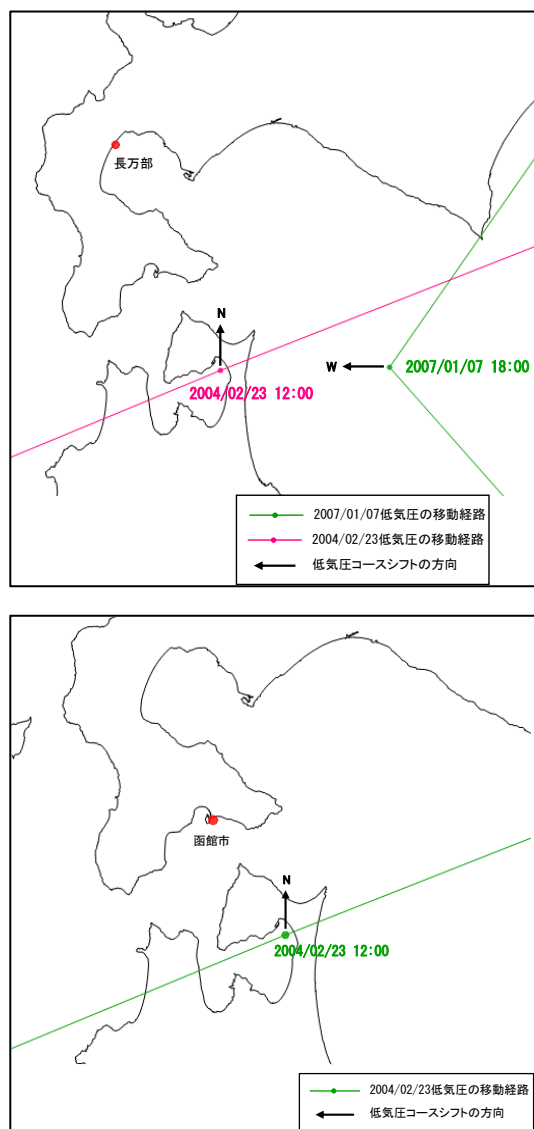


図- 4 想定する低気圧の検討経路(2007/01/07 低気圧および 2004/02/23 低気圧)

⑤想定外力の選定結果

上記で設定した想定台風および想定低気圧のうち、各市町村において高潮偏差が最大となる条件と波浪が最大となる条件を選定し、陸上までの浸水を含めた高潮浸水シミュレーションを実施しました。

なお、想定外力の選定に当たっては、まず長万部町、八雲町、函館市および知内町における条件を選定しました。その際、想定外力と最大高潮偏差および最大波高の関係（評価地点に対してどの経路でどのくらい離れた地点を通過したときに危険となるか等）を整理し、その関係に基づいて、その他の市町村における想定外力の条件を決定しました。

表- 5 想定外力の選定結果

市町村	対象	想定外力			
		気象条件	経路	平行移動	移動速度
長万部町	高潮偏差最大	台風	SE-NW-05	東に 10km	73km/h
	波浪最大	台風	SE-NW-05	—	40km/h
八雲町	高潮偏差最大	台風	SE-NW-05	東に 10km	73km/h
	波浪最大	台風	SE-NW-05	西に 20km	40km/h
森町	高潮偏差最大	台風	SE-NW-05	東に 20km	73km/h
	波浪最大	台風	SE-NW-05	西に 20km	40km/h
鹿部町	高潮偏差最大	台風	SE-NW-06	西に 20km	73km/h
	波浪最大	台風	SE-NW-05	—	73km/h
函館市	高潮偏差最大	台風	SE-NW-06	西に 10km	73km/h
		台風	SE-NW-06	西に 20km	73km/h
		台風	SE-NW-05	東に 10km	73km/h
	波浪最大	台風	SE-NW-05	—	40km/h
		台風	SE-NW-05	東に 10km	40km/h
		台風	SE-NW-04	西に 10km	40km/h
		台風	SE-NW-04	東に 10km	40km/h
北斗市	高潮偏差最大	台風	SE-NW-05	西に 10km	73km/h
	波浪最大	台風	SE-NW-04	東に 10km	40km/h
木古内町	高潮偏差最大	台風	SE-NW-05	西に 10km	73km/h
	波浪最大	台風	SE-NW-04	西に 10km	40km/h
知内町	高潮偏差最大	台風	SE-NW-05	西に 10km	73km/h
	波浪最大	台風	SE-NW-04	西に 20km	40km/h
福島町	高潮偏差最大	台風	SE-NW-04	東に 20km	73km/h
	波浪最大	台風	SE-NW-03	東に 10km	40km/h

※函館市は様々な沿岸方向を有するため、各沿岸方向に対して危険な想定外力を設定しています。

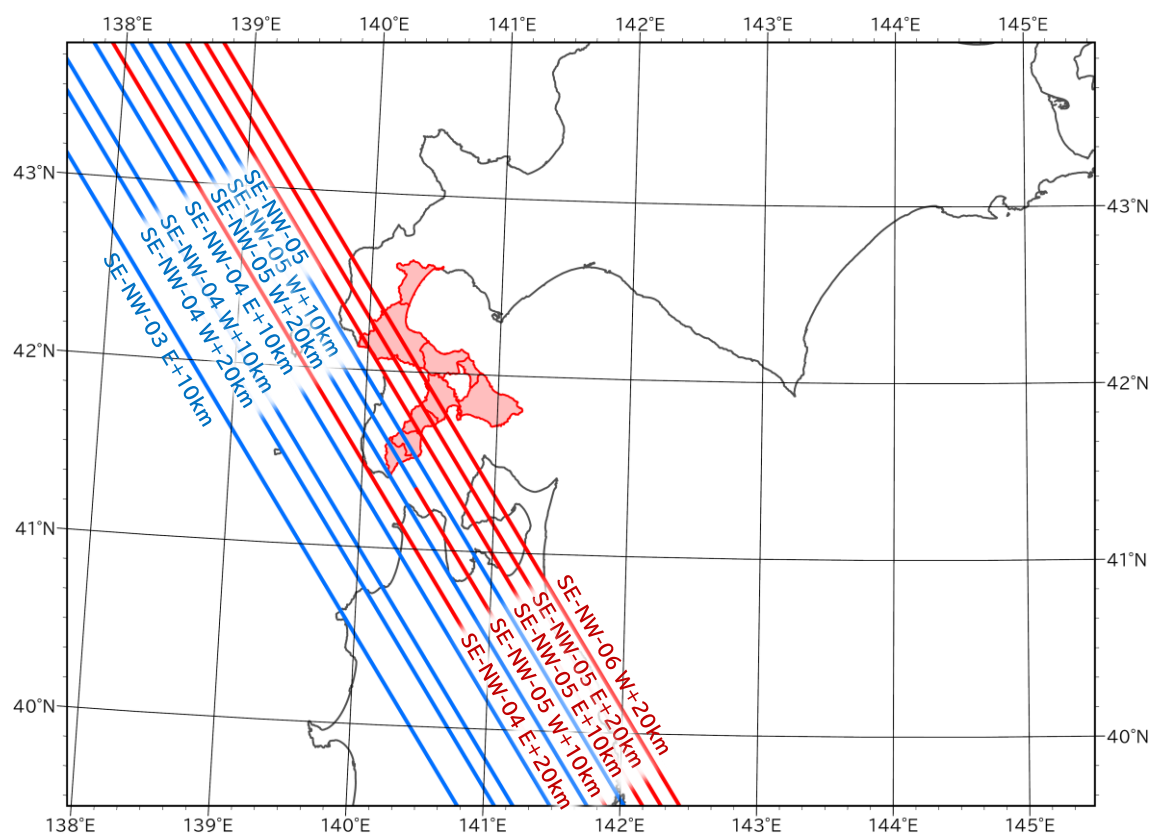


図- 5 想定する外力の経路(赤線:高潮偏差最大、青線:波浪最大)

(2) 潮位

基準潮位は、朔望平均満潮位に異常潮位を加えた潮位で一定として設定しています。朔望平均満潮位は、表-6のとおり設定しています。

異常潮位は、当該海岸における異常潮位の最大偏差の平均値である 0.125m に設定しています。

表-6 朔望平均満潮位

区間	朔望平均満潮位
地球岬～汐首岬	T.P.+0.6m
汐首岬～立待岬	T.P.+0.5m
立待岬～白神岬	T.P.+0.5m

※海岸堤防等の設計の基準となる潮位

(2) 異常潮位

異常潮位とは、台風などによって引き起こされる高潮や地震に伴う津波とは異なった原因で、潮位がある程度の期間（概ね1週間から3か月程度）継続して高く（又は低く）なる現象のことである。これまで、我が国の広い範囲で、数週間程度継続する異常潮位がほぼ毎年発生している。このため、過去に当該海岸で異常潮位が生じた場合は、異常潮位の最大偏差の平均値を朔望平均満潮位に加えることとする。

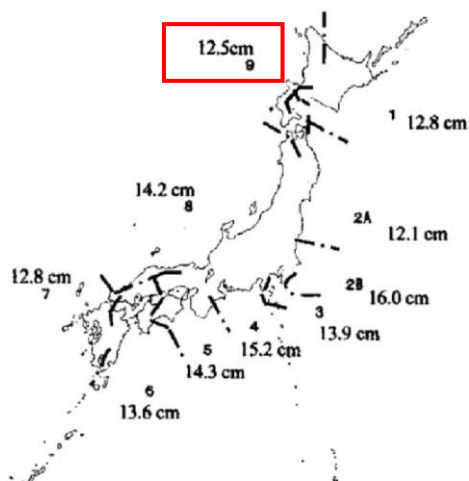


図 18 異常潮位の最大偏差の平均値¹¹⁾

出典：高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver. 2. 11, 令和 5 年 4 月, p. 28

4 堤防等の決壊条件の設定

堤防等は、最悪の事態を想定し、潮位（水位）や波が一定の条件に達した段階で決壊するものとして扱っています。具体的な条件の設定は以下のとおりです。

(1) 護岸・堤防

護岸・堤防等は、以下のいずれかの条件を満たしたときに決壊するものとしています（図-6）。

- ・ 護岸・堤防前面の水位が計画高潮位、計画高水位に達する
- ・ うちあげ高が計画天端高に達する
- ・ 越波量が許容越波量に達する

許容越波量は、「護岸被災限界の越波流量」（表-7）に基づき、施設のタイプに応じて設定しています。決壊後の施設は、周辺地盤の高さと同様の地形として扱っています。

(2) 漁港・港湾の外郭施設

防波堤等の漁港・港湾の外郭施設は、沖波波高が設計波に達する段階で決壊するものとしています。決壊後の施設は、周辺地盤の高さと同様の地形として扱っています。

(3) 沖合施設等

離岸堤等の沖合施設は、沖波波高が設計波に達する段階で決壊するものとしています。決壊後の施設は、周辺地盤の高さと同様の地形として扱っています。

(4) 水門等

水門等は周辺の堤防等が決壊した段階で同時に決壊するものとしています。

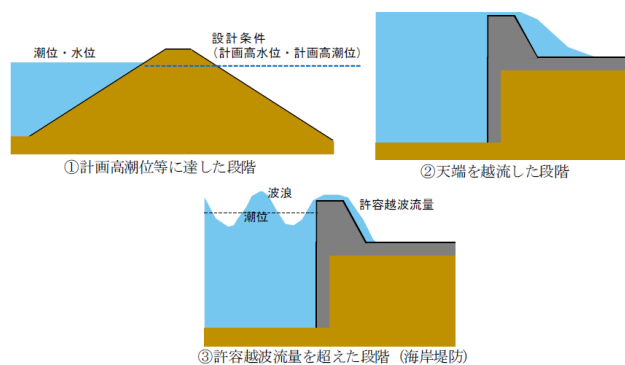


図-6 護岸・堤防の決壊条件イメージ

表-7 護岸被災限界の越波流量

種 別	被 覆 工	越波流量 (m ³ /m/s)
堤 防	天端・裏法面とも被覆工なし	0.005 以下
	天端被覆工あり、裏法面被覆工なし	0.02
	三面巻き構造	0.05
護 岸	天端被覆工なし	0.05
	天端被覆工あり	0.2

5 高潮浸水シミュレーション条件の設定

各地域海岸において、浸水状況に影響を及ぼす台風および低気圧の経路を設定し、高潮浸水シミュレーションを行います。

(1) 計算領域および計算格子間隔

①計算領域

計算領域は、台風、低気圧による吸い上げ・吹き寄せやうねり等が精度よく推算できるように、当該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

計算格子間隔は、北海道全沿岸を含む最も広域の計算領域では 2,700m とし、当該沿岸に近づくにつれて詳細な計算をするため小さなサイズの格子に引き継ぎ、陸域の浸水計算を実施する領域は 10m 格子とし、格子を分割しました。

計算領域および計算格子間隔の設定位置図を次項の図-7 に示します。

(2) 計算時間および計算時間間隔

計算時間は、台風・低気圧による水位の上昇および減衰が十分に含まれるよう、以下のように設定しました。

- ・ 想定台風: スピンアップ 24 時間 + 本計算 24 時間 = 計 48 時間
- ・ 想定低気圧: スピンアップ 24 時間 + 本計算 48 時間 = 計 72 時間

※スピンアップは、本計算開始時に初期水位から台風および低気圧の気圧低下による不自然な波が発生しないように、本計算開始時の気圧配置を一定時間与える計算です。

計算時間間隔は、計算が安定するように、以下の CFL 条件が満足することを前提に 0.3 秒間隔としました。

CFL 条件

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh_{max}}}$$

ここに、 Δt は計算時間間隔、 Δx は計算格子間隔、 h_{max} は最大水深、 g は重力加速度である。

出典：高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver. 2.11, 令和 5 年 4 月, p. 36

2. 430m 格子領域

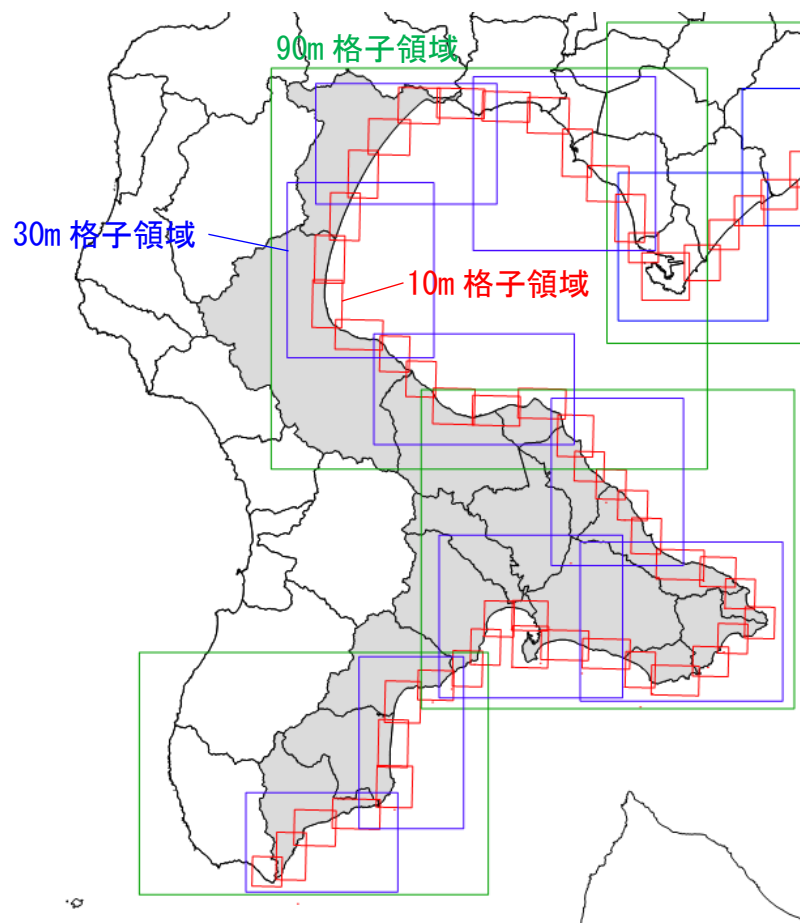
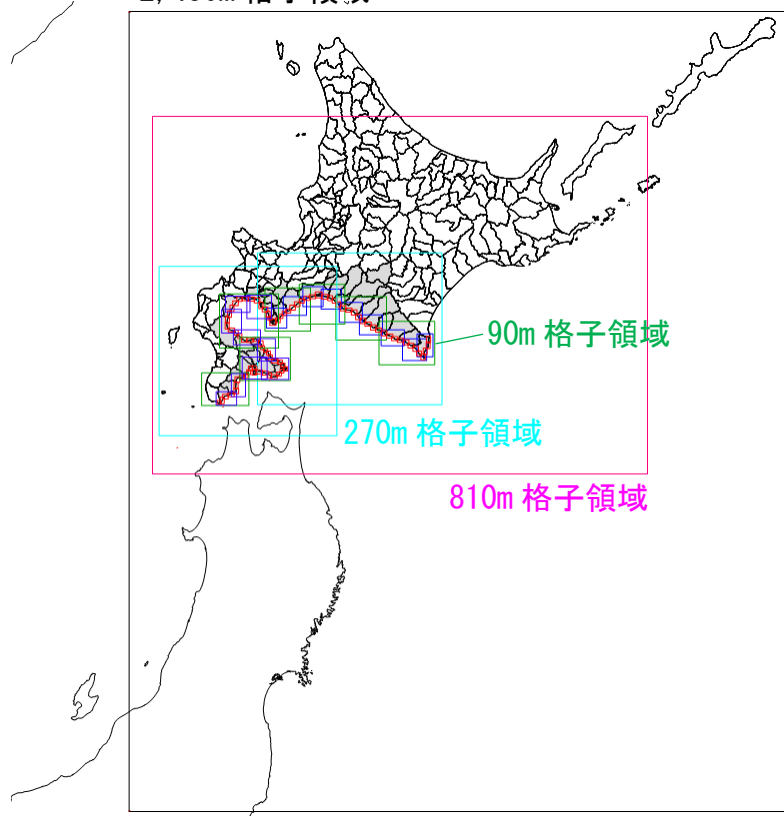


図-7 計算領域および計算格子間隔

(3) 地形データの作成

地形データは以下の資料を用いて作成しています。

主に陸域および海域の地形は、平成 23・24 年度渡島南沿岸外設計津波水位検討資料作成業務の津波シミュレーションデータを用いて作成しています。浸水計算を行う 10m 計算領域の地形データは、最新の航空レーザ測量や漁港台帳等の公表資料を用いて作成しています。

表- 8 地形データ作成に使用した資料

データ名	提供機関	備考
平成 23・24 年度渡島南沿岸外設計津波水位検討資料作成業務データ (北海道太平洋側での津波水位の検討に活用した地形データ)	北海道	陸域(2,700m 格子領域から 50m 格子領域)・海域(全計算領域)の地形データ作成に利用
航空レーザ測量データ(平成 24 年)	国土地理院	DEM(数値標高モデル)データ(5m メッシュ)を陸域の地形データ作成に利用
漁港電子台帳システム	北海道	防波堤天端高・岸壁高の設定に利用
海岸総合管理システム	北海道	護岸および堤防の天端高の設定に利用

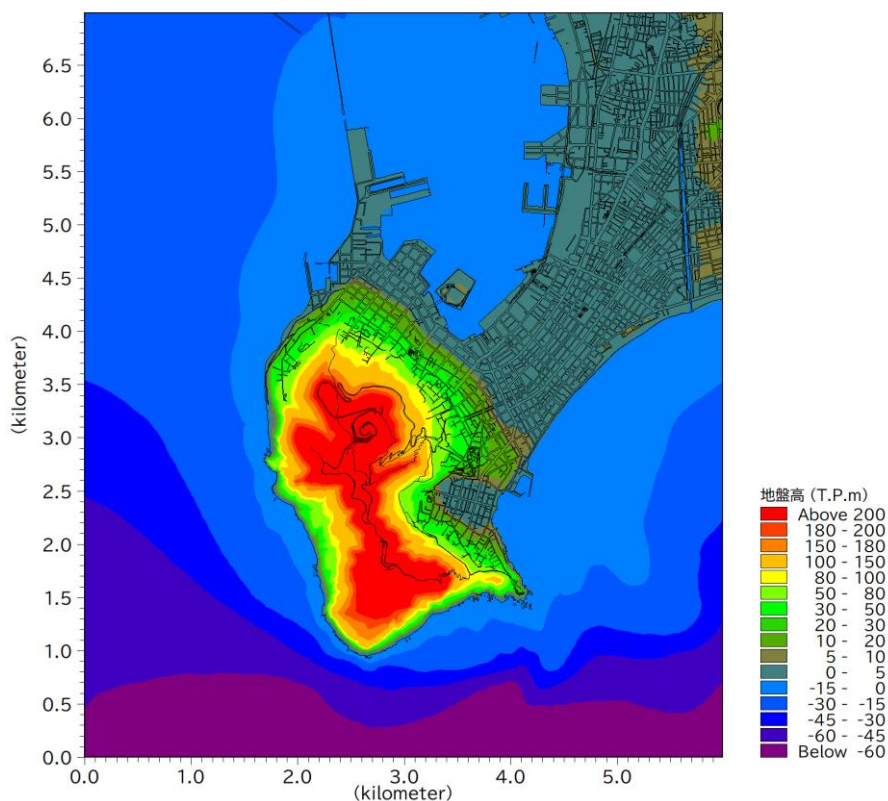


図- 8 10m 格子領域地形データの例(函館港周辺)

(4) 粗度係数

粗度係数は、水域(全計算領域)、陸域(浸水計算を行う 10m 格子領域のみ)でそれぞれ以下のとおり設定しています。

- ・ 水域 : $0.025 \text{ (m}^{-1/3}\text{s)}$
- ・ 陸域 : 航空写真に基づき土地分類毎に設定

表-9 土地利用とマンニングの粗度係数の関係

土地利用分類	粗度係数 ($\text{m}^{-1/3}\text{s}$)
水域	0.025
田[農地]	0.020
畑[農地]	0.020
森林・林地[林他]	0.030
工業用地等[工場地他]	0.040
建物用地[住宅地]中密度)	0.060
建物用地[住宅地]高密度)	0.080
その他用地	0.025

出典：高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver. 2.11, 令和5年4月, p. 53

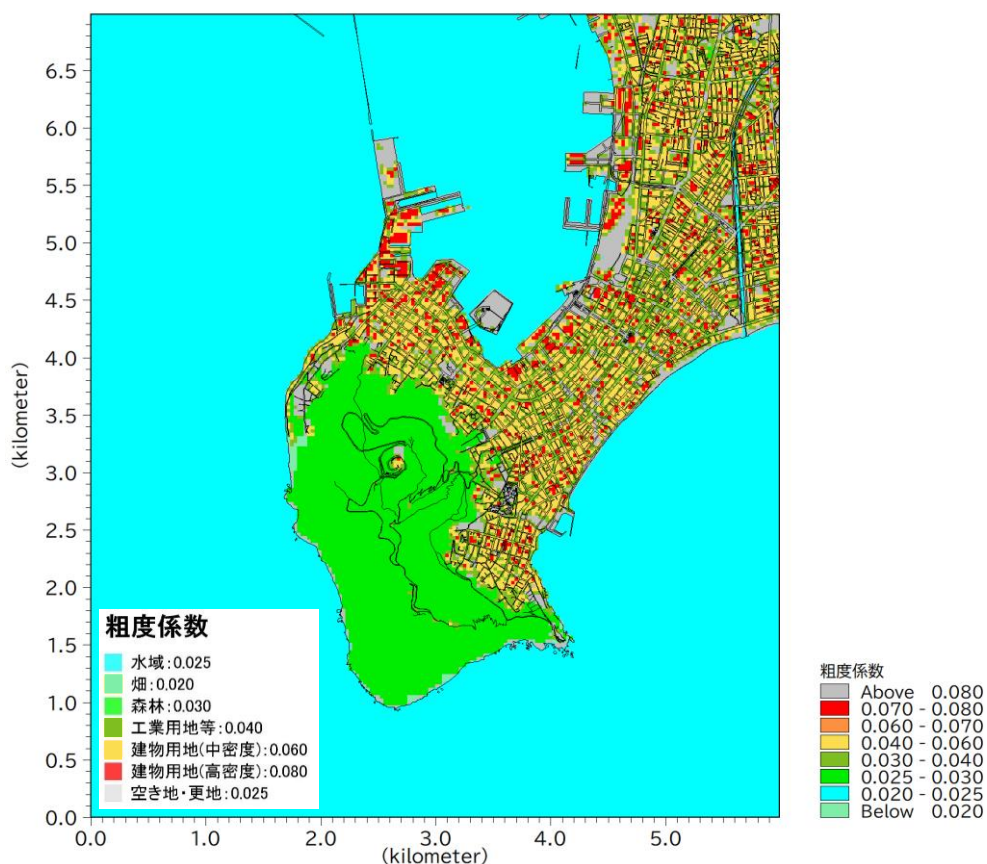


図-9 10m 格子領域粗度データの例(函館港周辺)

(5) 台風による高潮浸水シミュレーション手法

台風による高潮浸水シミュレーションは、手引きに準じて図- 10 に示すフローで実施しています。具体的な計算条件は以下のとおり設定しました。

①気圧・風場の推算モデル

- ・ 気圧場: Myers の式
- ・ 風場: 傾度風モデル
(変換係数 C_1 、 C_2 は 0.7 に設定)
- ・ 超傾度風: 考慮なし

②波浪推算モデル

波浪推算モデルには、スペクトル法の第三世代モデルである SWAN を使用しています。

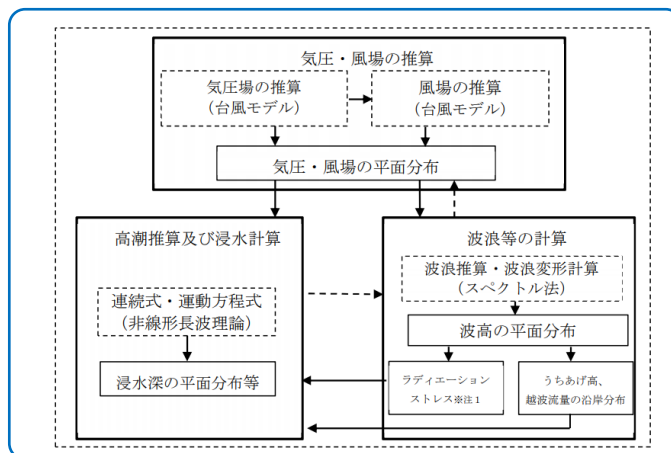


図- 10 台風による高潮浸水シミュレーションの流れ

出典：高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver. 2. 11, 令和 5 年 4 月, p. 39

③波のうちあげ高および越波流量の算定

波のうちあげ高の算定は、改良仮想勾配法による波のうちあげ高算定図(図- 11)において、地形条件を安全側に評価し $\cot \alpha = 2.0$ (α :改良仮想勾配)として取り扱い、波形勾配 H_0/L_0 の条件から算定しています。なお、波のうちあげ高の算定に用いる波浪は、施設前面での波高(換算沖波)を用いています。

越波流量は、合田の越波流量算定図を用いて評価しています。また、許容越波流量は、表- 10 に示す「護岸被災限界の越波流量」に基づき、海岸保全施設のタイプに応じて設定しています。

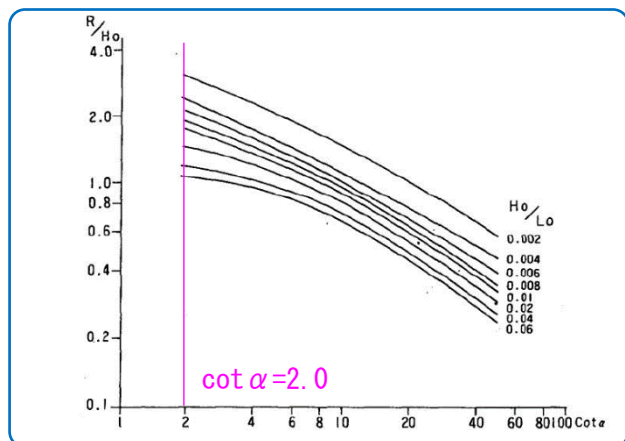


図- 11 改良仮想勾配法による波の打上げ高の算定図

出典：海岸保全施設の技術上の基準・同解説、平成 28 年 4 月改訂、p. 3-22

表- 10 護岸被災限界の越波流量

種 別	被 覆 工	越波流量 (m ³ /m/s)
堤 防	天端・裏法面とも被覆工なし	0.005 以下
	天端被覆工あり、裏法面被覆工なし	0.02
	三面巻き構造	0.05
護 岸	天端被覆工なし	0.05
	天端被覆工あり	0.2

出典：海岸保全施設の技術上の基準・同解説、平成 28 年 4 月改訂、p. 3-31

④海面抵抗係数

海面抵抗係数は、以下の本田・光易(1980)による式を用いています。また、風速 45m/s 以上の海面抵抗係数は一定として設定しています。

$$C_D = (1.29 - 0.024U_{10}) \times 10^{-3} \quad U_{10} < 8 \text{ m/s}$$

$$C_D = (0.581 + 0.063U_{10}) \times 10^{-3} \quad 8 \text{ m/s} \leq U_{10}$$

(6) 低気圧による高潮浸水シミュレーション手法

低気圧による高潮浸水シミュレーションは、手引きに準じて図- 12 に示すフローで実施しています。具体的な計算条件は以下のとおり設定しました。

①気圧・風場の推算モデル(使用データ)

気圧・風場のデータは、気象庁のメソ数値予報モデル GPV(以下 MSM データ)を用いています。MSM データの時間および空間分解能はそれぞれ以下のとおりです。

- ・ 時間分解能 : 1時間
- ・ 空間分解能 : 5km

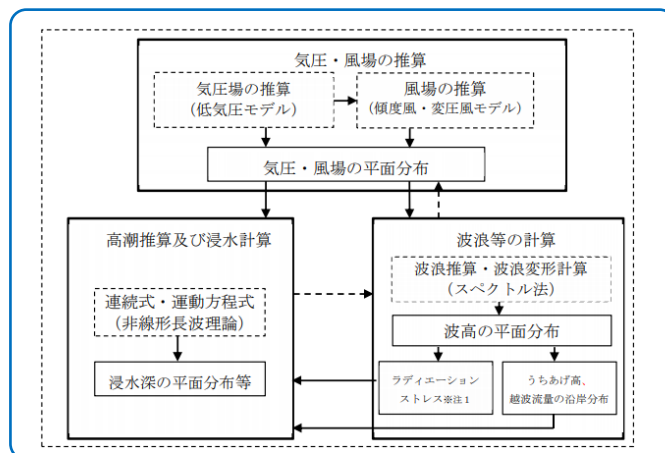


図- 12 低気圧による高潮浸水シミュレーションの流れ

出典：高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver. 2. 11, 令和 5 年 4 月, p. 47

※計算に際しては、1時間間隔の気圧・風場のデータを 30 分間隔に線形補間して使用しています。

②波浪推算モデル

波浪推算モデルは、スペクトル法の第三世代モデルである SWAN を使用しています。

③波のうちあげ高および越波流量の算定

波のうちあげ高および越波流量の算定は、台風による高潮浸水シミュレーションと同様です。

④海面抵抗係数

海面抵抗係数は、以下の本田・光易(1980)による式を用いています。また、実績低気圧による再現計算より風速 35m/s 以上の海面抵抗係数は一定として設定しています。

$$\begin{aligned} C_D &= (1.29 - 0.024U_{10}) \times 10^{-3} & U_{10} < 8m/s \\ C_D &= (0.581 + 0.063U_{10}) \times 10^{-3} & 8m/s \leq U_{10} \end{aligned}$$

(7) 再現計算による検証

(5),(6)に示した高潮浸水シミュレーション手法を用いて、想定外力による高潮偏差および波浪を正確に計算できるかを確認するため、実績台風および実績低気圧による再現計算を行っています。

再現計算の対象とした擾乱は、以下のとおりです。

- ・ 台風:2015 年台風 23 号
- ・ 低気圧:2014 年 12 月根室高潮

各擾乱の潮位偏差、波浪そして風浪の観測値と計算値の比較結果を表- 11 に示します。また、低気圧に関しては、2014 年 12 月の高潮時の実際の浸水状況との比較を行っています(図- 13)。実際の浸水状況に関しては、表- 12 に示す文献を参考にしています。

台風の再現計算について、台風モデルは台風から温帯低気圧への変化や台風と他の気圧場が併存するような複雑な気象状況を再現できないため、波高・周期について再現性が低くなっています。しかし、潮位偏差について概ね観測値と一致していることから再現性が確保されているとし、台風モデルを用いて浸水計算を行っております。

表- 11 再現計算による検証結果

項目	台風(2015 年台風 23 号)	低気圧(2014 年 12 月)
潮位偏差		
波高・周期		
気圧		
風速・風向		

表- 12 2014 年 12 月高潮時の浸水状況に関する文献

文献名	著者(発表年)	備考
平成 26 年 12 月 17 日低気圧による根室港及び周辺地域の高潮被害	熊谷ら(2015)	浸水深および浸水範囲の比較に利用
Report on the 2014 Winter Cyclone Storm Surge in Nemuro, Japan	Saruwatari ら(2015)	
2014 年 12 月に北海道で発生した温帯低気圧による根室の高潮被害 の現地調査と発生機構の解明	中村ら(2015)	浸水深の比較に利用

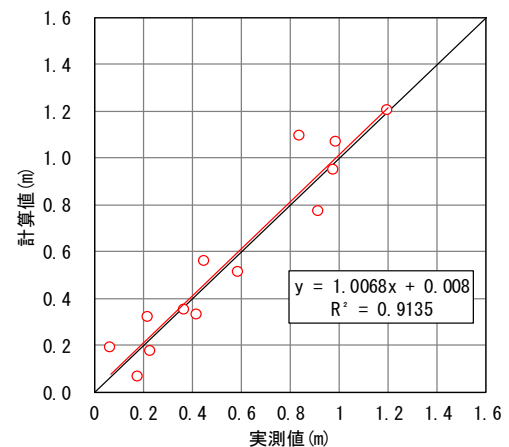


図- 13 2014 年 12 月高潮の実際の浸水状況と計算結果の比較
(上: 浸水範囲、下: 浸水深)

(8) 河川流量の設定

水位周知河川を対象に、洪水と高潮が同時発生した場合を想定した高潮浸水シミュレーションを実施しています。

河川流量は、河川整備基本方針で定める基本高水流量(計画規模の洪水流量)を基本とし、洪水調節施設等の現況施設を考慮した流量が流下することを想定しています。

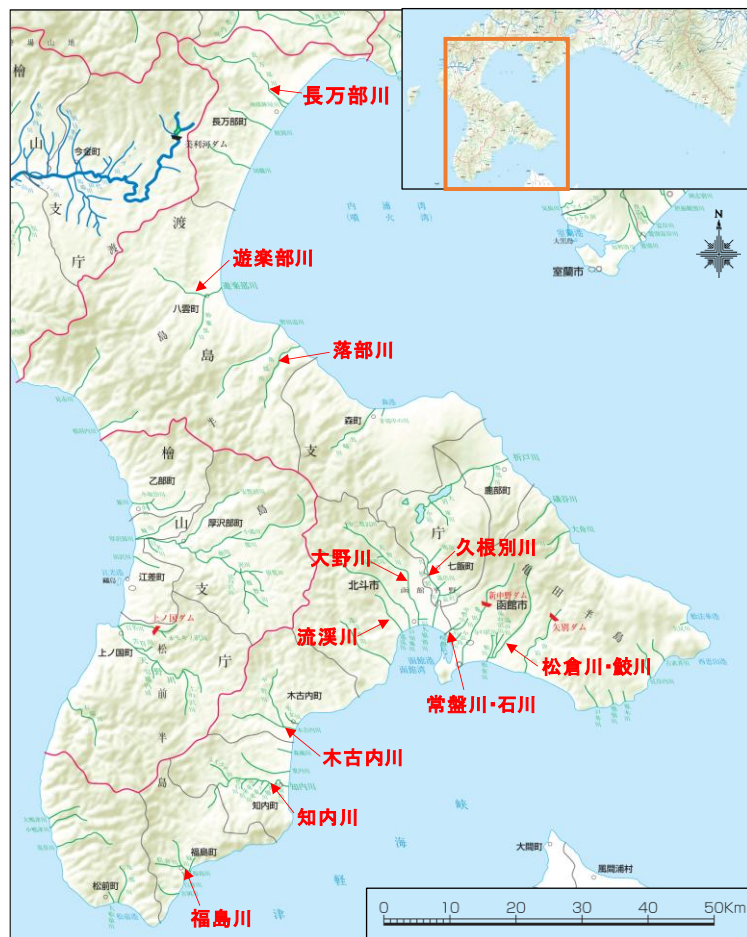


図- 14 河川流量を設定した河川

表- 13 河川流量の設定値

河川名	基本高水流量 (現況施設考慮)	高潮による影響が 明らかな区間	堤防決壊の 有無
長万部川	325 m ³ /s	河口部から上流 1,200m	決壊なし
遊楽部川	780 m ³ /s	河口部から上流 600m	決壊なし
落部川	310 m ³ /s	河口部から上流 200m	決壊なし
松倉川	190 m ³ /s	河口部から上流 150m	決壊なし
鮫川	40 m ³ /s	河口部から上流 250m	決壊なし
常盤川	115 m ³ /s	河口部から上流 300m	決壊なし
久根別川	350 m ³ /s	河口部から上流 50m	決壊なし
大野川	730 m ³ /s	河口部から上流 50m	決壊なし
流溪川	125 m ³ /s	河口部から上流 50m	決壊なし
木古内川	655 m ³ /s	河口部から上流 100m	決壊なし
知内川	1,135 m ³ /s	河口部から上流 100m	決壊なし
福島川	600 m ³ /s	河口部から上流 100m	決壊なし

※高潮による影響が明らかな区間は、海側の水位上昇に伴い河川の水位が+20cm 以上上昇する区間

6 高潮浸水シミュレーション結果の出力

(1) 浸水想定区域図の作成

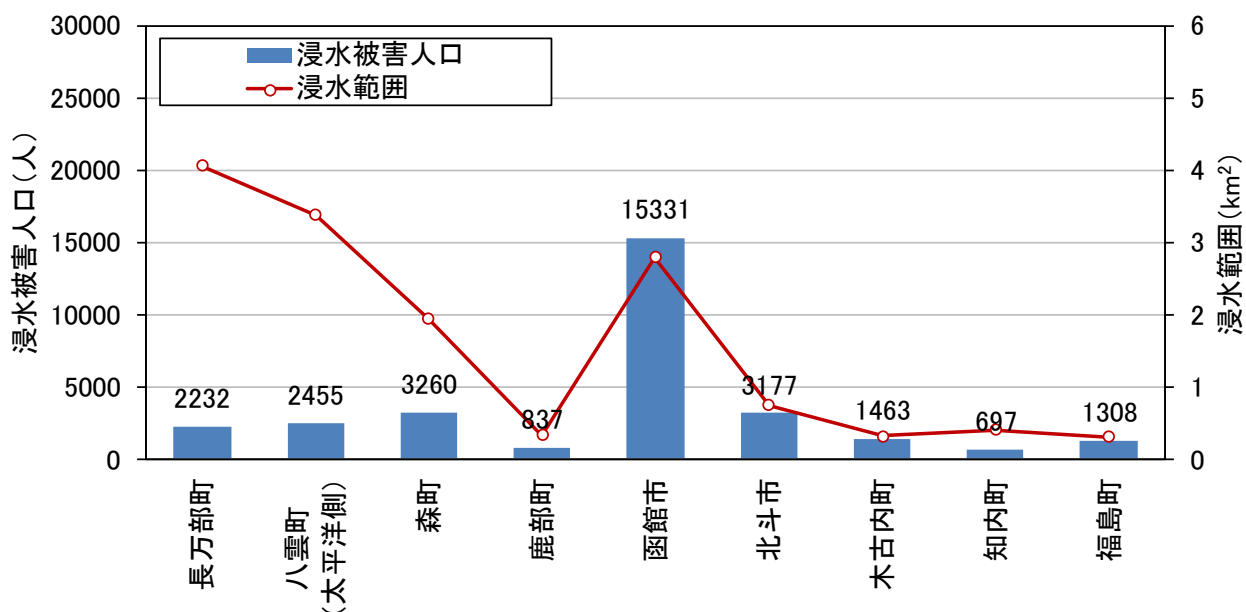
今回の高潮浸水シミュレーションの結果より、高潮浸水想定区域図を作成しています。

浸水想定区域図は、以下の情報を含んでいます。

- 一 指定の区域
- 二 浸水した場合に想定される水深
- 三 浸水継続時間

(2) 地区海岸毎の浸水リスク

今回の高潮浸水シミュレーションにより浸水が想定される区域の居住人口は、図- 15 のとおりです。



※浸水被害人口は浸水深 0.5m 以上の地点を評価対象としています。

図- 15 市町村毎の浸水リスク

【用語の解説】

① 高潮

台風や発達した低気圧が通過するとき、海面（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。

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。

・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1センチメートル上昇すると言われています。（図1の「A」の部分）

例えば、それまで1,000ヘクトパスカルだったところへ中心気圧910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90センチメートル高くなり、その周りでも気圧に応じて海面は高くなります。

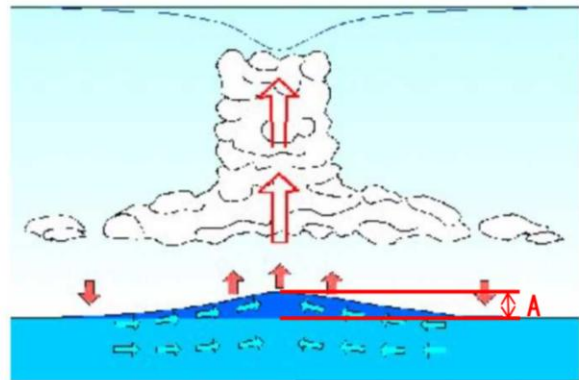


図1 吸い上げ効果

出典：国土交通省「高潮発生メカニズム」

http://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kaigan/k_aigandukuri/takashio/lmecha/01-2.htm

・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2の「B」の部分）

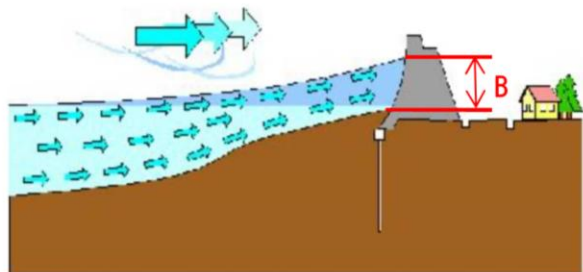


図2 吹き寄せ効果

出典：国土交通省「高潮発生メカニズム」

http://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kaigan/k_aigandukuri/takashio/lmecha/01-2.htm

② T. P.

東京湾平均海面。霊岸島量水標（現在の霊岸島水位観測所：東京都中央区新川）における1873年から1879年までの験潮記録を平均して決定している。

③ 浸水域（図3参照）

高潮や高波、洪水に伴う越波・越流によって海岸や河川からの氾濫水により浸水する範囲です。

④ 浸水深（図3 参照）

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。図4のような凡例で表示しています。

⑤ 高潮偏差（図3 参照）

天体の動きから算出した「天文潮位（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、台風等が原因であるものを特に「高潮偏差」と言います。

⑥ 朔望平均満潮位（図3 参照）

各月の朔（新月）または望（満月）の日の前2日、後4日以内に観測された各月の最大満潮面の平均値です。

⑦ 異常潮位（図3 参照）

台風などによって引き起こされる高潮や地震に伴う津波とは異なった原因で、潮位偏差が高い（あるいは低い）状態が数週間続く現象です。

⑧ 高潮水位（図3 参照）

「朔望平均満潮位＋異常潮位」に台風等に伴う高潮偏差を加えた高さを表したもので、台風襲来時に想定される海水面の高さを指します。

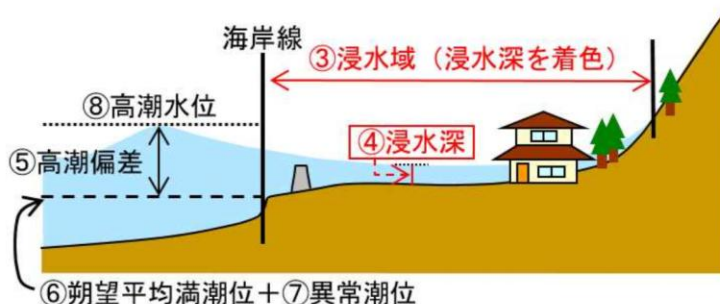


図3 高潮水位等の定義

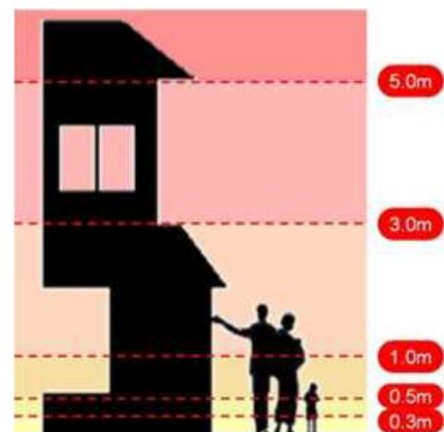
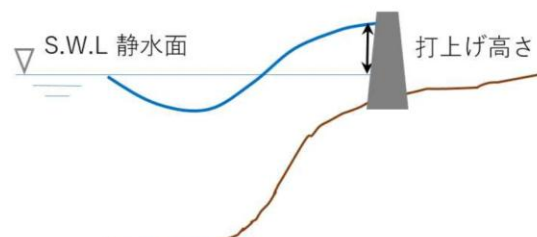


図4 浸水深の凡例

⑨ 波の打ち上げ高

構造物のり面などに打ち上がる波の高さです。

S. W. L = 朔望平均満潮位 + 異常潮位 + 高潮偏差



⑩ 海岸保全施設

海岸保全区域内にある津波や高潮等による海水の侵入または海水による浸食から海岸を防護するための施設です。具体的には、堤防（胸壁）、護岸、水門・陸閘、離岸堤・潜堤、突堤等があります。

⑪ 河川整備基本方針

今後の河川をどのように整備していくかといった将来にわたる基本的な河川整備の方針を定めた計画です。

⑫ 基本高水流量を基本とし現況施設を考慮した流量

将来の河川整備の目標である河川整備基本方針で洪水防御の目標となる洪水流量が基本高水流量ですが、ダム等の施設によって下流の洪水流量は基本高水流量よりも低減することができます。

また、上流の河道の整備が進んでいない場合は、基本高水流量が下流まで流下せずに途中であふれるため、下流では流量が低減することになります。

既存の洪水調節施設による調節、上流における河川堤防の天端越流を考慮して設定した流量が「基本高水流量を基本とし現況施設を考慮した流量」です。

⑬ 計画高潮位

高潮対策の施設を整備する高さの計画において基準とする潮位です。

⑭ 計画高水位

基本高水流量から各種洪水調節施設での洪水調節量を差し引いたものを計画高水流量といいます。計画高水位は、計画高水流量が河川改修後の河道を流下するときの水位のことです。

⑮ 許容越波流量

越波は、その量が大きくなると、護岸等の堤体そのものに被害を及ぼすだけでなく、護岸及び堤防が防護すべき、背後の道路、家屋、港湾の施設等に浸水被害を及ぼします。今回の浸水想定における破壊条件では、背後地の重要度からみた許容越波流量で最も厳しい条件として $0.01\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ を設定しています。

⑯ 水位周知海岸

高潮により相当な損害を生ずるおそれがあるものとして指定した海岸を指します。

⑰ 高潮特別警戒水位

高潮による災害の発生を特に警戒する必要がある水位のことで、水防法の規定に基づき、都道府県知事が設定します。

高潮により、水位周知海岸において高潮特別警戒水位に達したときは、都道府県知事は、関係区市町村長に通知するとともに、必要に応じ報道機関の協力を求めて、住民等に周知します。