

# 潮汐の仕組み

## 満潮・干潮

海面の水位(潮位)は約半日の周期でゆっくりと上下に変化しています。

この現象を「潮汐」といいます。潮汐が起こる主な原因は、月が地球に及ぼす引力と、地球が月と地球の共通の重心の周りを回転することで生じる遠心力を合わせた「起潮力」です。地球と太陽との間でも、同じ理由でやや小さい起潮力が生じます。

右図のように、起潮力は地球を引き伸ばすように働くと、潮位の高いところと低いところができます。潮位が上がりきった状態が「満潮」、反対に下がりきった状態が「干潮」です。

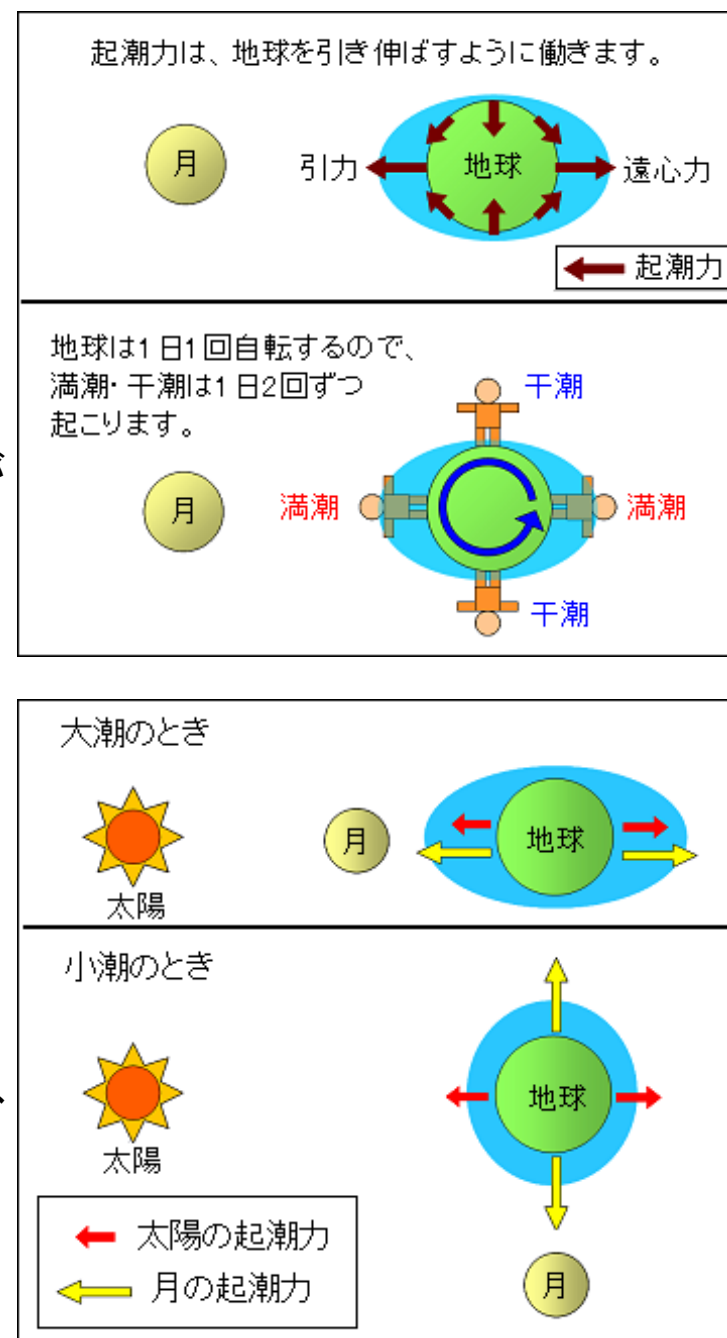
地球は1日に1回自転するので、多くの場所では1日に2回の満潮と干潮を迎えることとなります。また、月が地球の周りを約1か月の周期で公転しているために、満潮と干潮の時刻は毎日約50分ずつ遅れます。さらに、満潮時と干潮時の潮位やそれらの差も、毎日変化しています。

## 大潮・小潮

地球に対して月と太陽が直線上に重なるとき、月と太陽による起潮力の方向が重なるため、1日の満潮と干潮の潮位差が大きくなります。この時期を「大潮」といいます。

月と太陽が互いに直角方向にずれているときは、起潮力の方向も直角にずれて、互いに力を打ち消す形となるため、満干潮の潮位差は最も小さくなります。この時期を「小潮」といいます。

大潮と小潮は、新月から次の新月までの間にほぼ2回ずつ現れます。新月と満月の頃には大潮、上弦の月と下弦の月の頃には小潮になります。



# 高潮

## 高潮

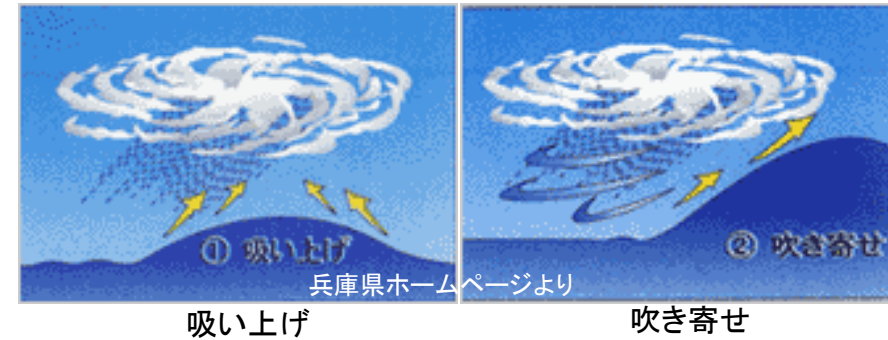
台風や発達した低気圧が通過するとき、潮位が大きく上昇することがあり、これを「高潮」といいます。高潮は、主に以下の2つのことが原因となって起こります。

### 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。(右図のAの部分)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50センチメートル高くなり、そのまわりでも気圧に応じて海面は高くなります。

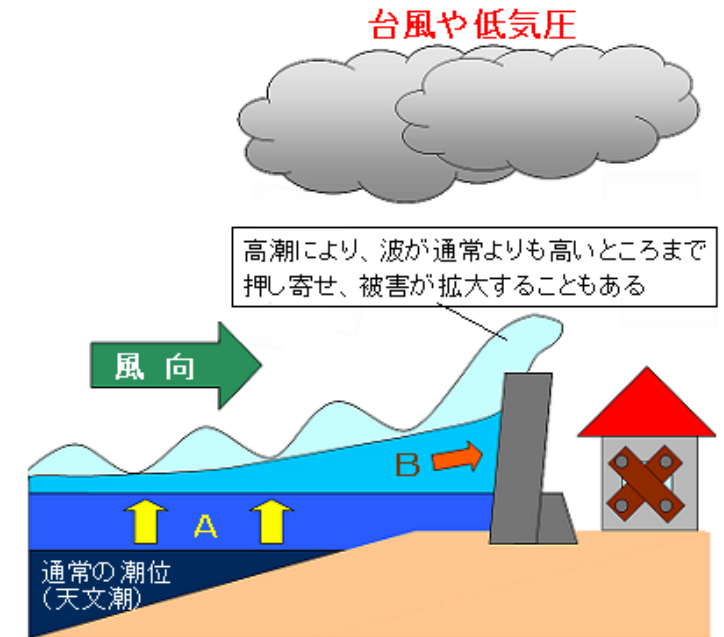
### 吹き寄せ効果

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。(右図のBの部分)



吸い上げ

吹き寄せ



満潮と高潮が重なると、潮位がいっそう上昇して大きな災害が発生しやすくなります

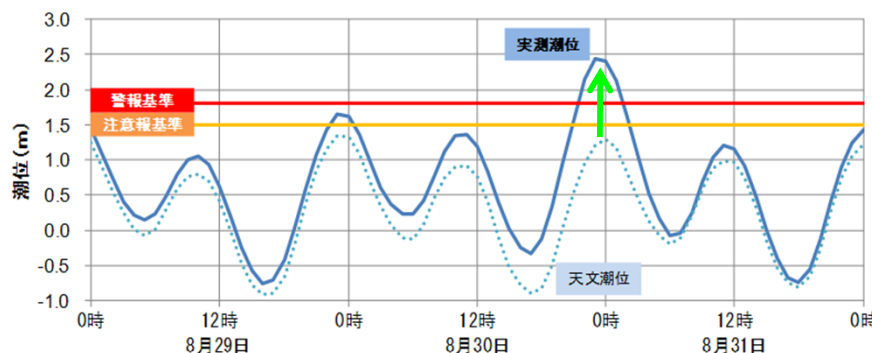
平成16年の台風16号に伴う高潮では、**一年を通じて最も潮位の高い季節のしかも大潮の時期にあたり、さらに満潮の時間と重なったこともあり**、高松港で既往最高潮位を記録し高松港から越流や越波等により高松市内で床上浸水3,538戸、床下浸水12,032戸という未曾有の被害を被った。



高松市浸水区域図



高松港の潮位（平成16年8月29日～31日）



実測潮位 ———  
気象などの様々な要因を受けることで実際に観測される値

天文潮位 - - - -  
過去に観測された潮位データの解析をもとにして計算した潮位の予測値

(注：図中の高松港の高潮注意報基準(150cm)、高潮警報基準(180cm)は平成16年当時の基準です。平成20年5月28日からは、高潮注意報基準(160cm)、高潮警報基準(190cm)に変更になっています。)

## 天文潮位

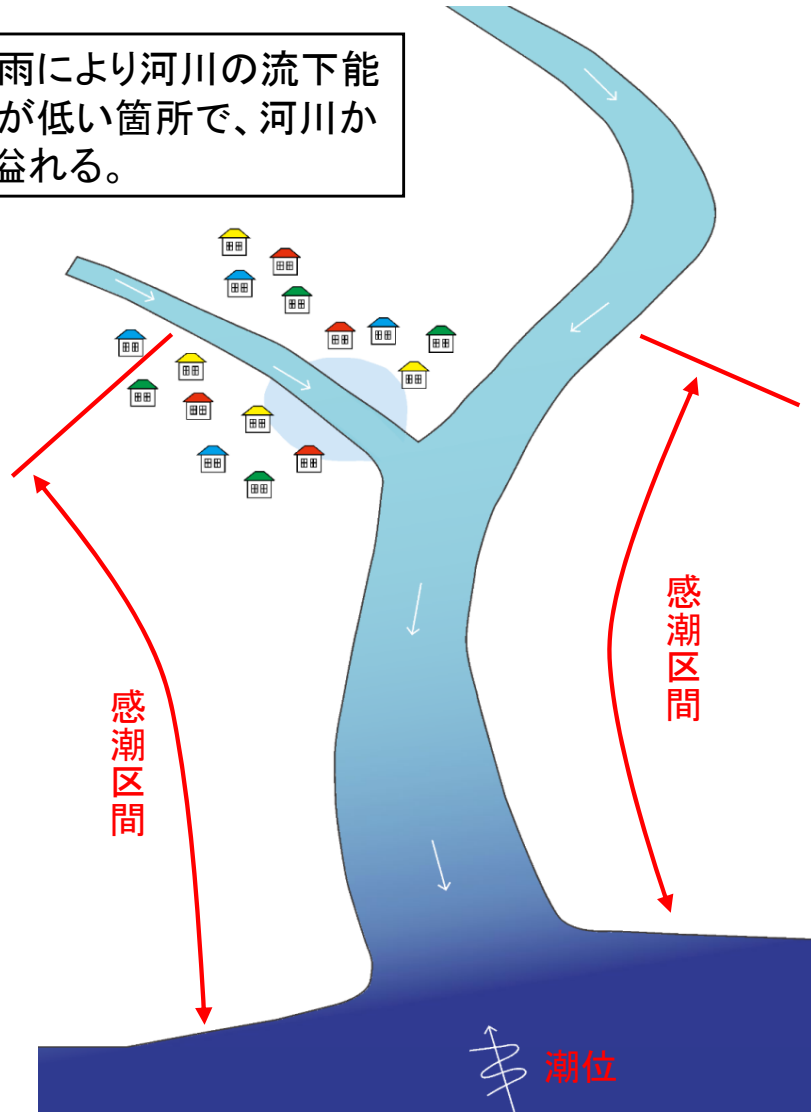
満潮・干潮や大潮・小潮のように、月や太陽の起潮力によって起こる潮位の変化を「天文潮」といい、その潮位を「天文潮位」といいます。ある地点について、長期にわたる精度の良い観測データがあれば、その地点の天文潮位は高い精度で予測することができます。

# 高潮の影響による内水氾濫イメージ

## ●潮位が低い場合

河川の水位は海の影響を受けない

豪雨により河川の流下能力が低い箇所、河川から溢れる。

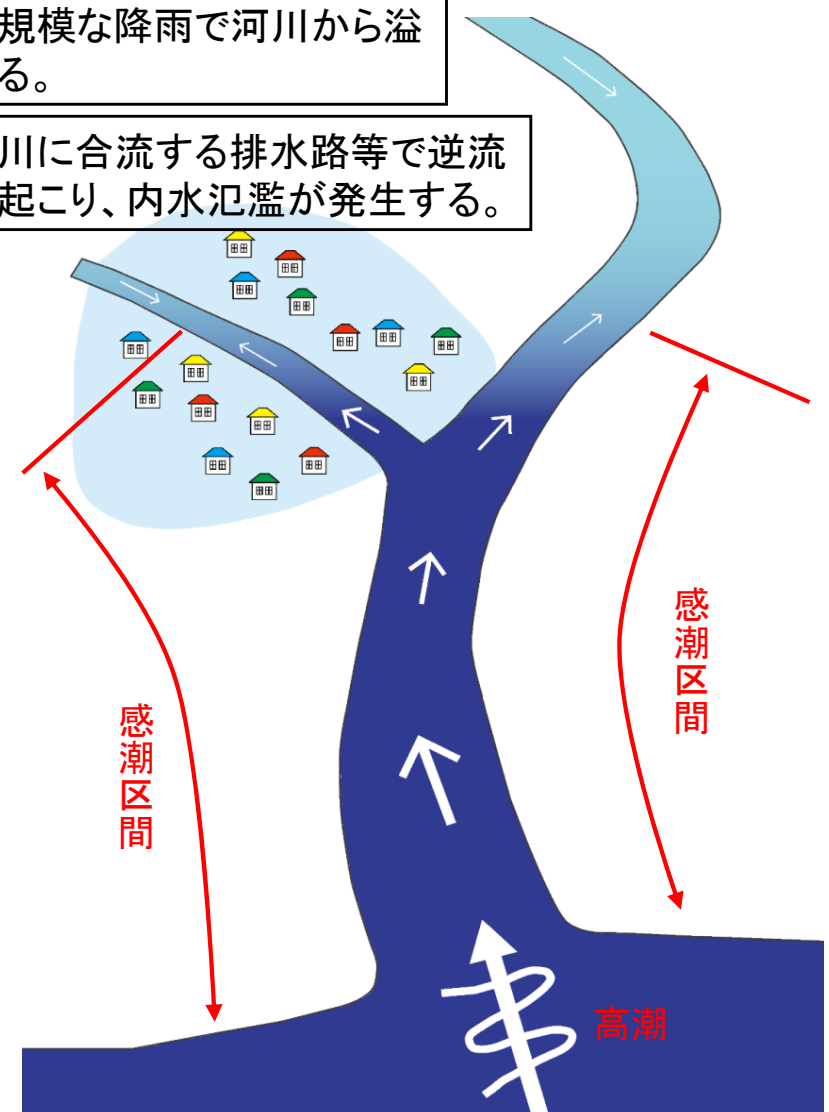


## ●潮位が高い場合(高潮)

海の影響を受けて、河川の水位が高い

小規模な降雨で河川から溢れる。

本川に合流する排水路等で逆流が起こり、内水氾濫が発生する。



# 高潮を考慮した計画高水位の検討

## ● 河口部の計画高水位

河川砂防技術基準 同解説 計画編  
第2章1.2.3 河口部の計画高水位

河口部の計画高水位の設定は、河口付近の河川・海域・気象特性を把握し、河口及び河口付近の河道特性並びに河口処理の方策を考慮して定めるものとする。

解説

### 3. 洪水と高潮の同時生起

台風によってもたらされる洪水の発生と高潮が同時に生起する可能性が高い河川では、既往洪水における洪水ピークと潮位偏差の関係について整理を行い、必要に応じて洪水時の既往最高潮位や既往最大痕跡水位、洪水防御計画の規模と同一の確率の偏差を考慮した水位等により河口部の計画高水位を設定する。

## ● 検討手法

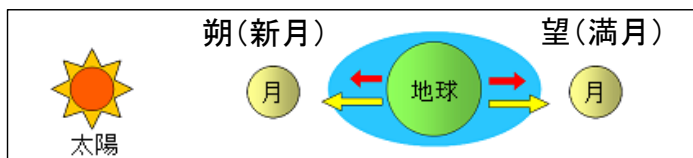
次の3手法によって、河口部の計画高水位を検討

A案: 朔望平均満潮位

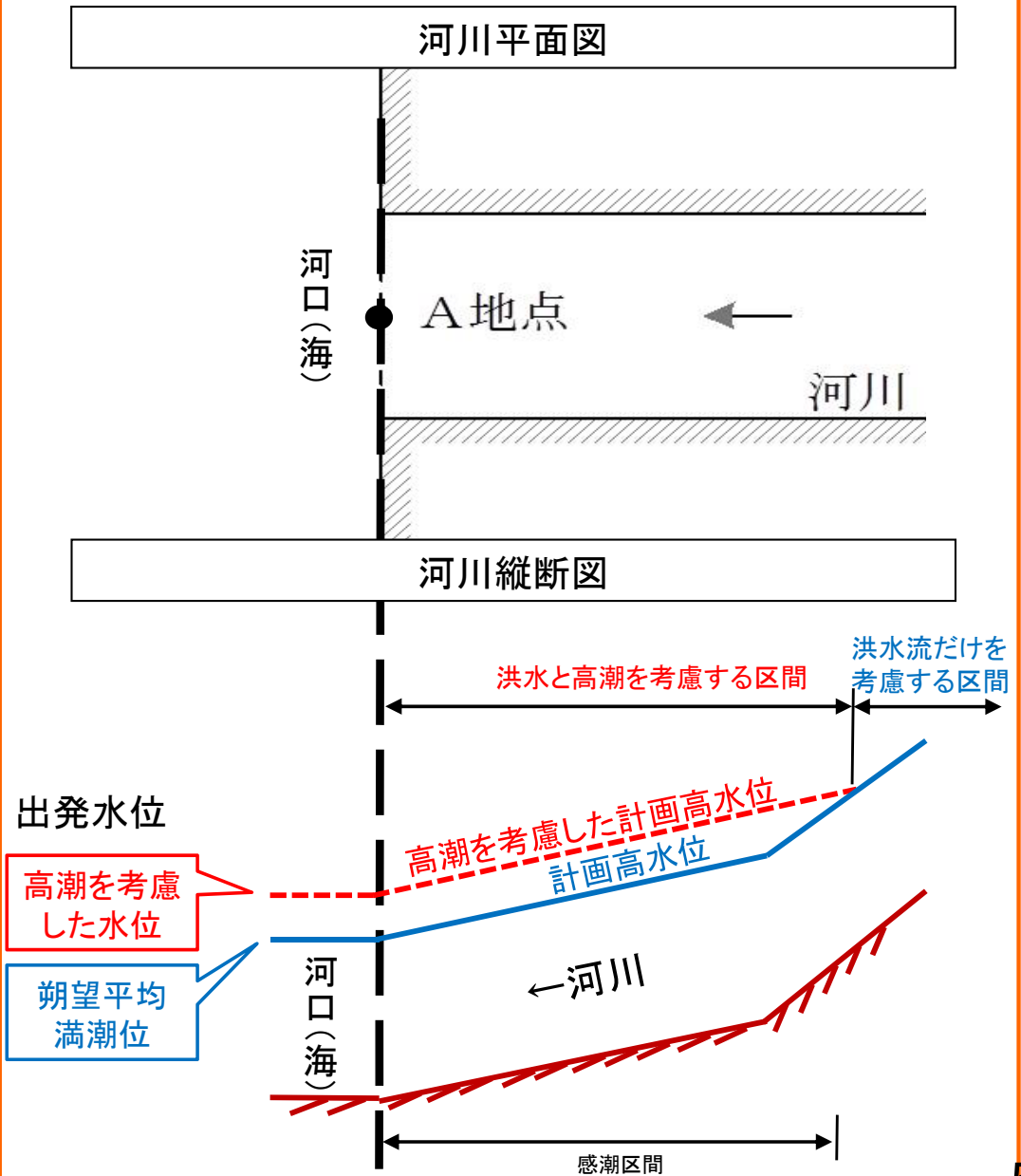
B案: 過去の出水時のピーク時の潮位を確率処理して得られる潮位

C案: 過去の出水時の潮位のうち、最高の潮位

※ 朔望平均満潮位: 朔(新月)と望(満月)の日から前2日後4日以内に観測された、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



## ● 計画高水位の設定イメージ



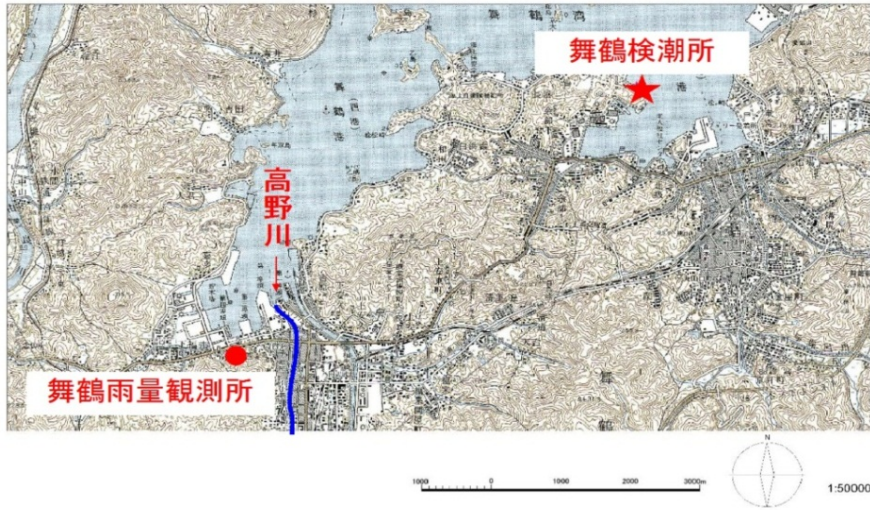
# 高潮を考慮した計画高水位の検討

## ●雨量・潮位観測所および資料の収集期間

### 【雨量・潮位観測所】

雨量データ: 舞鶴観測所(気象庁)

潮位データ: 舞鶴検潮所(気象庁)



### 【雨量・潮位データの収集期間】

対象期間: 1969年(S44)～2013年(H25)の45年間

### 【朔望平均満潮位データの収集期間】

対象期間: 1968年(S44)6月～2006年(H18)12月の38年間

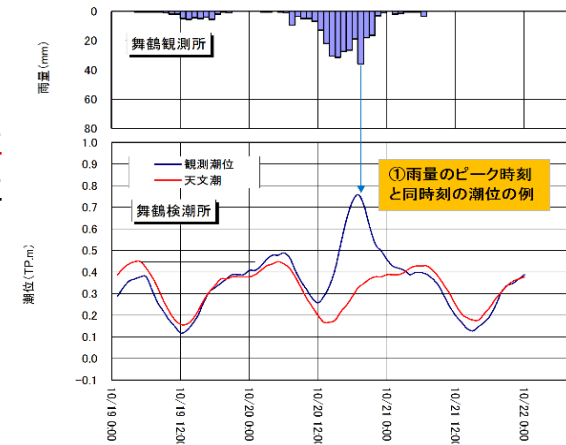
## ●洪水と高潮の同時生起を反映した確率潮位

### 【洪水と高潮の同時生起の考え方】

- ・既往出水のピーク時と同時生起している潮位の大きさを評価
- ・河口部には実績流量の観測資料がないため、実績降雨波形で代用
- ・河口への洪水到達時間(約80分)を考慮

### 【評価の対象とする潮位】

- ①雨量のピーク時刻と同時刻の潮位
- ②雨量のピーク時刻から1時間後の潮位
- ③雨量のピーク時刻から2時間後の潮位
- ④雨量のピーク時刻から洪水到達時間(80分)後の潮位



### 【確率潮位】

各ケースの確率潮位

確率年	潮位 (T.P.m)		
	①雨量 ピーク時刻	②1時間後	③2時間後
2年	0.389	0.389	0.385
3年	0.457	0.454	0.447
5年	0.533	0.522	0.511
10年	0.628	0.600	0.583
20年	0.719	0.671	0.645
30年	0.772	0.709	0.678
50年	0.837	0.756	0.716
80年	0.897	0.798	0.748
100年	0.926	0.817	0.763
150年	0.977	0.852	0.788
200年	1.014	0.876	0.805
400年	1.102	0.933	0.843

確率潮位(④80分後)

確率年	潮位 (T.P.m)
2年	0.387
3年	0.451
5年	0.517
10年	0.592
20年	0.659
30年	0.696
50年	0.740
80年	0.779
100年	0.798
150年	0.830
200年	0.852
400年	0.905

※80分後の潮位: 1時間後の潮位と2時間後の潮位を内挿することにより算定

※現時点の検討状況であり、確定されたものではありません

# 高潮を考慮した計画高水位の検討

## ●洪水と高潮の同時生起を反映した高野川の計画高水位の考え方(案)

手法	A案: 朔望平均満潮位案	B案: 確率処理案	C案: 最高潮位案
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>朔(新月)および望(満月)の日の2日前、後4日以内に観測された最高潮位の平均値とする。</li> <li>降雨(出水)の発生に関係しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>雨量ピーク時刻から1時間後の潮位を統計処理し、確率潮位を算出する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>記録した潮位のうち、最高潮位(H10.9.22)を採用する。</li> </ul>
出発水位(T.P.m)	T.P.+0.40m	T.P.+0.75m	T.P.+0.95m
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>最も一般的な方法であり、多数の事例がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既往出水のピーク水位との同時生起を反映した潮位となっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既往出水における最高潮位となっており、最も安全側の設定となる。</li> </ul>
問題点・課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>近年発生している出水の際の高潮位の傾向を反映できておらず、台風等に伴う高潮位への対応が課題となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既往出水のピーク水位を反映した潮位となっており、妥当性が高い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既往出水のピーク水位時の潮位に比べ発生頻度の低い大きな水位となっている。</li> </ul>
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象期間: 1968年(S44)6月～2006年(H18)12月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>確率潮位として1/30超過確率を採用した事例</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>雨量ピーク時刻から1時間後の最高潮位を採用</li> </ul>

※出発水位は5cm単位でまるめ

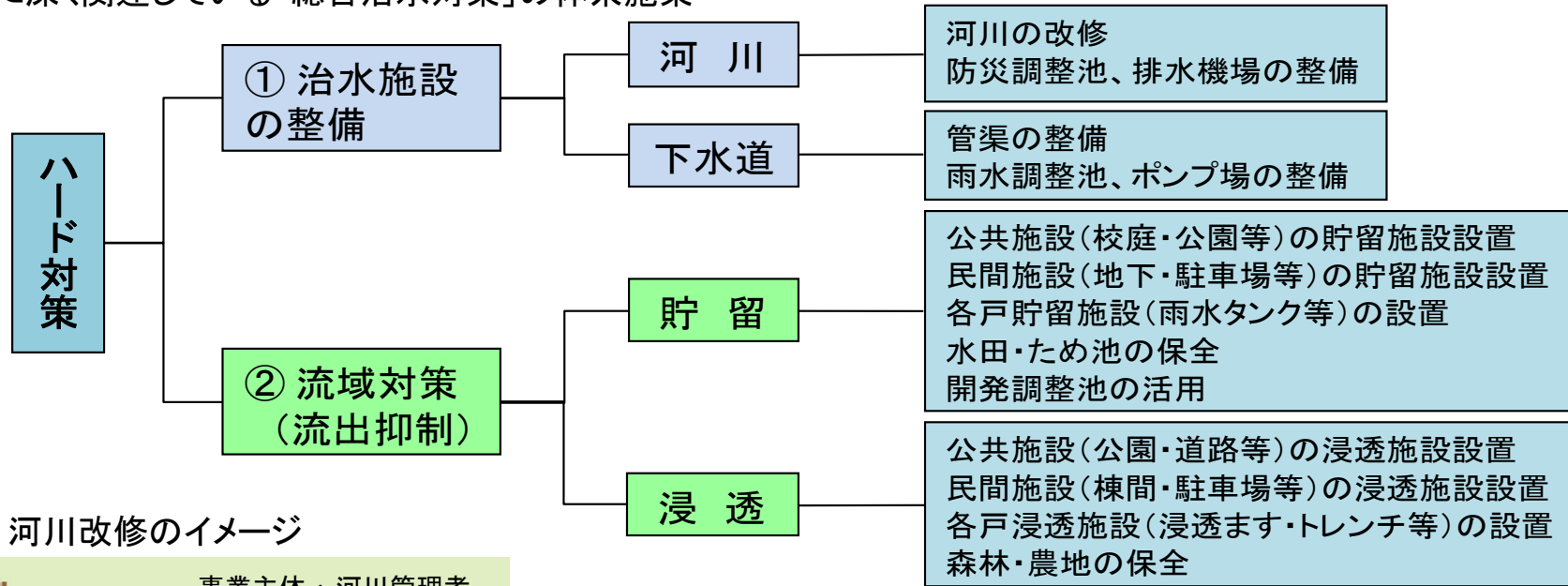
## 既往水害一覧(1時間後潮位順)

順位	年月日	水害原因	浸水家屋数(戸)	雨量(mm)		潮位(T.P.m)
				1時間最大雨量	24時間最大雨量	1時間後潮位
	S28.9.25	台風13号	(18,613)	60.0	450.1	不明
	S34.9.26	伊勢湾台風15号	(9,228)	38.6	248.7	不明
1	S47.9.16	台風20号	(1,989)	40.0	253.0	0.84
2	H10.9.22	台風7号	(840)	43.5	140.5	0.64
3	H16.10.20	台風23号	798	36.0	283.0	0.61
4	S62.8.9	豪雨	45	46.0	70.5	0.60
5	H22.9.12	台風9号	40	23.5	60.0	0.59
6	H2.9.19	台風19号	108	19.0	148.5	0.55
7	S54.10.18	台風20号	43	23.0	140.0	0.52
8	S56.8.22	台風15号	74	12.5	82.0	0.46
9	H25.9.16	台風18号	321	27.5	279.0	0.46
10	S54.9.30	台風16号	524	57.5	172.5	0.41
11	H11.6.29	梅雨前線	38	40.0	115.0	0.28

※1時間後潮位: 雨量のピーク時刻から1時間後の潮位(洪水到達時の潮位)

# 治水対策の一般的な考え方

内水対策に深く関連している「総合治水対策」の体系施策



河川改修のイメージ



内水対策の例

排水樋門・排水ポンプ



兵庫県ホームページより

フラップゲート



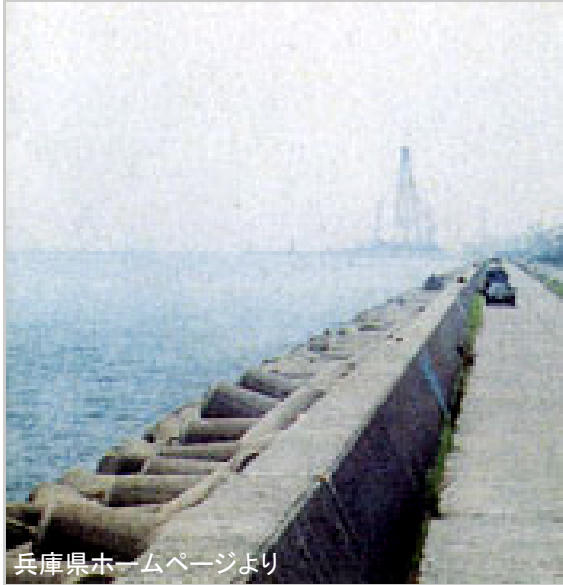
事業主体：水路の管理者



# 高潮対策の例

## 堤防・護岸

海水の浸入を防止し、波浪による越波を減少させる。



## 樋門

目的は水門と同じで、小さいものを樋門と呼んでいる。



## 水門

河川や運河などを横切って設置され、海水の浸入を防ぐ。



## フラップゲート(逆流防止ゲート)

海や河川などからの逆流を防止する。



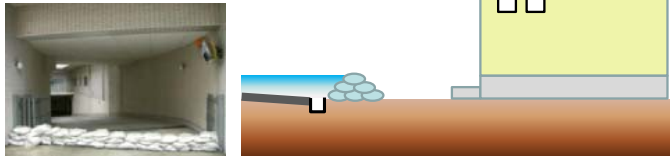
# ソフト対策例

## ●各戸、事業所等の耐水化

短期的な対策として、浸水被害の防止・軽減を図るため、極めて低い土地を中心に各戸、各事業所等で耐水化対策を行う。

また、市や自主防災組織による水防資機材（土のう、水中ポンプ等）の確保を図り、市消防団と連携し浸水に対応する。

土のう設置のイメージ



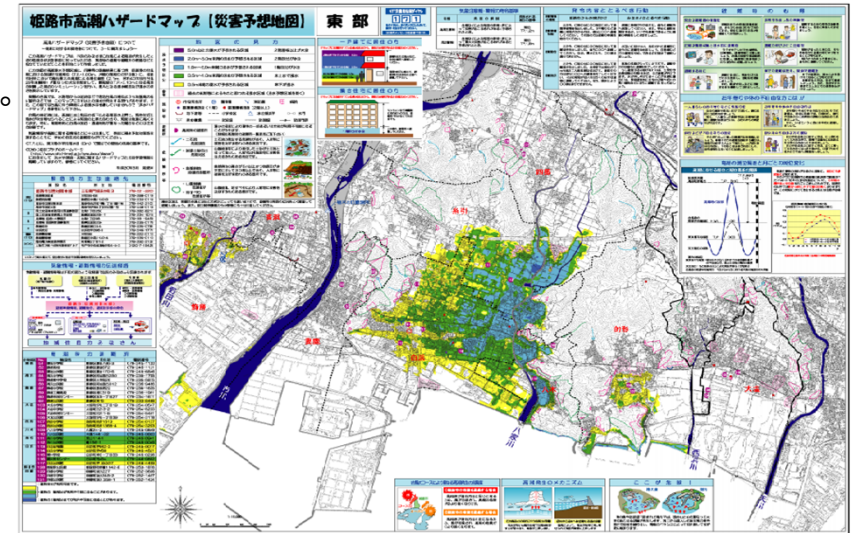
事業主体：地元、市

## ●高潮ハザードマップの作成

解析や浸水実績調査結果等を活用し、高潮ハザードマップを作成する。なお、周囲より土地の高さが低く、浸水被害のおそれがあるところを明示することにより、住民の避難や建築時の地上げなど耐水化を促し、被害軽減を図る。

事業主体：市

高潮ハザードマップ



兵庫県姫路市ホームページより

## ●情報伝達の徹底

住民の円滑かつ迅速な避難を確保するために、関係機関が連携を図りながら、防災行政無線、広報車、ホームページ、緊急速報メール等の多様な媒体を活用した情報提供を行う。

### 【情報提供の方法】

- ・防災行政無線屋外子局の設置
- ・戸別受信機貸与
- ・広報車による周知（消防局、警察、市）
- ・報道機関への周知
- ・ホームページでの周知
- ・緊急速報メールの配信

事業主体：市

## ●水防組織の強化

集中豪雨・台風等による河川の決壊、氾濫等の災害に備え、関係機関相互や地元地区自主防災組織が連携して、迅速かつ的確な水防活動を行い、出水による災害の防止と被害の軽減を図る。また、水防に関する知識及び技術の向上を目的として、水防訓練を毎年実施するとともに、各種訓練、勉強会、研修等を実施する。

事業主体：地元、市

## ●避難体制の確立

各種ハザードマップ、防災マップを配布・周知、地域の特性や過去の災害履歴等を活かした地域防災マップの作成の推進、防災備蓄物品の充実等により避難体制を確立させる。

事業主体：市