

# 波の種類・特性と沿岸への影響・入門編



下迫 健一郎

一般財団法人 沿岸技術研究センター  
審議役

## 1. はじめに

海には様々な波が存在します。波とは、分かりやすくいうと海面の上下運動のことです。図1に示すように、上がった水面がいったん下がって、また上がるまでの時間を周期、一番高い水位と一番低い水位の差を波高といいます。また、1つの波の長さを波長といいます。波の周期はその発生原因によって異なり、短いものから長いものまで様々で、沿岸に与える影響もそれぞれ違いがあります。本稿では、こうした様々な波の基本的な特徴についてご紹介します。

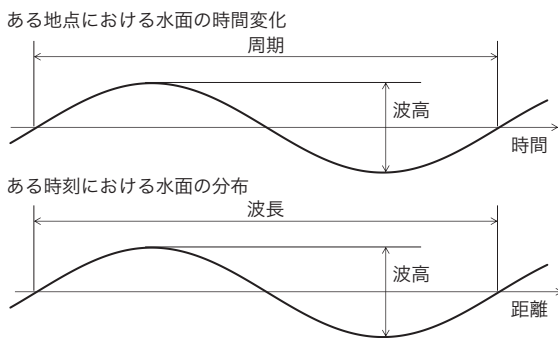


図1 波高、周期および波長の定義

## 2. 周期による波の分類とその特性

私たちが普通に海岸で見かける波は、海の上を吹く風によって発生します。そのうち、風によって直接起こされる波を風波かざなみ

と呼び、周期は概ね数秒から15秒程度です。十分に発達した風波では、波高が10m以上になることもあります。

一方、風波が伝わって行って、風が吹いていない場所に到達したものをうねりと呼びます。うねりは比較的周期が長く、最長で20秒程度になります。一般に風波とうねりをあわせて波浪と呼んでいます。夏から秋にかけて、太平洋側の海岸には台風が近づく前に「土用波」と呼ばれるうねりが来ることがあり、晴天で風のない日でも大きな波が発生します。

周期が30秒程度以上の波は長周期波と呼ばれます。風波やうねりの波高は不規則に変化しますが、大きな波が1波だけではなく、数波連なって来る傾向があることが知られており、この性質を波群性といいます。30~300秒程度の長周期波は、風波やうねりの波群の変化などに起因して生じます。こうした長周期波は波高があまり大きくないため、見た目には分かりにくいのですが、船をつないでいるロープが切れるなどの被害が発生することがあります。

一方、周期が10分以上の長周期波は、湾や港の固有周期に共振して起こる副振動と呼ばれるものが多く、副振動は沖合での気圧の急変によって発生する、水深に比べて波長の長い波(海洋長波)が増幅しながら伝わり、湾内や港内でさらに増幅されることで発生します。こうした長周期波はその被害に度々見舞われる長崎湾では「あびき」とも呼ばれ、長崎湾で1979年に観測された過去最大のあびきは周期が約35分で、最大の全振幅(波高)が278cmを記録しました。

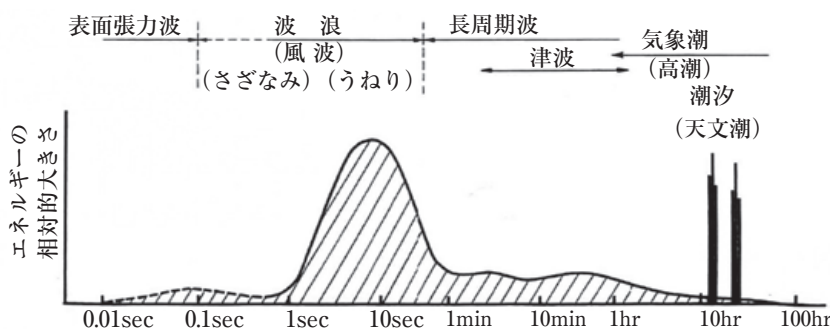


図2 周期による海面変動の分類の例

海底地震や火山の爆発など急激な海底変動によって発生するのが津波で、周期は数分から数十分程度です。津波は沖のほうではあまり目立たない波ですが、水深が浅くなるにしたがって大きくなり、岸に這い上がって多くの人命を奪うこともある恐ろしい波です。

高潮は、台風のような強風を伴う低気圧による海面の異常な上昇で、気圧低下による吸上げと強風による吹寄せの2つの要因によって発生します。その周期は、日本沿岸では数時間から十数時間程度です。大気圧が1hPa低下すると海面は約1cm上昇します。また、吹寄せによる海水面の上昇は、風速が速いほど、湾の長さが長く水深が浅いほど大きくなります。

そのほか、海面の水位(潮位)は約半日の周期で上下に変化します。これを潮汐と呼び、太陽と月の運動によって起こります。天体の運動は規則的なので、潮汐による水位変動はほかの海面運動とは違って正確に予報することができます。

### 3. 波の伝播と変形

#### 3.1 波の速さ

波の進む速さは水深と周期によって決まり、水深が大きいほど、周期が長いほど早く進みます。波の波形が伝わる速さを波速というのに対して、波のエネルギーが伝わる速さを群速度といいます。通常の波浪の場合、群速度は波速よりも遅いため、波の先頭では振幅が徐々に小さくなっていきます。これに対して、津波の場合は群速度と波速が同じになるので、伝播する間に波の先頭で振幅が小さくなることはありません。

#### 3.2 波の変形

波は伝播の途中で屈折、浅水変形、砕波、回折、反射など、様々な変形をします。

##### ・屈折

3.1で述べたとおり、水深が浅くなると波の伝播速度が遅くなります。そのため、波の進む方向は等深線に対して直角に近づきます。こうした変形を屈折といい、沖では様々な方向に進んでいる波が、海岸線に近づくと波の峰が海岸線にほぼ平行になるのはそのためです。

##### ・浅水変形

波のエネルギーが伝わる断面積は水深に比例するので、水深が浅くなるとエネルギーの密度が高くなり、波高が大きくなります。こうした変化を浅水変形といいます。

##### ・砕波

波高が水深や波長に比べてある程度大きくなると、波は砕けます。これを砕波といいます。通常の波浪は海岸に近づくと砕波して波高が小さくなりますが、津波や高潮は砕けることなく海岸に押し寄せて陸上までは上がります。

##### ・回折

島や岬、防波堤など波の進行を妨げるものがあると、波はそれらの背後に回り込みます。これを回折といい、周期の長い波ほど回折の影響は大きくなります。

##### ・反射

波の進行を妨げるものにぶつかると、波は向きを変えて別の方向に進みます。これを反射といいます。反射した波の波高と元の波の波高の比を反射率といい、通常の波浪の場合、直立の壁がむき出しの防波堤では0.7~1.0程度ですが、緩やかな砂浜海岸では0.05~0.1程度と非常に小さくなります。

## 4. 沿岸への影響

### 4.1 海岸地形の変化

台風などによる高波が来ると、砂浜海岸では海岸線が大きく後退することがあります。通常はしばらくすると海岸線は元に戻りますが、河川からの土砂供給が少ないと、海岸線は元に戻らず徐々に後退していきます。このような現象を海岸侵食といいます。対策としては、コンクリートブロックによる離岸堤などを設置して、砂の堆積を促進する方法などがあります。

### 4.2 港内における長周期波の影響

防波堤は外から来る波を遮り、港を静穏に保つ重要な施設です。しかし、長周期波の場合は通常の波浪に比べて回折の影響が大きいため、船舶が出入りするための港の入り口から港内に侵入したり、防波堤下部の捨石マウンドから透過したりして、港内の静穏度に影響を与えます。対策としては、防波堤を延ばして港内への長周期波の侵入を少なくする方法や、港内の水際線の消波性能を向上させて反射による波高の増大を防ぐ方法などがあります。

### 4.3 津波や高潮による被害

3.2で述べたとおり、通常の波浪は沿岸に到達すると砕波によって小さくなるため、それ自体では大きな被害が生じることはありません。しかし、高潮と高波が重なった場合や、津波が来襲した場合には、沿岸域に大きな浸水被害をもたらすことがあります。津波や高潮に対する対策としては、海岸堤防などの構造物によるハード対策で浸水を防ぐ方法がありますが、構造物による対策には限界があるため、被害を最小化するためには早期避難などのソフト対策も重要です。

## 5. 最後に

海の波の種類や基本的な特徴について紹介しました。温暖化による海面の上昇や台風の強大化により、波による沿岸への影響の増大が懸念され、今後はこれらに対する適切な対応が不可欠になると思われます。