

# 教育支援のための津波・高潮可視化装置の開発

渡辺 一也\* 平尾 基繁\*\* 植松 竜輝\*\*

## Proposed of disaster education system for Tsunami and storm surge using acrylic tank

Kazuya WATANABE, Motoshige HIRAO and Ryuki UEMATSU

### Abstract

This paper considers that recognition about young people, Japan. Recently, the natural disaster increases and it is generated frequently in Japan. For reduction of natural disaster damage, it is utilizing both hardware and software sides. However, disaster prevention technology using hardware is not so advanced from the problem on the budget side. Therefore, it is important to use disaster prevention technology using software like hazard map and information propagation and method to visualize the tsunami and storm surge by the hydraulic model.

In this study, the questionnaire survey of the understanding level to people's hazard maps, the ideas, and the disaster and disaster recognition was executed. Finally, it is examined to effective use of the hazard map and idea of disaster recognition in the future.

*Key Words:* Tsunami, storm surge, disaster education, hydraulic model, questionnaire

### 1. はじめに

我が国は海洋プレートと陸側のプレートの境界部に位置しており、日本周辺では、ユーラシアプレート、フィリピン海プレート、北アメリカプレート、太平洋プレートの4つのプレートの断層活動により頻繁に地震が発生している。そして、そのたびに甚大な被害に見舞われてきた。

地震による被害の一つに津波が挙げられる。日本は海に囲まれた島国であり、地震の際は津波の被害を受けやすい国土条件であると言える。

内閣府によると<sup>1)</sup>明治以降、津波により大きな被害をもたらした地震は1896年の明治三陸地震津波、死者・行方不明者数約22000人、1933年の昭和三陸地震津波、死者・行方不明者数約3000人、1944年の東南海地震、死者・行方不明者数1251人、1946年の南海地震、死者・行方不明者数1443人、1960年のチリ地震津波、死者・行方不明者数142人、1968年の十勝沖地震、死者・行方不明者数52人、1983年の日本海中部地震、

死者・行方不明者数104人、1993年の北海道南西沖地震近年、死者・行方不明者数230人とされており、中でも明治三陸地震津波、昭和三陸地震津波、チリ地震津波、日本海中部地震、北海道南西沖地震の犠牲者のほとんどは津波によるものである。

しかし、日本人の津波に対する危機意識は希薄であり、特に、2006年11月と2007年1月に発生した千島列島沖の地震の際には、津波警報の発表や避難勧告の発令にもかかわらず、住民の避難はいずれも低調に止まり、特に、2007年1月の地震では2006年11月の地震よりも住民の避難率が著しく低下するなど、住民の避難行動において非常に危惧すべき状況が確認されている<sup>2)</sup>。また、東京大学地震研究所の、2010年チリ中部地震の際に実施された津波に関する意識調査の結果<sup>3)</sup>によると、「地震の発生と津波の発生とに関連があると思うか」、「外国で起きた地震で発生した津波は日本まで到達することがあると思うか」という問いに対しては約95%の正答率が得られており、日本国民は津波に関する基本的な知識を持っていることがわかるが、「太平洋を渡る津波の伝播速度はどのくらいか」(6択)という問

\* 香川高等専門学校 講師

\*\* 元香川高等専門学校 建設環境工学科

いに対しては正答である「ジェット機くらい(時速 800 キロ)」が 22.8%であり、「自動車くらい(時速 40~60 キロ)」が 21.5%、「新幹線くらい(時速 200 キロ)」が 27.1%と誤答も目立つ結果となっている。この統計結果より日本人は津波の危険が高い国に住んでいるにもかかわらず、津波に対する理解が低いことが分かる。そこで日本人の津波に対する危機意識の向上を図るための教材として津波を視覚化した水理模型を作製することにした。

## 2. 水槽の作成

### 2. 1 水槽の概要

透明のアクリル板を使用して装置を作製した。装置の規模は、理化支援のための出前授業や行事などにも対応できるように持ち運び易さを勘案して、長さ 2000mm, 幅 400mm, 高さ 500mm とした。また、側面・上方から波の伝播状況について視覚的に見せるために、素材は透明なアクリル板を使用した。

### 2. 2 使用材料

装置・実験に使用した材料は以下の通りである。

- ・透明アクリル板(1000mm×2000mm×6mm)2 枚
- ・三角補剛材(3mm×1000mm)9 本
- ・アクリル板用接着剤(30ml)4 個
- ・発砲スチロール(600mm×1000mm×30mm)6 枚
- ・アクリル板用シリコンプレー(白色)2 本
- ・プラスチック蝶番 3 個
- ・食紅(黄色)2 本
- ・その他



写真-1 可視化装置

実際の作成に当たっては、外枠を写真-1 のように作成し、その後の中にマウントやスロープを設けることによって津波の見え方がどのように異なるかを検討した。

## 3. 造波方法

今回は以下に示すような 5 つの方法で実験を行った。特に、物理的に津波を再現する事にはこだわらずに教育支援として、災害の恐ろしさを表現できる方法がどれであるのかを検討した。さらにそれぞれの実験において水深を変更し数回の実験を行い、このサイズの装置における最適の水深も検討した。

### 3. 1 アクリル板の引き上げによる方法

この方法は、水槽の底の部分とアクリル板の一端とを蝶番を用いて固定し、もう一端に穴を開け、紐をつけたものを底に沈めて一気に引き上げることで津波を発生させるというものである。

一般的に津波は地球内部に沈降したプレートがひずみを解放しプレートの端が大きく変化することにより発生する。そこで、底に沈めたアクリル板をプレートに見立て、一気に引き上げれば実際の現象にもっとも近くなるのではないかと考え実験を行った。実験の原理を図-1 に示す。

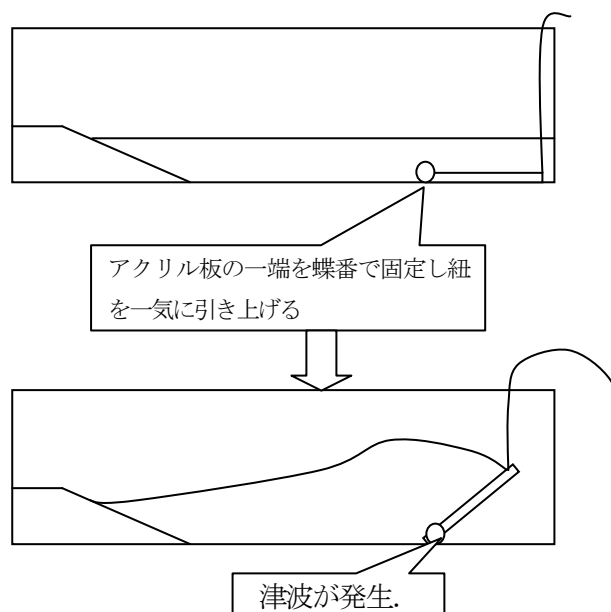


図-1 引き上げ実験の原理



写真-2 引き上げ実験 (発生装置)



写真-3 引き上げ実験（側面図）



写真-4 押し出し実験（側面図）

ここでは水深を 5cm, 10cm, 15cm, 20cm の 4 段階に変更し実験を行った。写真-2, 写真-3 は実験装置の概要である。

### 3. 2 アクリル板の押し込みによる方法

先程の手法とは逆にアクリル板を押し出すことで、水を押し出し、津波を発生させるという方法である。津波は通常の波とは違い、何らかの要因で水の体積的な変化が発生することで生じる。そこでアクリル板を押し込むことで水を押し出して津波が発生させられると考え実験を行った。実験の原理を図-2 に示す。

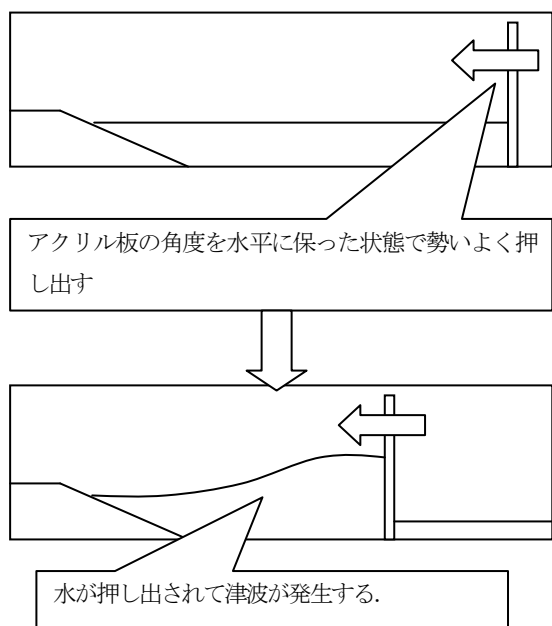


図-2 押し出し実験の原理

この実験も同様に水深を 5cm, 10cm, 15cm, 20cm と変更し実験を行った。写真-5 は実験装置の概要、写真-6 は実験の様子である。



写真-5 押し出し実験（実験風景）

### 3. 3 落下物による方法

この方法では発砲スチロールに重りを取り付けたものを空中から落下させ、その衝撃で津波を発生させるというものである。装置への衝撃を考慮して底には重りが直撃しないように落下物を作製した。

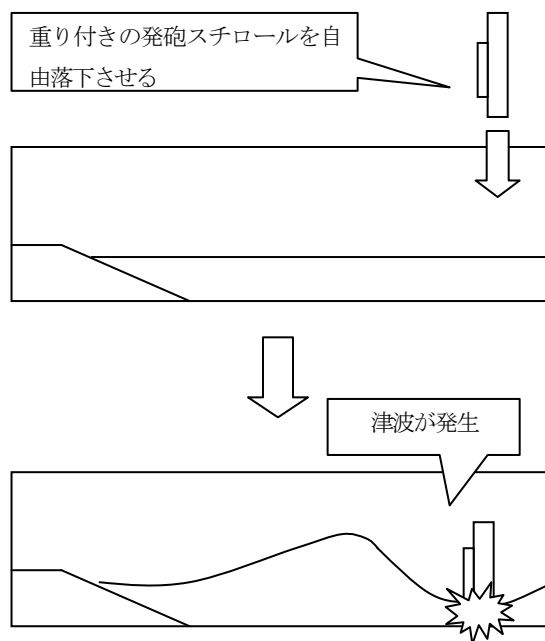


図-3 落下物による実験の原理

この実験では水深を 15cm に限定した。その代わりに落下物に取り付ける重りを 1 個, 2 個, 3 個と変更しながら実験を行った。実験の原理を図-3 に示す。

### 3. 4 地滑りによる方法

このケースとしては希ながら発生した場合大きな被害をもたらすとされている地滑り津波をモデル化してみようと考えを行った。方法としては水槽にアクリル板を使用して斜面を設け、三角柱に重りを取り付けたものを滑らせることにした。実験の原理を図-4 に示す。

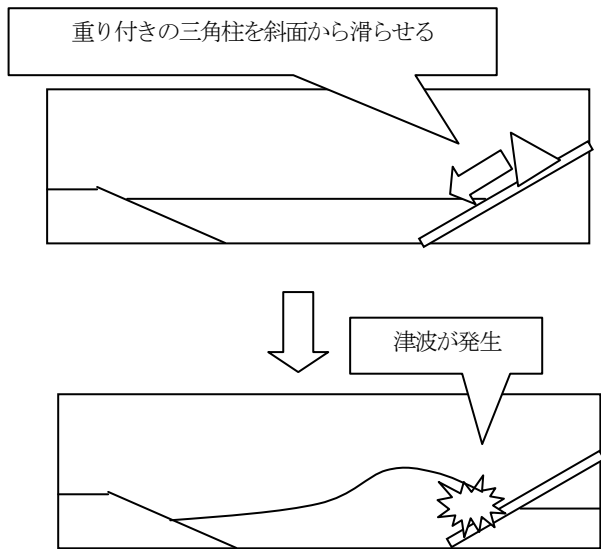


図-4 地滑りによる実験の原理

### 3. 5 水位差を利用した方法

実験の原理を図-5 に示す。

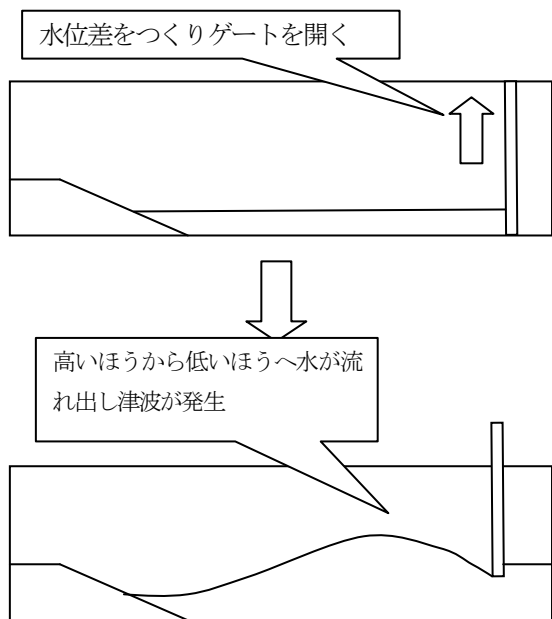


図-5 水位差による実験の原理

この方法は水槽にアクリル板でゲートを設置し、ゲートを境に水位差をつくり、水が高いほうから低いほうへ流れるという性質を利用して、津波を発生させるものである。ゲートを開くと同時に水が高いほうから低いほうへ流れ出し、津波が発生するしくみである。

この実験では高いほうの水深を 25cm, 低いほうの水深を 10cm として行った。写真-6, 写真-7 は実験装置の概要である。

この実験も水深は 15cm で固定し、重りの数を 1 個, 2 個, 3 個と変更しながら実験を行った。



写真-6 水位差による実験 (側面図)



写真-7 水位差による実験 (側面図)

## 4. 実験結果

今回の実験の結果を以下に示す。

### 4. 1 アクリル板の引き上げによる方法

水深が 5cm, 10cm, 15cm のときはいずれも津波に近いものを発生させることが出来た。ただし、水深が 5cm のものについては波の波長がとても短く、また波高も小さくなっており分かり辛かった。水深が 10cm のものについては 5cm のものと比較すれば、波長も長く、



波高も高くなっており分かり易かった。水深が 15cm のものについては波長が長く、波高も高くなっており、この実験においてはもっとも分かりやすくなっていた。しかし、水深が 20cm のものについては、かなり大きな水圧がアクリル板にかかっており勢いよく引き上げるのは困難なため波を起こすことは出来なかった。

#### 4. 2 アクリル板の押し込みによる方法

これもアクリル板の引き上げによる方法と同様に、水深が 5cm, 10cm, 15cm のものについては津波に近いものが発生させることが出来た。また同様に 5cm, 10cm, 15cm の順番で分かりやすいものだった。水深が 20cm のものについては勢いよく押し込むことができず、波は発生したもののとても分かり辛かった。

#### 4. 3 落下物による方法

この実験については水深を 15cm に固定し、重りの数を変えて実験したが、いずれも津波に近いものは発生しなかった。落下させると水が飛び散り、波長の短い小さな波が四方八方に広がるだけとなった。一般に石ころを水辺に投げたときのようなものと同じような結果だった。

これ以上重りを増やすことも考えられたが装置への衝撃や水の飛び散る度合いを考慮すると決していい方法とは言えないので重りは3つまでで打ち切ることにした。

#### 4. 4 地滑りによる方法

この実験も落下物による方法と同様に水深を固定し重りの数を変えて実験したが、いずれも津波に近いものは発生しなかった。これも波長の短い小さな波が発生しただけだった。

実際に発生する地滑り津波の際の地滑りは大量の土砂が流れ込むことから重さの問題ではなく、三角柱の容量が小さすぎたことが原因の一つと考えられる。

しかし、このサイズの装置において、これ以上のサイズのものを使用した場合、距離的な問題から波を見ることが出来なくなってしまうためこの方法は難しいと考えられる。

#### 4. 5 水位差を利用した方法

この実験については津波に近いものを発生させることが出来た。波の波長も短くなく、波高も大きくてわかりやすかった。ゲートを少し上げた状態を考えるとそこから水が流れ込むから下から押し込んでいると考えられ、アクリル板の引き上げによるものと同様に沈降

したプレートが下から戻るといった現象と近いと考えられる。

### 5. 結果の考察

今回の実験ではアクリル板の引き上げによる方法、アクリル板の押し込みによる方法、水位差を利用した方法において津波に近いものを発生させることができた。

しかし、この3つの方法について比較してみると、アクリル板の引き上げによる方法と水位差を利用した方法については、アクリル板の押し込みによる方法に比べ、波の波長が短く、どちらかと言えば普通の波に近いものであった。それに加えて、陸地に達したときの威力が弱く、津波の恐怖を感じてもらうためには適していないと感じられた。また、アクリル板の押し込みによる方法は必要な材料や作業の工程も少なくコストも削減することができる。

したがって、今回行った実験の中では、アクリル板の押し込みによる方法がもっとも可視化装置に適していると言える。

しかし、実際にあまり津波の恐怖を感じる事が出来なかった。確かに津波に近いものを発生できたとしても、小さな水槽のなかでのことであって小さな子どもたちに実際の津波を想像させるのは難しいかも知れないと考えられる。開始当初は陸地に構造物や人間の模型などを設置する予定だったが時間の関係上設置できなかった。模型を設置した上で実験を行っていれば感じ方は変わっていたかも知れないため、今後工夫が必要である。

### 6. おわりに

これまで何度も日本に被害をもたらしてきた津波だが、実際に経験していない者にはその威力や恐怖は分からない事が多く、他人事になってしまう危険性がある。近い将来、南海大地震が発生すること予想されており、今後も津波の被害は続くと考えられる。そのため、何らかの対策によって防ぐことができれば最善の策だが、コストや工期などを考慮すると、ハードのみの対策では現実出来でない可能性が高い。そのため、ソフト対策を充実させる必要がある。このとき、情報をいち早く伝えることがもっとも大切ではあるが、情報をえた人間が逃げ遅れないために大切な事は津波に関して正確な知識を持っている事であると考えられる。理解から避難に繋がる事を期待している。

今回作製したような可視化装置が今後、教育の場で使用され、一人一人が津波について理解し、少しでも

津波による被害の減少に役立てば幸いである。

**謝辞**：本研究を行うにあたり，香川高等専門学校・高松キャンパス建設環境工学科の協力を得た。ここに記し謝意を表する。

#### 参考文献

- 1)内閣府：明治以降，津波により大きな被害をもたらした地震，<<http://www.bousai.go.jp/hakusho/h21/bousai2009/html/hyo/hyo024.htm>>，(2010年11月12日アクセス)
- 2)群馬大学大学院災害社会工学研究室：平成18年11月15日千島列島の地震における北海道の行政と住民の津波対応に関する調査報告書，<[http://dsei.ce.gunma-u.ac.jp/modules/newdb1/extract/10/data/10\\_1\\_02.pdf](http://dsei.ce.gunma-u.ac.jp/modules/newdb1/extract/10/data/10_1_02.pdf)>，(2011年2月25日アクセス)
- 3)東京大学地震研究所：津波に関する意識調査，<[http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/201003\\_tsunamisurvey/](http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/201003_tsunamisurvey/)>，(2011年1月21日アクセス)