

島の形状による防波効果の変化 津波に強いまちをつくるために

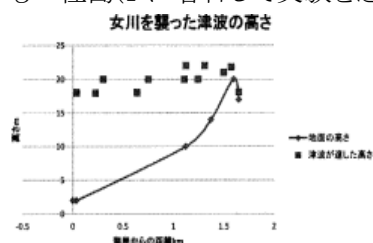
宮城県仙台第三高等学校 理数科

要旨

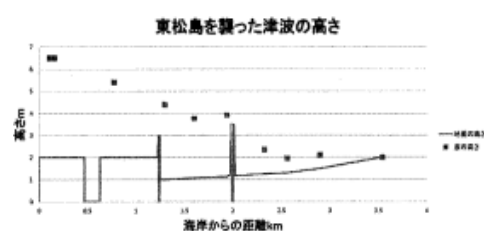
世界では度々地震が起こっている。その結果として、津波が起こっている。私たちはそのような津波の被害を受けている。この被害をできる限り抑えるため、その対策を考えたい。津波の発生自体を防ぐことは、高校生の私たちには不可能だと考え、津波発生時の減災を目的に研究を行う。東日本大震災の際、松島が被害が小さかったという事実から、その要因と考えられている浦戸諸島の島々、その中でも三日月状である桂島に着目し、模型を作り、他の形状と比較することで波の勢いを抑えるのに最適な島の形状について研究した。結果、三日月状の島は他の島と比べ、波の勢いを抑えることがわかった。そして島と沿岸部の距離の比率を調査することによって、島を設置するのに適した位置が明らかになった。

1 序論

東日本大震災の際、松島の被害だけが異様に小さかった。その要因は、松島湾にある浦戸諸島が自然の防波堤となり、波の勢いを抑制したためだと考えられている。そこで、どんな形状の島ならば、津波の勢いを抑制できるのかを研究した。そして、津波の被害を抑えられる形を模索し、そのデザインを提案したい。本研究では、地形の特徴という観点において、研究を行った。下図①、②は、東日本大震災における津波の波高のグラフである。V字谷をもつ女川と平野である東松島とでは、波高に差があるということから、地形の特徴が大きな影響を与えていると推測できる。そこで私たちは、松島の浦戸諸島と呼ばれる島々が自然の防波堤となり、被害を抑えたと知り、中でも特徴的な三日月の形状をもつ桂島(1)に着目して実験を進めた。



図①



図②



(1) 桂島

2 実験材料と方法

本研究では2つの実験を行った。実験には、縦59cm、横28cm、高さ19cmの水槽、島の形状にカットした発泡スチロール(幅15cm、高さ3cm、奥行き5cm)、水槽の横幅にカットしたアクリルボードを用いた。

まず、波の発生方法として、アクリル板を一定の範囲手前に引き、水をため、上に引き抜くことで波を起こす。

実験1では、島を置かない状態を基準とし、一般的な島の形の円状の島と三日月状の島とで比較した。手順は、①島を模した発泡スチロールを水槽の底に配置し、水を1.5cm貯める。こ

これは松島の実際の島の標高と水深の比率を合わせた高さである。②アクリルボードで水を一方の壁に集め、引き上げることで波を起こす。③もう一方の壁における波の最高到達点を記録する。④この操作を10回繰り返す。次に、島を置く位置を変化させるとどうなるかを検証する実験2を行った。手順は、①実験1と同様に波を起こす。②置く島を三日月状の島に固定し、島を置く位置を変化させながら実験する。
 ※波を起こす際、一定の範囲でアクリルボードを引き、同じ強さで波を起こせるようにした。



3 結果と考察

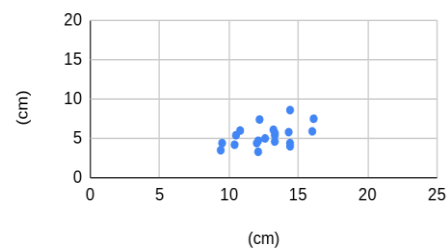
実験1の結果、三日月状の凸方向(一般的な形状の島と見立てた)と比べて、三日月状の凹方向のほうが最高到達点が低い、すなわち波の勢いを抑えられたということがわかった。

	波の最高点	標準偏差
凹方向からの津波	4.0cm	0.45
凸方向からの津波	8.4cm	1.07
島を置かない場合	11.2cm	1.22

グラフ① 実験1結果

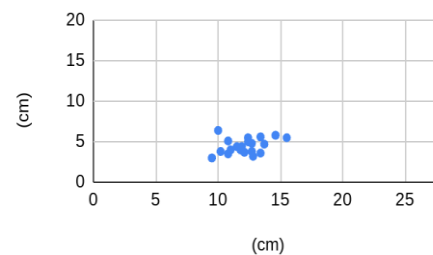
実験2の結果から、島の横幅15cmに対し、壁との距離が15cmであったときに波高が一番抑えられていることがわかった。また、波高を抑えるために最適な島の横幅と島の中心から観測地点までの距離の比は、約1:1であると考えられる。このことから実際の縮尺に合わせると、桂島の横幅が2kmであったため、津波発生時にも島の中心から約2kmの地点で波高を抑えることができると推察できる。すなわち、島の大きさと陸までの距離の比が1:1のときに波高を抑えやすいと解釈できる。

島と壁との距離が15.0cmの場合



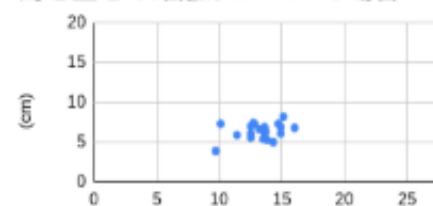
グラフ② 実験2結果(1)

島と壁との距離が17.5cmの場合



グラフ③ 実験2結果(2)

島と壁との距離が20.0cmの場合



グラフ④ 実験2結果(3)

島と壁との距離	15.0cm	17.5cm	20.0cm
x軸 平均	12.7	12.1	13.3
標準偏差	1.93	1.53	1.60
y軸 平均	5.31	4.49	6.37
標準偏差	1.36	0.94	1.01

グラフ⑤ 実験2結果(4)

4 まとめ

本研究では、波の勢いを抑えやすい島の形状とその置く位置について検証できた。しかし、他の形の島との比較や島の水面下での形、島の左右のスペースの大きさなど多くの検証すべき点がある。これからさらに研究を進めていきたい。そしてこの研究からわかったことを下に、津波の被害をできるだけ抑えることのできる街のデザインを提案したい。

参考文献

1 その日、浦戸諸島は自然の防波堤となった。塩釜市ホームページより
<https://www.city.shiogama.miyagi.jp/uploaded/attachment/4366.pdf> (参照 2024-07-02)

2 津波と波の間での違い NHK for School
https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?datas_id=D0005320308_00000
(参照 2024-07-02)

3 女川町における津波被害調査報告(報告)
https://www.town.onagawa.miyagi.jp/archive/pdf/iinkai/01_meeting/01_meeting_appendix3-3.pdf(参照 2024-09-17)

4 平野と V 字谷を襲う津波のメカニズムについての一考察：実験と東日本大震災大津波東松島市、女川町の調査を通して(<特集>東北支部)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/pesj/60/3/60_KJ00008195440/_article/-char/ja/
(参照 2024-09-17)