



東京学芸大学リポジトリ

Tokyo Gakugei University Repository

中学生を対象とした津波実験装置を用いた防災教育とその有効性

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-11-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 里,嘉千茂, 村上,潤 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2309/159754

中学生を対象とした津波実験装置を用いた防災教育とその有効性

里 嘉千茂*¹・村上 潤*²

宇宙地球科学分野

(2020年7月7日受理)

SATO, K. and MURAKAMI, J.: Teaching Disaster-Prevention with Tsunami Experimental Devices for Junior High School Students and Their Effectiveness. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Div. Nat. Sci., 72: 23-36. (2020) ISSN 2434-9380

Abstract

In order to study the effectiveness of two types of tsunami experimental devices (device #1 and #2) developed for the purpose of teaching disaster-prevention for junior high school students, we conducted teaching in science classes. Both of these devices, as presented in our previous paper (Sato and Murakami, 2017), are basically large water tanks of 180 cm, 30 cm and 45 cm in length, width, and height, respectively. Their bases are of different shapes, so as to follow different types of seafloor: device #1 is like a continental shelf, while device #2 has a gentle slope. Not only leading wave but also backwash of a tsunami can be generated with each device. We conducted teaching in science classes with and without them for second year students of a junior high school. Statistical tests of examinations aimed at the students after the classes clearly indicate that the level of understanding of tsunami and tsunami disasters is significantly higher when these devices are used. This leads us to conclude that these tsunami experimental devices are quite effective for teaching tsunami disaster-prevention.

Keywords: tsunami experimental devices, teaching disaster-prevention, junior high school students, effectiveness of the devices

Department of Astronomy and Earth Sciences, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

要旨: 本研究では、中学生を対象とした防災教育のために製作した2つの津波実験装置を用いて授業実践を行い、これらの実験装置を用いることの有効性について検証した。これらの津波実験装置は、前報(里・村上, 2017)で紹介したように長さ180 cm×幅30 cm×高さ45 cmの大型水槽をベースにしたもので、海底面の形状の違いによる津波の違いがわかるようにするため底面を2種類の異なる形状にしてある。すなわち、陸棚を模した形状のものとなだらかなスロープ状のもの2種類で、それぞれを津波実験装置1号と同2号と名付けた。また、これらの津波実験装置では、それぞれにおいて押し波と引き波を起こすことができる。中学2年生を対象として授業実践を行い、これらの津波実験装置を用いるグループ(実験群)と用いないグループ(統制群)において授業後に津波や津波防災に対する理解度や意識に差があるか否かを検討した。その結果、海底面の形状の違いによる津波の伝わり方や威力の違い、また押し波と引き波の違いなど、津波に対する理解度や知識の定着度において実験群と統制群では統計的に有意な差があり、これらの津波実験装置が効果的であることがわかった。さらに、実験群に対するアンケートでは、「津波のしくみや種類、大きさ、強さ等がよくわかって便利だし、津波への意識が変わった」、「今まで津波について実感がわかなかったが、この実験はとてもわかりやすく貴重な体験だった」などと回答した生徒も多く、防災教育においてこれらの津波実験装置がたいへん有効であることを示すことができた。

*1 東京学芸大学 広域自然科学講座 宇宙地球科学分野 (184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1)

*2 東京学芸大学 附属小金井中学校 (184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1)

1. はじめに

日本やその周辺ではしばしば大地震が発生しており、その都度大きな被害にみまわれている。とりわけ海底下で起こる大地震の場合、大津波を引き起こして沿岸域に大きな爪痕を残すこともめずらしくない。明治期以降の顕著な事例だけでも、1896年明治三陸沖地震、1923年関東地震、1933年昭和三陸沖地震、1944年東南海地震、1946年南海地震、1964年新潟地震、1968年十勝沖地震、1983年日本海中部地震、1993年北海道南西沖地震、2003年十勝沖地震、2011年東北地方太平洋沖地震による津波など、枚挙にいとまがないほどである。また、1960年チリ地震による津波のように、日本から遠く離れた場所で発生した地震による津波で大きな被害が生じたこともある。

なかでも日本における近年の津波災害として特筆すべきものは、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震 (M9.0) によるいわゆる東日本大震災であろう。この地震による人的被害 (2017年3月1日現在) は、死者19,533人、行方不明者2,585人 (消防庁, 2017) と日本における自然災害史上でも稀有な規模であったが、その圧倒的多数は津波によるものであった。この地震は太平洋プレート境界面で発生した逆断層型の巨大地震であり、宮城県沖の海底下を震源として同日14時46分に発生した (たとえば、気象庁, 2012)。最終的な震源域は南北に約450 km、東西に約200 kmという広大なものであり、日本海溝近くの浅部プレート境界面まで断層運動が及んだこともあって、地震後には北海道から関東地域にかけての太平洋沿岸部を中心にして最大40 m程度の巨大な津波に襲われた (たとえば、Mori et al., 2011)。この地震やそれによる津波は平日の日中に発生したため、津波による犠牲者の中には北上川河口から約5 km上流にあった宮城県石巻市立大川小学校 (当時) の児童72名のように、学校管理下にあった児童も含まれている (他にも自宅等にいた児童2名と教職員10名も犠牲になった) (大川小学校事故検証委員会, 2014)。また、1983年5月26日の日本海中部地震 (M 7.7, 秋田県能代市西方沖で発生) に伴って日本海で発生した津波 (青森県～秋田県沿岸で高さ3～7 m, 最大遡上高は約14 m) では、100名もの人的被害が出た (たとえば、伊藤, 2014)。この地震やそれに伴う津波も平日の日中 (正午ごろ) に発生したため、犠牲者の中には教員に引率されて男鹿半島の海岸に遠足に来ていた秋田県内陸部の合川町 (現在は北秋田市) 立合川南小学校 (当時) の児童13名が含まれている (伊藤, 2014)。

これらの例が示すように、学校管理下または学校外において教員の引率下でありながら津波で児童・生徒が犠牲になることもあり得るので、教員はもとより児童・生徒も一人一人が津波に対する確かな知識や防災意識を持ち、いざという時には自分で自分の身を守るという自覚を持つことが重要であろう。

このことを如実に示す事例として、東日本大震災の際の岩手県釜石市立釜石東中学校及び同鶴住居小学校のケースがある (たとえば、内閣府防災担当, 2011)。これら両校は海岸から500 m足らずのところに位置しており、津波に襲われた場合は多くの犠牲者が出るのが危惧されていた。そこで、釜石東中学校では東日本大震災の数年前から津波防災教育や避難訓練を含む「津波に関する学習」を継続的に行ってきたり、生徒一人一人に津波に対する防災意識を持たせる取り組みを行ってきた。この取り組みの特筆すべき点は、それが学校内にとどまらず周辺地域全体にも広がられていたことである (たとえば、里, 2013)。そのような周辺地域も取り込んだ形での防災教育のおかげで、巨大津波が来襲した際には生徒一人一人が率先して隣接する鶴住居小学校の児童や地域住民を促しつつ一緒になって迅速に避難することができた。その結果、両校の校舎は津波で大きく浸水したにもかかわらず、児童・生徒約570名は全員無事であった (内閣府防災担当, 2011)。このことから、津波防災教育を通して児童・生徒一人一人が自分の身は自分で守るという自覚を持つことが極めて重要であることがわかる。

ところで、現在、たとえば中学校の理科においては、津波について多くの場合1年生の地震に関する学習の中で「地震による災害」の1つとして扱われている。たとえば、啓林館の教科書 (吉川ほか, 2016) では、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波について、津波が海岸に来襲する様子の写真や津波が伝わる様子を示すコンピュータシミュレーションの図が掲載されている。東京書籍の教科書 (岡村ほか, 2016) では、模式図を使って津波が発生するしくみを説明しているほか、2011年東北地方太平洋沖地震によって発生した津波が太平洋を伝わる様子を示す図が示されている。また、学校図書の教科書 (霜田ほか, 2016) でも、津波が発生するしくみを示す模式図のほか、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波が各地に到達した際の写真、近い将来に発生が危惧される南海トラフ地震によって津波が広がる様子を示すコンピュータシミュレーションの図などが示されている。さらに、大日本図書の教科書 (有馬ほか, 2016) では2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の高さ分布や被害写真

のほか津波警報のしくみについて図解したり、教育出版の教科書（細矢ほか，2016）では津波が発生するしくみを示す模式図や2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波が来襲する様子とそれによる被害の様子の写真が掲載されたりしている。しかし、一般に津波に関する内容は十分とは言えず、また、このような津波に関する図や写真だけでは、生徒に津波の怖さを伝えたり、津波防災教育がとりわけ重要な沿岸地域にある学校においても実感を伴って自分の身を自分で守ることの重要性を自覚させたりすることは困難ではないかと考えられる。

では、生徒一人一人に実感を伴ったわかりやすい形で津波防災教育を行うには、どのようにするのがより効果的であろうか。実際の津波の映像や被害に関する資料を見せることも一定の効果はあると思われるが、実際の津波に準じた実験によって津波の威力や怖さを実感として感じさせることができればより効果的であろう。そこで、著者らは、そのための教具として水槽をベースにした津波実験装置を製作し、それを用いて中学生を対象とした津波防災教育を実践した（里・村

上，2017）。今回、さらにこの津波実験装置を用いることの効果を統制群法により検証したところ、その有効性を統計的に示すことができたので、本稿ではそれについて報告する。

2. 製作した津波実験装置

製作した津波実験装置については、すでに里・村上（2017）でも説明してあるので、以下では簡単に述べる。なお、これまでも児童・生徒を対象とした津波実験装置の製作例がいくつかあるが（たとえば、佐武ほか，2009；香月ほか，2010；明石ほか，2012；佐藤，2012；牧野，2016；境・片岡，2016；杉山・横川，2016；横山ほか，2016），今回著者らが製作したものは津波の発生方式などにおいて独自性があるものである。

2.1 概要

製作した津波実験装置は、長さ180 cm×幅30 cm×高さ45 cmの大型水槽をベースにしたものである。この

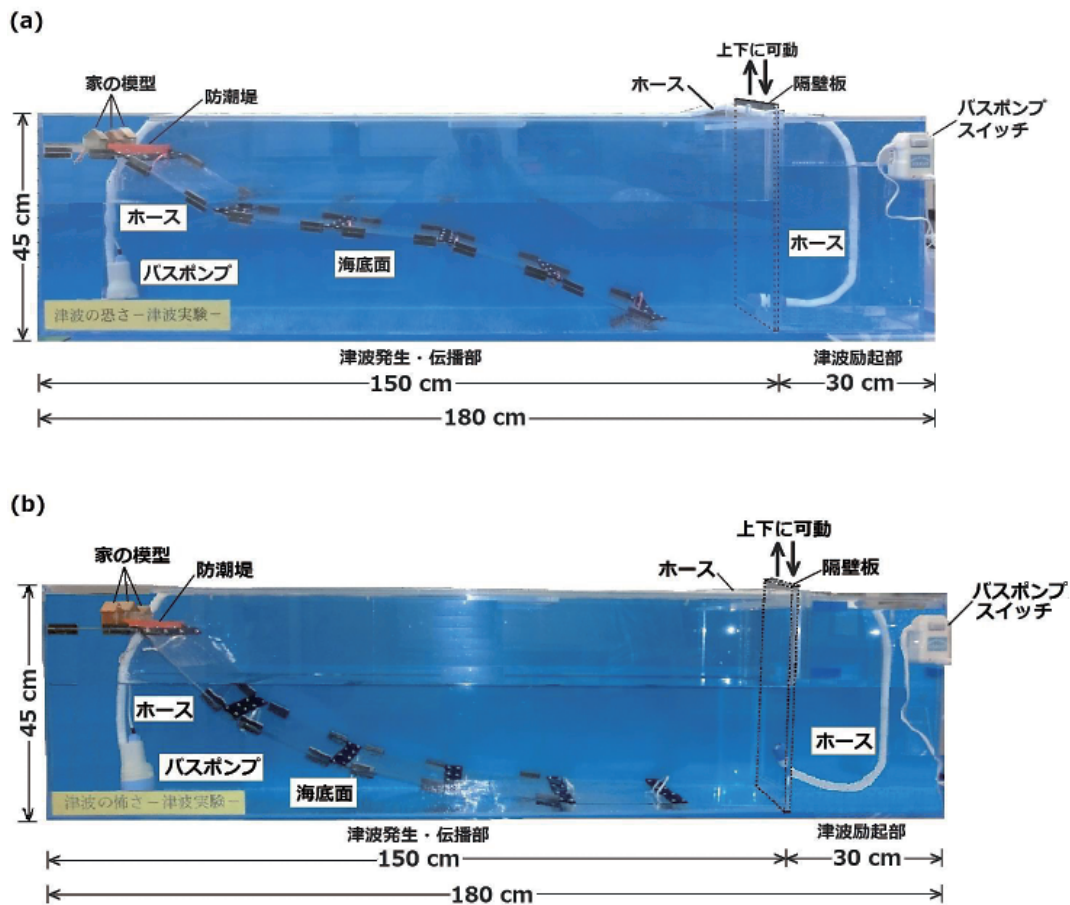


図1 製作した2つの津波実験装置，(a) 津波実験装置1号と (b) 津波実験装置2号
里・村上（2017）から転載（図の説明の詳細は里・村上（2017）を参照のこと）。

水槽を隔壁板によって長さ方向に 30 cm と 150 cm の 2 つの部分に仕切り、前者で津波を励起し、後者で津波を発生・伝播させる（以下ではこれら 2 つの部分それぞれ津波励起部と津波発生・伝播部と呼ぶ）。この隔壁板は水槽の側壁に設けられた溝にそって上下にスライドでき、上方向に完全に抜き取ることができるようになっている（水槽の底板にも同じ位置に溝が設けてあり、収納時には隔壁板はその溝にも差し込まれている）。なお、水槽本体及び隔壁板は厚さ 8 mm のアクリル製である。

津波発生・伝播部には海底面に対応する面を設けてあるが、海底面の形状の違いによる津波の伝播の違いがわかるようにするため、形状の異なる 2 種類の海底面を設けた津波実験装置を製作した。すなわち、陸棚を模した形状の海底面となだらかなスロープ状の海底面の 2 種類で、以下ではそれぞれを陸棚海底面とスロープ海底面と呼ぶことにし、それぞれの海底面をもつ装置を津波実験装置 1 号と同 2 号と名付ける。図 1 にこれら津波実験装置 1 号と同 2 号の写真を示す（なお、津波が伝わる様子を見やすくするために各実験装置の背面には青色のセロハン紙を貼ってある）。

海岸部には津波の破壊力や怖さを実感しやすいようにアクリル板（オレンジ色に着色）で作った高さ 2 cm 程度の防潮堤をセットし、さらにその背後の陸地面にミニチュアサイズの家の模型（木製）を 3 個程度置いた。また、形状が単純な海岸地形に比べて V 字形海岸など湾奥が狭まっている海岸地形の場合は、津波がより増幅されて破壊力が増すことを実感しやすくするために、前述の防潮堤の代わりに長さ 15 cm、幅 5 cm 程度のアクリル板（緑色に着色）2 枚を使って V 字形海岸線にできるようにした。なお、津波が伝わる様子を見やすくするために、実験をする際には水にグリーン系の入浴剤を溶かして着色した。

2. 2 津波を発生させるしくみ

これらの津波実験装置では、隔壁板で仕切った津波励起部と津波発生・伝播部それぞれにあらかじめ異なる水位まで水を入れておき、隔壁板を勢いよく上にスライドさせて抜き取ることによって津波を発生させる。つまり、この隔壁板の操作によってその下を通して水位の高い方から低い方へ水を急激に流入させることで、津波発生・伝播部内の水の体積を急変させて津波を発生させるのである。

実際の地震による津波の場合は、通常は海底下における縦ずれ断層（逆断層または正断層）型の地震で海底が急激に隆起または沈降し、それに伴ってその上の

海水が隆起または沈降することによって発生する（ちなみに、逆断層型地震の場合は第一波が海面の隆起すなわち「押し波」になり、正断層型地震の場合は第一波が海面の沈降すなわち「引き波」になる）。一方、これらの津波実験装置では、海底の隆起または沈降の代わりに津波発生・伝播部の底部で水そのものの急激な流入または流出による体積変化を起し、これによって水面の隆起または沈降を生成して津波を励起していることになる。したがって、これらの装置では縦ずれ型地震による海底の隆起または沈降に対応するような動きを起しているわけではないものの、このように津波発生・伝播部の底部において水の体積変化を起しているため、それによって発生する波は水面近くで発生する風波など通常の波とは異なるものであり、実験的に津波を実現したものと言えるであろう。なお、津波励起部側の水位を高くした状態で隔壁板を抜き取ると津波発生・伝播部で水の体積が増加することになるので、水面が隆起する波すなわち「押し波」が発生して伝播し、逆に津波励起部側の水位を低くした状態で隔壁板を抜き取ると津波発生・伝播部で水の体積が急減することになるので、水面が沈降する波すなわち「引き波」が発生・伝播する。したがって、これらの津波実験装置では「押し波」と「引き波」両方の津波を発生・伝播させることができるので、その違いを理解しやすい。また、隔壁板両側の水位差の大小に応じて発生する津波の大きさを変えることも可能である。

3. 実験

本研究では、生徒が津波防災に関して学習する際におけるこれら 2 つの津波実験装置の有効性について、里ほか（2004）と同様に統制群法による実験⁽¹⁾を通して検討する。

3. 1 被験者

被験者は、東京学芸大学附属小金井中学校の当時の 2 年生 4 クラスの生徒であり、被験者を 2 クラスずつの実験群と統制群の 2 グループに分けた。

① 実験群：津波防災に関する学習において 2 つの津波実験装置（1 号と 2 号）を用いるグループで、被験者数は 78 人（男子と女子はそれぞれ 39 人ずつ）である。

② 統制群：津波防災に関する学習において、津波実験装置を用いないグループで、被験者数は 79 人（男子 40 人と女子 39 人）である（ただし、後述する

定着度テストまでの一連の実験プロセス終了後にこの統制群の生徒にも津波実験装置を用いた授業を実施した)。

なお、各クラスとも本来は男女それぞれ20人の計40人ずつであるが、実験群と統制群の被験者数が異なるのは後述する実験授業や事後テスト、定着度テストの際に全て出席した生徒を被験者としているためである。

3. 2 プロセスと実施時期

本実験は、予備調査、事前アンケート、実験授業、事後テスト、及び定着度テストという一連のプロセスで行い、実験授業を除くそれぞれについて、結果を統計的に検討した。以下に、それぞれの概要と実施時期について述べる。

3. 2. 1 予備調査

各群の学力差の有無について調べるため、2年生前期の中間試験(2016年5月下旬実施)及び期末試験(2016年7月上旬実施)⁽²⁾における各被験者の理科の得点を使って、統計的に検定した。

3. 2. 2 事前アンケート

津波やその原因となる地震に関して、興味や知識の度合い、さらにその興味の内容や知識の正しさについて、実験授業前の時点で各群の間で差がないかを確認するため、実験授業の約1週間前すなわち2016年6月中旬にアンケート調査を実施した(資料1)。被験者にはアンケート調査の目的は知らせないで実施し、結果については回答を点数化した上で統計的に検定した。

まず、質問1は、津波への興味の度合いとその内容を尋ねるものである。質問2～6は、津波の原因やしくみ、津波の多寡や大きさに関する予備知識を問うものである。

3. 2. 3 実験授業

各群に対する授業である。実施時期は2016年6月下旬で、授業時数は実験群については2単位時間、統制群については1単位時間である(1単位時間=50分)。授業内容については、次の第3節で詳しく説明する。実験群に対する授業時数が多いのは、できるだけ多くの生徒に自分自身で津波実験を体験させたためである。なお、実験群に対しては、津波実験終了後(授業時間内)に、「津波実験を通してわかったことや考えたこと、感じたことなど」、さらに「2つの津波

実験装置や津波実験についての感想など」を自由記述式で書かせた(以後、授業内アンケートと呼ぶ)。

3. 2. 4 事後テスト

実験授業での学習の達成度を測定するために授業の約1週間後(2016年6月末)に予告なしにテストを実施した。全問選択式である(資料2)。(1)、(2)、(3)、(4)は、日本における津波の多寡や、太平洋側と日本海側のどちら側で津波がより多いか、あるいはより大きいか、さらに太平洋の反対側で起こった地震による津波が日本に来る場合があるかを問うもので、津波実験の内容そのものに直接関連するものではない(ただし、(4)に関しては、津波実験の際に津波は普通の海面近くの波に比べてより遠くまで伝わる性質があることは説明した)。(5)と(6)は津波の原因や様子に関するもの、(7)と(8)は津波の速さや高さに関するもの、(9)と(10)は海底地形や海岸線の形状と津波の大きさに関するものであり、これらは津波実験の内容と密接に関連するものである。

3. 2. 5 定着度テスト

実験授業で獲得した知識が生徒にどの程度定着しているかを測定するため、実験授業から約3ヶ月経過した時点(2016年9月下旬)でテストを実施した。このテストも予告せず実施し、内容は事後テスト(資料2)と同じである。

3. 3 被験者に対する実験授業の内容

前述のように、実験群2クラスについては2単位時間の授業を、統制群2クラスについては1単位時間の授業をそれぞれ行った。同じ群の2クラスについては授業の実施日や校時は異なるものの内容は同じであり、また実験群に対する授業の1単位時間目の内容と統制群に対する1単位時間目の内容はほぼ同じである(ただし、後述するように統制群で一部補足した部分がある)。以下に、実験群と統制群でほぼ共通内容の1単位時間の授業、及び実験群に対する2単位時間目の授業について述べる。

3. 3. 1 実験群・統制群ほぼ共通内容の授業 (1単位時間)

実験群にとっては次の津波実験授業への導入学習であり、統制群にとってはこの授業のみとなる(ただし、できるだけ公平を期すために、前述したように統制群についても定着度テストが終了した後に津波実験授業を実施した)。

被験者たちは、すでに1年次において、地震や地震によって発生する津波について過去の事例も併せて一定程度学習済みである。用いた教科書は啓林館の当時の「未来へひろがるサイエンス1」(吉川ほか, 2012, 関連ページはp.64~p.73及びp.88~p.96)である。しかし、その時から数ヶ月程度が経過していたので、既習事項を再確認するとともに、津波の原因や性質、伝わり方などについて理解させるために、各クラスに対して1単位時間分の学習を行った。この際、著者が地震や津波に関する事項をまとめて作成したプリントを配布し、それに基づいて簡単な教具やプロジェクターなども利用しながら行った。なお、統制群に対してはこの時点では津波実験を行わない(ただし、前述のように定着度テストも終了した後で実施した)ので、実験群に比べて理解度の点でなるべく不公平にならないようにするために津波に関する動画も利用しつつより時間をかけて説明するなど、一定の配慮をしながら行った。用いた動画は、東京大学大学院情報学環/総合防災情報研究センター(当時は群馬大学大学院理工学府環境創生部門/広域首都圏防災研究センター)の片田研究室がインターネット上で公開している「津波のいろは」シリーズ中の「浅水効果」,「湾奥での集中効果」,及び「湾内トラップ」という3つである(片田, 2019)。

3. 3. 2 実験群に対する津波実験の授業 (1単位時間)

実験群に対しては、前項の導入授業に引き続いて津波実験装置を用いた授業を行った。その概要を述べる。

- ① まず、この津波実験の目的や各津波実験装置の概要、実験のしかたや注意点などについて説明した。
- ② 次に、生徒たちを2グループに分けて、グループ毎に津波実験装置1号と同2号それぞれを使って実験をさせた。一定時間経過後にグループを入れ替えて、それぞれ別の津波実験装置を使った実験をさせた。これらグループ毎の実験の際は生徒たちに自由に実験をさせた。その際、全員が津波実験装置1号か同2号の少なくともどちらか一方は自分で操作して実験するように指示した。この際に、2.1で述べたV字形海岸線用のアクリル板をセットしての実験や、2.2で述べた「押し波」と「引き波」の両方について実験するように指示した。これにより、海岸線の形状の違いによって津波の強さに差異があることや「押し波」と「引き波」の両方があることを実感として理解しやすくするためである。

なお、津波が発生して伝播する様子や陸側にセットした防潮堤や家の模型が津波で押し流される様子などは動きが速すぎて目視だけでは観察しにくいいため、それぞれの装置を用いた実験の最後の方で、海岸線の形状を変えた場合や「押し波」と「引き波」の両方についてデジタルカメラを用いてハイスピード撮影した。

- ③ ハイスピード撮影した津波の動画を、プロジェクターでスクリーンに映写して観察させた。その後、津波実験装置1号と同2号での津波の様子の違いやそれぞれの装置での海岸線が直線状の場合とV字形の場合の違い、さらに「押し波」と「引き波」の違いなどについて、気付いたことを発表させた。詳細については次項で述べる。
- ④ 最後に、事後テストや定着度テストとは別に、生徒それぞれが「津波実験を通してわかったことや考えたこと、感じたことなど」,また「2つの津波実験装置や津波実験についての感想など」を調べるために、無記名での自由記述式アンケート(授業内アンケート)を実施した。

3. 3. 3 ハイスピード撮影動画による津波の観察

本項では、ハイスピード撮影動画から切り取った静止画に基づいて、津波実験装置1号及び同2号での津波の様子や陸側に襲来する際の様子について述べる。

まず、津波実験装置1号及び同2号それぞれにおいて押し波が発生・伝播する様子を、複数の静止画として図2に示す。(a)~(e)が津波実験装置1号でのもの、(f)~(j)が同2号でのものである。いずれの装置の場合も、押し波が発生・伝播し、陸側に遡上していく様子が明瞭にわかる。ただし、よく観察すると、両者で津波の先端部の形状が異なっていることがわかる。すなわち、津波実験装置1号つまり陸棚海底面の場合は、陸に近づくにしたがって津波前部と後部の形の均衡が次第に崩れて非対称になり、津波の先端部が急峻になっていく(図2(c)(d))。一方、同2号すなわちスロープ海底面の場合は、波形がほとんど崩れることがなく、前部と後部がほぼ均衡を保ったまま陸に到達する様子がわかる(図2(g)(h))。なお、このような津波実験装置1号における津波先端部の急峻化と同2号における津波前部と後部の波形均衡の様子については、わかりやすくするために対比して拡大した写真を里・村上(2017)に示してあるので参照されたい。ところで、陸棚海底面の津波実験装置1号における津波先端部の急峻化については、次のように考えることができる。一般に、津波の速度 V は $V=\sqrt{gh}$ (g は重

力加速度で約 9.8 m/s^2 、 h は水深) と表すことができ、水深が浅くなると速度が小さくなる。したがって、陸棚海底面の場合、水深が浅くなる陸棚のところで津波の速度が急激に低下するために先端部が減速する半面、後背部はあまり減速しないで先端部に追いつき、先端部の急峻化が起こる。これは実際の津波の場合にも起こる現象であり、沖合の海底地形が陸棚状で水深が急激に浅くなっているようなところでは先端部が急峻化し水量が増した状態で陸に押し寄せるため、津波の破壊力がより一層大きくなり、危険である。

次に、津波実験装置 1 号及び同 2 号それぞれにおいて引き波を発生させた場合についても、いずれの装置でも引き波が発生・伝播していき、陸に近いところで徐々に水位が下がっていく様子がわかる (ハイスピード撮影動画から切り取った静止画については、里・村

上 (2017) に示してあるのでここでは省略する)。これによって、確かに津波には押し波だけでなく引き波もあるということを生徒たちに実証的に示すことができる。

最後に、津波実験装置 1 号と同 2 号それぞれで海岸線が直線状の場合と V 字形状の場合において、津波が陸側に押し寄せて来た際の破壊力には大きな違いがあることもわかる (この静止画についても同じく里・村上 (2017) に示してあるので、ここでは省略する)。すなわち、これらの場合を比較すると、津波実験装置 1 号 (陸棚海底面) の場合の方が同 2 号 (スロープ海底面) の場合より津波の破壊力がより大きく、また、海岸線が直線状の場合より V 字形状の場合の方がより津波の破壊力が大きい。これらのことについても、生徒たちに実証的に確認させることができる。

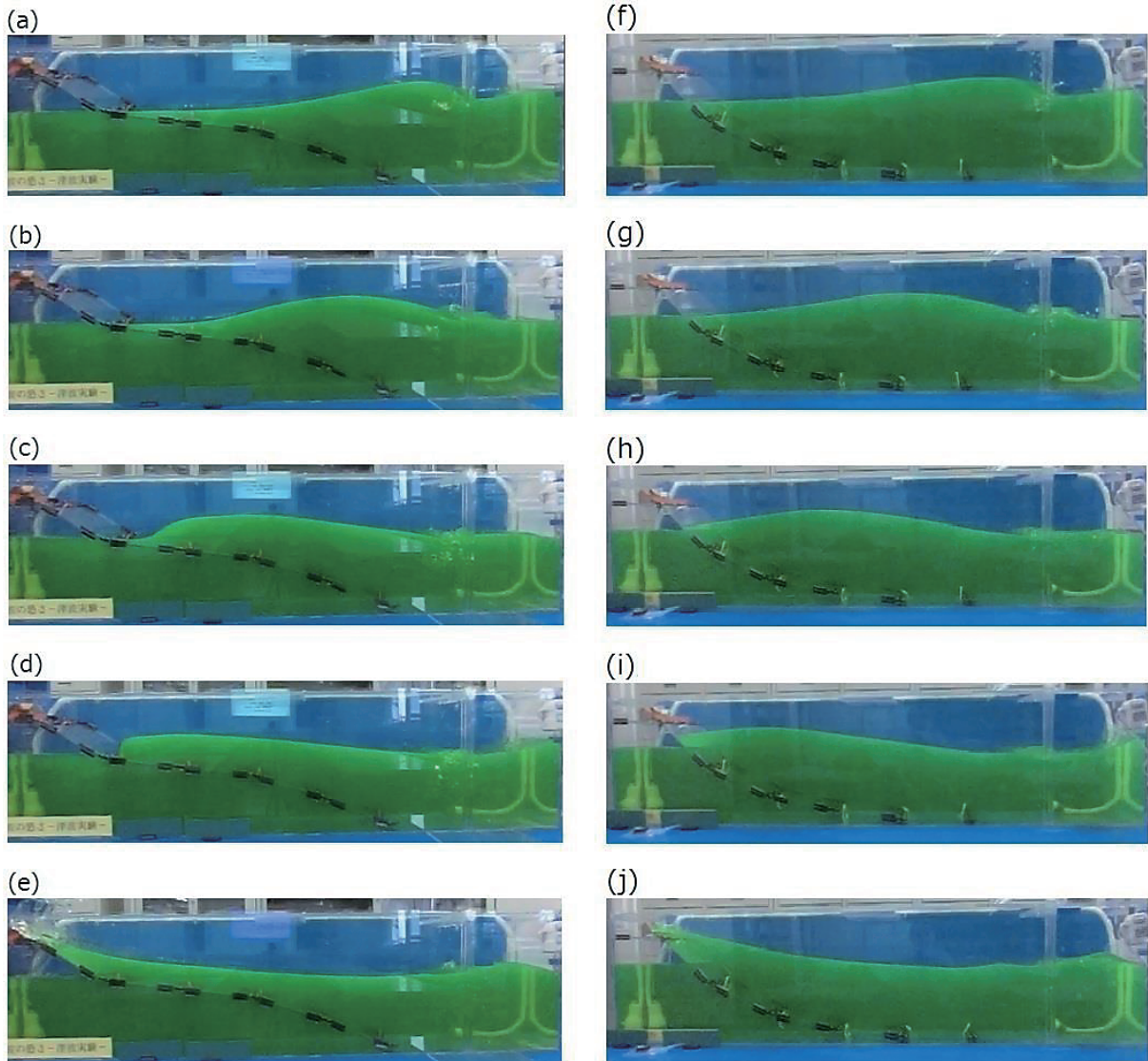


図2 津波実験装置 1 号 ((a) ~ (e)) と同 2 号 ((f) ~ (j)) における津波 (押し波) の様子
里・村上 (2017) から転載 (図の説明の詳細は里・村上 (2017) を参照のこと)。

4. 結果

予備調査, 事前アンケート, 事後テスト, 及び定着度テストの結果について順に述べる。以下の表において, G1は実験群, G2は統制群を意味し, また, Nは被験者数, \bar{X} は平均点, SDは標準偏差である。なお, 既に述べたように事前アンケートについては回答を点数化して統計的に検定したが, 授業内アンケートについては自由記述式で点数化しにくいいため, 統計的な検定はしなかった(授業内アンケートについては5章の考察で述べる)。

4. 1 予備調査

前期の中間試験と期末試験について, それぞれにおける各群の理科得点について分散分析をした結果を表1と表2に示す。これらの表に示すように, いずれの場合も有意水準5%で群間における平均点の差は有意ではない ($F(1,155; 0.05)=3.902$)。したがって, 実験群と統制群の間で有意な学力差はないと言える。

表1 前期中間試験における理科得点の分散分析表

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F値
群間	227.2	1	227.2	1.086 ns*
群内	32421.0	155	209.2	
全体	32648.2	156	209.3	

* ns; no significance (表2, 3, 5, 6, 7でも同じ)

表2 前期期末試験における理科得点の分散分析表

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F値
群間	139.9	1	139.9	0.720 ns
群内	30111.1	155	194.3	
全体	30251.0	156	193.9	

4. 2 事前アンケート

アンケート結果を統計的に検定するために, 回答を点数化した。興味の度合いや知識の度合いを質問した項目(質問1と2が該当し, 項目グループ1と呼ぶことにする)については, 4段階回答で度合いの大きい順に3~0点とした。また, 正答のある項目(質問3~6が該当し, 項目グループ2と呼ぶことにする)については, 正答は1点, それ以外は0点とした(質問6では正答が3つあるので, 各1点で計3点である)。表3に, このようにして点数化した各項目グループの合計点と全体の合計点について, それぞれの平均点と標準偏差, 及び分散分析(分散分析表は省略)による群間での平均点の有意差の有無(5%有意水準)についてまとめた。この表から, いずれの項目グループについても, また合計点についても群間で平均点に有意な差は認められないことがわかる。

次に, 質問1で津波に興味がある「ある」・「少しある」と答えた生徒に尋ねた興味の内容(複数回答可)の分布を図3に示す。この図から, 実験群と統制群で分布

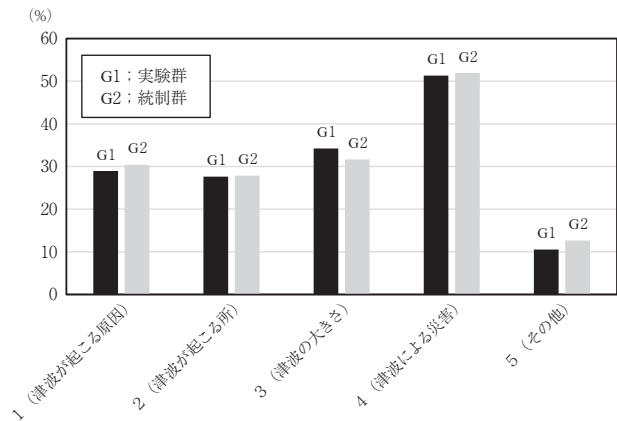


図3 事前アンケートの質問1で「ある」・「少しある」と答えた生徒の興味の内容の分布

表3 事前アンケートにおける各質問項目グループ及び合計点の平均点, 標準偏差, 及び各平均点の有意差の有無(5%有意水準)

項目グループ*	1 ⑥		2 ⑥		合計点 ⑫	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2
N	78	79	78	79	78	79
\bar{X}	3.95	3.92	3.71	3.84	7.66	7.76
SD	1.29	1.09	1.38	1.20	2.20	1.60
有意差**	ns (0.015)		ns (0.358)		ns (0.107)	

* 項目グループ1は度合いの質問項目(質問1及び2), 項目グループ2は正答のある質問項目(質問3~6)であり, 番号の後の○囲み数字は, それぞれの項目グループの配点
 ** 有意差の後の()内数値は, 分散分析によるF値 ($F(1,155; 0.05)=3.902$) (表5, 6でも同じ)

に大きな差異は見られないこと、どちらの群でも「津波による災害」という回答が50%余りで最も多く、生徒の半数以上が津波による災害に興味を持っていることがわかる。これは、2011年3月11日に発生し多くの犠牲者がでた東北地方太平洋沖地震による津波災害が生徒たちに強く記憶されているためと言えよう。「津波が起こる原因」や「津波が起こる所」、「津波の大きさ」の3つはどれも30%前後とほぼ拮抗しており、概ね1/3程度ずつの生徒がこれらに興味があると答えている。「その他」としては、どちらの群でも、たとえば、「津波の威力や破壊力」・「津波が来た時の身の守り方や対応のしかた」・「東京にも津波が来るか」などのような、津波の恐さやそれへの対応法、自分たちも津波災害の当事者になる可能性があるのかといった回答があった。また、「津波が伝わるメカニズム」・「なぜ津波で海面が10mとか20mも高くなるのできるのか」などといった回答や、「津波が来る前兆（たとえば海面から魚が飛び跳ねるなど）」・「昔話に出てくる津波」に興味があるという回答もあった。一方、津波に興味が「あまりない」・「ない」と答えた理由については、どちらの群でも、たとえば、「津波は自分たちにはあまり関係がないと思うから」とか「東京にはめったに津波が来ないと聞いたことがあるから」というような回答が多く、津波を身近でも起こり得るものとはとらえていない様子が見ええた。さらに、「津波を見たことも体験したこともなく、実感が無いから」とか「津波はしょせん大きな波に過ぎないから」というような回答もあった。これらのことは、津波を実感としてとらえさせることの重要性を示唆している。

また、質問2で津波の起こる原因やしぐみについて知っていることや考えていることが「ある」・「少しある」と答えた生徒に尋ねたその内容については、どちらの群でも「海底で地震が起こると津波が起こる」・

「海のプレートが動いて地震が起きたら津波が起こる」というような正しい理解に基づく回答の反面、「地震の揺れによって津波が起こる」・「強風によって津波が起こる」というような間違った認識の回答もそれぞれ複数あった。さらに、少数ではあるが、「初めに海水が沖合に引いていってから後から大きな津波が来る」というような回答や、「海底火山の噴火で津波が起こることがある」・「海に隕石が落ちて津波が起こることがある」というような興味深い回答もあった。

いずれにしても、事前アンケートの結果から、津波に対する興味や度合いや内容、事前知識の有無やその内容に関して、各群の間で有意な差はないと言える。したがって、前項で述べた予備調査の結果と合わせて考えると、実験授業前の時点において各群に統計的に有意な差はなく、等質であったと判断できる。

4. 3 事後テスト

事後テストは、既に述べたように、津波実験の内容と直接は関連しない問題（(1)～(4)の4問）と、密接に関連する問題（(5)～(10)の6問）からなる。これらを、表4に示すようにそれぞれ問題グループA及びBと呼ぶことにし、グループごとに調べた。なお、どの問題についても、回答1つにつき正答は1点、誤答は0点とした。

各問題グループ及び合計点について、それぞれの平均点、標準偏差、及び分散分析（分散分析表は省略）による5%有意水準での群間における平均点の有意差の有無を表5にまとめた。この表から、事後テストに

表4 事後テストと定着度テストの問題グルーピング

問題グループ	問題番号
A	(1), (2), (3), (4)
B	(5), (6), (7), (8), (9), (10)

表5 事後テストにおける各問題グループ及び合計点の平均点、標準偏差、及び各平均点の有意差の有無（5%有意水準）

問題グループ*	A ④		B ⑥		合計点 ⑩	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2
N	78	79	78	79	78	79
\bar{X}	3.79	3.66	5.46	4.67	9.26	8.33
SD	0.40	0.63	0.83	1.22	0.94	1.58
有意差	ns (2.553)		s** (22.262)		s** (19.642)	

* 問題グループの後の○囲み数字は、それぞれのグループの配点（表6でも同じ）

** s; significance (表6, 7でも同じ)

おいては、どの問題グループについても実験群の方が統制群より平均点が高いものの、問題グループAについては有意差はなく、問題グループBについてのみ有意差があることがわかる。また、合計点についても実験群の方が統制群より平均点が有意に高かった。

4. 4 定着度テスト

定着度テストも、既に述べたように内容的には事後テストと同じであり、事後テストの結果と対比するために配点や分析方法についても全く同一にした。表5と同様にして定着度テストに対する結果を表6にまとめた。この表から、定着度テストにおいても事後テストと同様にどの問題グループについても実験群の方が統制群より平均点が高いこと、問題グループAについては有意差はなく、問題グループBについてのみ有意差があること、合計点についても実験群の方が統制群より平均点が有意に高いことがわかる。

5. 考察

中学生を対象とした津波防災教育において2つの自作津波実験装置を用いることの有効性を検討するために、予備調査、事前アンケート、実験授業、事後テスト、及び定着度テストという一連のプロセスからなる統制群法による実験を実施した。

まず、2つの定期試験における実験群と統制群の理科の成績を用いて行った予備調査や事前アンケートの結果を統計的に検定したところ、学力や津波に対する

興味の度合い、事前知識などにはこれらの群の間で有意な差はなかった(表1, 表2, 表3及び図3)。ところが、実験授業から約1週間後に実施した事後テストや約3ヶ月経過後に実施した定着度テストでは、いずれにおいても津波実験と直接は関連がない問題グループAについては両群の間で平均点に有意な差はなかったものの、津波実験と密接に関連する問題グループBについては両群の間で平均点に有意な差が認められた(表5, 表6)。このことは、問題グループAについては学習内容の理解度や定着度が津波実験の有無には関係ないが、問題グループBについては学習内容の理解度や定着度が津波実験の有無に明らかに依存することを意味しており、津波実験装置を使用した効果と考えてよいであろう。なお、どの問題グループでも、またどの群でも、事後テストの平均点よりも定着度テストの平均点が低下している。これは、問題の内容によらず、また津波実験の有無によらず、時間の経過とともに学習内容の記憶が薄れていくことを示しており、ごく自然なことであろう。

次に、事後テストと定着度テストのいずれにおいても実験群と統制群で平均点に有意差がある問題グループBについて、問題ごとに詳しく検討する。表7に、事後テストと定着度テストにおける問題グループBの各問題に対する実験群と統制群の平均点とその有意差についてまとめた。この表から、どちらのテストでもすべての問題で実験群の方が統制群より平均点が高いものの、両群で平均点の有意差がある問題とない問題に分かれることがわかる。まず、事後テストと定着度

表6 定着度テストにおける各問題グループ及び合計点の平均点、標準偏差、及び各平均点の有意差の有無 (5%有意水準)

問題グループ	A ④		B ⑥		合計点 ⑩	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2
N	78	79	78	79	78	79
\bar{X}	3.64	3.54	4.63	3.68	8.27	7.23
SD	0.60	0.74	0.99	1.13	1.11	1.40
有意差	ns (0.795)		s (30.618)		s (26.259)	

表7 事後テスト及び定着度テストにおける問題グループBの各問題に対する実験群と統制群の平均点とその有意差

問題番号	(5)		(6)		(7)		(8)		(9)		(10)	
	平均点*	有意差**	平均点*	有意差**	平均点*	有意差**	平均点*	有意差**	平均点*	有意差**	平均点*	有意差**
事後テスト	0.95	s	0.91	s	0.92	s	0.90	ns	0.82	ns	0.96	ns
	0.73	(14.574)	0.63	(18.925)	0.73	(10.359)	0.86	(0.492)	0.77	(0.560)	0.94	(0.496)
定着度テスト	0.83	s	0.64	s	0.55	s	0.88	ns	0.79	s	0.92	ns
	0.62	(9.382)	0.33	(16.723)	0.37	(5.482)	0.85	(0.447)	0.65	(4.404)	0.87	(1.051)

* 平均点は上段が実験群、下段が統制群に対するもの (各問題の配点は全て1点)
 ** 有意差の下 () 内数値は、分散分析によるF値 (F(1,155; 0.05)=3.902)

テストの両方とも両群で平均点に有意差があるのは問題 (5), (6) 及び (7) であり, 両方のテストでも両群の平均点に有意差がないのは問題 (8) と (10) である。一方, 問題 (9) は, 事後テストでは両群の平均点に有意差がないが, 定着度テストでは有意差が生じている。これらの点について, 以下で考察する。

まず, 事後テストと定着度テストの両方において両群の間で平均点に有意差がある問題 (5), (6) 及び (7) は, 津波を起こす地震の種類や, 津波の基本的な性質に関する問題である。3. 3. 1 で述べたように, 被験者は1年次において地震や地震によって発生する津波について一定の学習はしており, さらに統制群についても今回津波実験こそしなかったものの, 既習事項を再確認し, 津波の原因や性質, 伝わり方などについて理解するための1単位時間分の学習をした。それでもこれらの問題において実験群と統制群で事後テストと定着度テストの両方で有意な差があったということは, 実験群の方が理解度のみならず知識の定着度においても有意に優っていたことを意味し, 津波実験の有効性を示すものと考えられる。特に, ここで用いた津波実験装置は海底自体の上下変化によって津波を発生させているわけではないが, それに準ずる方法すなわち海底付近で水の体積の急激な増減を起こすことによって津波を発生させているので, 問題 (5) や (6) についての結果は, 実験群にとってはおもに海で起こる縦ずれ断層型の地震によって津波が発生することや, 押し波と引き波の両方が発生し得ることを実感として理解しやすく, また定着しやすかったことを示していると考えられる。

一方, 問題 (8) と (10) については, 津波実験の有無によらずほぼ常識的に理解していると考えられることあるいは教科書でも記述されていること, すなわち陸に近づくにつれて津波の高さがだんだん高くなることや, 海岸線が直線状になっているところより入り江やV字型のように奥が狭くなっているところの方が津波の高さが高くなることを尋ねる問題であるため, 事後テストと定着度テストのいずれにおいても両群の間で平均点に有意差がなかったものと考えられる。さらに, 3. 3. 1 で述べたように統制群に対しては実験を補うものとして津波に関するいくつかの動画を見せたが, その中の「湾奥での集中効果」と「湾内トラップ」は正に問題 (10) に関するものであるので, 統制群の生徒たちもよく理解できており, 結果として両群の間で平均点に有意差がなかったものと考えられる。

また, 事後テストでは両群の平均点に有意差がないが定着度テストでは有意差が生じた問題 (9) につい

ては, 次のように解釈できる。すなわち, 問題 (8) では単に陸に近づくにつれて津波がだんだん高くなることを理解しているかを問うだけであったので, 事後テストと定着度テストのどちらでも両群で有意差はなかった。一方, 問題 (9) は陸に近づいて海がだんだん浅くなることは同じでも海底地形の形状に応じて津波の高くなり方に違いがあることを理解しているかを問う問題である。この問題については, 授業から問がない事後テストの時点では津波動画の「浅水効果」を見て学習した統制群もよく理解しているものの, 一定時間経過後の定着度テストの時点では統制群の記憶の低下が実験群のそれより大きいことを示している。このことは, 実験群においてはまさに津波実験装置1号と2号それぞれで発生する津波を対比して実験した効果であると考えられ, 動画よりは実際に実験をする方がより効果的であると言える。

最後に, 3. 3. 2 で述べたように, 実験群に対しては授業内アンケートとして「津波実験を通してわかったことや考えたこと, 感じたことなど」, さらに「2つの津波実験装置や津波実験についての感想など」を記入させた。これについては里・村上 (2017) で詳しく述べているのでここでは詳細は省略するが, このアンケート結果からも, 海底地形の異なる2つの津波実験装置によって対比しながら実験したことや, 押し波だけでなく引き波の実験もして観察させたことが非常に効果的であったことがわかった。また, 実験とは言っても, かなりの速度で水槽の中を津波が進み陸地に見立てたところに置いた防潮堤や家の模型を一瞬にして押し流す様子を目の当たりにしたことで, 津波の怖さを生徒たちが実感したこともうかがわれた。さらに, 湾奥が狭くなるようなV字型の海岸線の場合についても実験したことにより, 「海岸線の形によって津波の威力が違うことがよくわかった」という回答もあった。このほか, 「津波のしくみや種類, 大きさ, 強さ等がよくわかって便利だし, 津波への意識が変わった」という回答や, 「今まで津波について実感がわかなかったが, この実験はとてもわかりやすく貴重な体験だった」とか「実際の津波と同じような迫力があって, 津波の怖さがよくわかった」という回答などもあり, わかりやすさと同時に津波の怖さも十分に伝えることができたと言え, これらの津波実験装置の有効性や有用性が示された。

一方, これらの津波実験装置に対する疑問点について書いた生徒もいた。たとえば, 「隔壁板を引き上げる時の力加減やスピードで津波の大きさが変わるのではないかと思った」とか「水槽だと距離が短いので,

結果が変わるのではないかと思った」と書いた生徒がいた。本津波実験装置では津波励起部と津波発生・伝播部の水位差に応じて津波の大きさを変えられるようにするなどある程度は定量的に実験できるが、隔壁板を引き上げる時の力加減やスピードには個人差もあるので、このように津波の大きさを定量的に理解する上では必ずしも十分ではないことを認識している生徒もいたことがわかる。なお、このことは、実際の海底下での地震すなわち縦ずれ断層運動によって津波が励起される場合も、単にずれの量だけではなくずれの速度によっても津波の大きさが変わり得ることと対応付けて考えさせる際のヒントにもなるであろう。

6. まとめ

本稿では、著者らが製作した2つの津波実験装置(津波実験装置1号及び同2号)について簡単に紹介し、さらに授業におけるそれらの有効性を検証するために中学2年生157名を対象にして行った統制群法による実験の結果について述べた。

津波実験装置1号と同2号はともに大型水槽をベースにしたもので、1号は海底面が陸棚を模した形状(陸棚海底面)に、2号は海底面がなだらかなスロープ状(スロープ海底面)になっている。これらの津波実験装置では、隔壁版で仕切った津波励起部と津波発生・伝播部に水位差をつけて水を入れ、この隔壁板をすばやく上に抜き取ることで津波を発生させている。なお、津波励起部と津波発生・伝播部のどちらの水位を高くしておくかに応じて、押し波だけでなく引き波も起こすことができる。

これら2つの津波実験装置を使って授業を行ったグループ(実験群)と地震や津波に関する事項をまとめたプリント及び津波に関する動画を用いて授業を行ったグループ(統制群)では、津波に関する理解度や知識の定着度において統計的に有意な差があり、これらの津波実験装置が効果的であることがわかった。また、実験群に対する授業後のアンケート結果からも、海底地形の異なる2つの津波実験装置を用いて対比して実験したことや押し波・引き波両方の実験をしたことで大いに効果があったことがうかがえた。さらには、「実際の津波と同じような迫力があって、津波の怖さがよくわかった」、「津波のしくみや種類、大きさ、強さ等がよくわかって便利だし、津波への意識が変わった」、「今まで津波について実感がわかなかったが、この実験はとてつわりやすくて貴重な体験だった」などと回答した生徒も多かった。このように、津

波防災教育においてこれらの津波実験装置がたいへん有効であることを示すことができた。

謝辞

本研究における授業実践に際しては、東京学芸大学附属小金井中学校の当時の2年生の皆さん及び教職員の皆さんに協力していただきました。記して感謝いたします。また、統制群に対する授業の中で、東京大学(当時は群馬大学)の片田敏孝教授が作成し公開している「津波のいろは」シリーズ中の3つの動画を利用させていただきました。記して感謝いたします。さらに、英文の校閲をしていただいたオーストラリア国立大学のフィリップ・カミンズ博士にも、記して謝意を表します。

注

- (1) 一般に統制群法による実験は実験群と統制群の各被験者を無作為配分した上で行われるが、本研究では各群にクラスごとまとめて2クラス分ずつの生徒を割り当てている。したがって、被験者を無作為配分したわけではなく、その意味では純然たる統制群法による実験ではないので、準実験とでも呼ぶべきものである(高野, 2000)。とは言え準実験という言葉はあまり一般的ではなく、予備調査(事前の学力調査やアンケート調査)の結果、本研究での実験群と統制群は授業前の時点では等質であり、無作為配分という条件がほぼ満たされていると考えられるので、単に実験と呼ぶことにする。
- (2) 前期期末試験は実験授業の後に実施されたものではあるが、試験内容は実験授業に関連したものを含んでいなかったため実験授業と無関係であると考えられる。そのため、ここでは前期期末試験も予備調査に含めることにする。

参考文献

- 明石和大・山下清次・川村教一：中学・高校理科教材用に改良した組み立て式津波実験装置，日本科学教育学会研究会研究報告，27，2，35-38，2012。
- 有馬朗人ほか62名：理科の世界1，大日本図書，p.224&233，2016。
- 細矢治夫ほか27名：理科1，教育出版，220-221，2016。
- 伊藤和明：[報告]あの津波災害を振り返る～日本海中部地震から30年～，歴史地震，29，245，2014。
- 片田敏孝：防災教育ツールの開発(「津波のいろは」の開発)，http://www.katada-lab.jp/research/cont-203.html#id2_4，2019。

香月興太・山口飛鳥・松崎琢也・山本裕二・村山雅史：小学
生向け地震・津波発生装置の製作とその教育実践，地学
教育，63，4，135-147，2010.

気象庁：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震調査報告
（第I編），気象庁技術報告，133，p.354，2012.

牧野泰彦：実験水槽で起こした“津波”の観察，地学教育，
69，1，15-21，2016.

Mori, N., Takahashi, T., Yasuda, T., and Yanagisawa, H.: Survey of
2011 Tohoku earthquake tsunami inundation and run-up,
Geophys. Res. Lett., 38, L00G14, doi:10.1029/2011GL049210, 2011.

内閣府防災担当：東日本大震災から学ぶ～いかに生き延びた
か～，ぼうさい，64，4-9，2011.

岡村定矩ほか47名：新しい科学，東京書籍，p.228，2016.

大川小学校事故検証委員会：大川小学校事故検証報告書，
p.233，2014.

境智洋・片岡彩香：組み立て式津波実験装置の開発と防災教
育への活用，地学教育，69，1，5-13，2016.

佐武直紀・福和伸夫・原徹夫・太田賢治・飯沼博幸：地震防
災教育のための津波実験装置の開発，日本建築学会技術
報告集，15，29，321-324，2009.

里嘉千茂：被災地現地調査報告，東京学芸大学トップマネジ
メント報告書（2012年度）「小中学校における防災教育の
あり方に関する研究」（東京学芸大学防災教育研究チーム，
プロジェクトリーダー：小泉武栄），25-56，2013.

里嘉千茂・村上潤：中学校における防災教育のための津波実
験装置の製作とそれを用いた授業実践，東京学芸大学紀
要，自然科学系，69，115-127，2017.

里嘉千茂・村上潤・中村百里：中学校における実体模型を活
用した地震関連授業の実践とその有効性，科学教育研究，
28，5，355-366，2004.

佐藤宏紀：中学校理科における跳ね上げ式津波教材の開発，
秋田県総合教育センター平成23年度研修員研究集録，43-
48，2012.

霜田光一ほか27名：科学1，学校図書，p.221，2016.

消防庁：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（東日本
大震災）について（第155報），p.22，2017.

杉山諒介・横川美和：持ち運び可能な教材用津波演示装置，
地学教育，69，1，31-35，2016.

高野陽太郎：因果関係を推定する—無作為配分と統計的検定—，
佐伯胖・松原望編「実践としての統計学」，東京大学出版
会，109-146，2000.

横山光・村上鋭吉・武田明子・常田陽子：簡易組み立て式津
波伝播モデル装置の開発と教育実践例，地学教育，69，1，
23-29，2016.

吉川弘之ほか59名：未来へひろがるサイエンス1，啓林館，
64-73，88-96，2012.

吉川弘之ほか58名：未来へひろがるサイエンス1，啓林館，
p.71，2016.

資料1 事前アンケートの内容

津波に関する調査

※ 以下の質問で、あなたに当てはまるものの番号に○をつけるか、具体的に記入してください。

質問1. あなたは津波に興味がありますか。

1 ある， 2 少しある， 3 あまりない， 4 ない

「ある」「少しある」と答えた人は、津波のどのようなことに興味がありますか（いくつ選んでもよい）。

1 津波が起こる原因， 2 津波が起こる所， 3 津波の大きさ， 4 津波による災害，
5 その他（具体的に書いてください）

[]

「あまりない」「ない」と答えた人は、なぜ津波に興味がないのか、理由を書いてください。

[]

質問2. 津波が起こる原因やしくみについて、あなたの知っていることや考えていることが
ありますか。

1 ある， 2 少しある， 3 あまりない， 4 ない

「ある」「少しある」と答えた人は、あなたの知っていることや考えていることを
何でもよいので書いてください（いくつ書いてもよい）。

[]

質問3. 日本は世界的にみて津波が多い方だと思いますか。

1 多い方， 2 ふつう， 3 少ない方， 4 わからない

質問4. 日本では、太平洋側と日本海側のうちどちら側で津波がより多いと思いますか。

1 太平洋側， 2 日本海側， 3 どちらも同じぐらい， 4 わからない

質問5. 日本の太平洋側で起こる津波と日本海側で起こる津波では、普通どちら側の津波が
より大きいと思いますか。

1 太平洋側， 2 日本海側， 3 どちらも同じぐらい， 4 わからない

質問6. 海岸に到達する津波の大きさは普通何によって決まると考えますか（いくつ選んでもよい）。

1 津波が発生した季節， 2 津波の原因となった地震の大きさや深さ，
3 海岸の地形， 4 海底の地形， 5 わからない

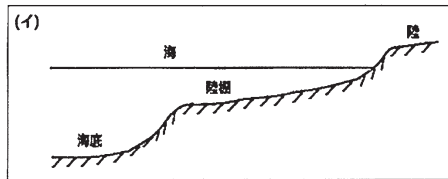
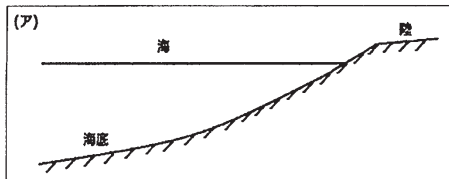
資料2 事後テスト及び定着度テストの内容 (両テストとも同一内容)

津波に関するテスト

2年組番(名前 _____) 2016年 月 日

[問題] 津波についての次の各質問の答えとして最も正しいと思うものを一つ選んで、番号で答えなさい
(各質問の答えは、一番後ろの「答え」の枠内に書きなさい)。

- (1) 日本付近で起こる津波の数は世界的にみてどうだと思いますか。
1. 多い方 2. ふつう 3. 少ない方
- (2) 日本では、太平洋側と日本海側のうちどちら側で津波がより多く起こりますか。
1. 太平洋側 2. 日本海側 3. どちらも同じぐらい
- (3) 日本の太平洋側で起こる津波と日本海側で起こる津波では、ふつうどちら側の津波がより大きいですか。
1. 太平洋側 2. 日本海側 3. どちらも同じぐらい
- (4) 日本には太平洋の反対側の場所で起こった地震による津波が来る場合がありますか。
1. ある 2. ない
- (5) 津波はおもにどのような地震によって起こりますか。
1. 陸で起こる横ずれ断層型の地震 2. 陸で起こる縦ずれ断層型の地震
3. 海で起こる横ずれ断層型の地震 4. 海で起こる縦ずれ断層型の地震
- (6) 津波の最初の波はどのような波ですか。
1. 必ず押し波(海面が上がる波)である
2. 必ず引き波(海面が下がる波)である
3. 押し波(海面が上がる波)の場合も引き波(海面が下がる波)の場合もある
- (7) 津波の進む速さと海の深さの関係は、どのようなものですか。
1. 海の深さが浅いところほど津波は速く進む
2. 海の深さが深いところほど津波は速く進む
3. 海の深さと津波の進む速さは関係ない
- (8) 津波の高さは陸に近づくにつれてふつうどうなっていきますか。
1. だんだん高くなっていく
2. だんだん低くなっていく
3. あまり変わらない
- (9) 陸に向かって、(ア)海がだんだん浅くなっているような海底地形の場合と、(イ)陸棚のようになっている海底地形の場合では、どちらの場合に津波がより大きくなりますか。
1. (ア)の場合 2. (イ)の場合 3. どちらの場合も同じぐらい



(10) 海岸の地形が(ア)ほぼ直線状になっている場合と、(イ)入り江やV字型の湾などのように奥の方が狭まっている場合は、どちらの場合に津波がより大きくなりますか。

1. (ア)の場合 2. (イ)の場合 3. どちらの場合も同じぐらい

