

洪水ハザードマップと体験施設を用いた高校生の防災学習の試み

Trial Study of High-school Students on Flood Disaster Mitigation Using the Flood Hazard Map and the Experimental Facilities

川池健司・中川 一

Kenji KAWAIKE and Hajime NAKAGAWA

Synopsis

On August 22, 2017, 39 students of Nishinomiya Higashi high school visited the Ujigawa Open Laboratory, DPRI, Kyoto University. They studied flood inundation disasters using experimental facilities and flood hazard map. Particularly they examined the dangerous spots on their evacuation route from their home to the nearest shelter, paying attention to channels, underpasses and estimated inundation depth. Furthermore, they discussed the assigned scenarios such as whether they should evacuate or not under the assumed conditions. It seems that this experience became a valuable opportunity for many of them to see the flood hazard map for the first time.

キーワード: 洪水ハザードマップ, 防災学習, アンケート

Keywords: flood hazard map, study for disaster mitigation, questionnaire survey

1. はじめに

日本国内では、多くの自治体が洪水ハザードマップを作成し、全戸配布やウェブ掲載を通じて住民に公表している。しかし、作成・公表したのちの住民への説明や、マップを活用した避難訓練などが重要であると指摘されて久しいにもかかわらず、そこま

で取り組んでいる自治体は決して多くはない。兵庫県西宮市では、平成 7 年の阪神・淡路大震災で甚大な被害を受けたこともあり、全市を挙げて津波避難訓練を行うなど、自然災害に対する対策を積極的に進めている自治体といえる。また平成 26 年 10 月には、北部版、JR 神戸線より北版、JR 神戸線より南版の 3 分冊の形で、地震、津波、土砂災害、洪水などを網羅した防災マップを発刊している。とくに、武庫川からの洪水氾濫を想定して各戸建住宅が認識できるほど詳細な 5,000 分の 1 の縮尺で描かれた洪水ハザードマップに多くのページを割いている。しかし、防災マップの認知度を上げることや、公表後のフォローアップが課題であることは、西宮市も例外ではない。

本報では、平成29年8月22日に、西宮市立西宮東高

等学校の生徒39名が京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーを訪問し、実験施設による見学・体験学習と併せて行った洪水ハザードマップを用いたグループ学習について報告する。

2. 経緯

西宮東高校には数理コースが設けられていて、その 1 年生の生徒 40 名に、平成 22 年度から 1 年に 1 回ずつ授業の一環として、筆者は「水害を知る・防ぐ・減らす」という題目の講演を行ってきた。講演の中で、筆者が勤務する京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーの体験施設を紹介したところ、高校側からの提案で、平成 29 年度は高校生たちが大型バスで京都大学を訪問することになった。あわせて、筆者が毎年行っていた講演も京都大学で実施して、午前と午後をまたぐスケジュールを提案された。ここで筆者は、高校で実施する講演と違って時間に融通がきくようになったことから、高校生たちに地元の洪水ハザードマップを実際に目にしてもらう機会を設け、水災害について考える時間にできないかと考え、今回のグループ学習の実施に至った。

8月22日当日の大きなスケジュールは、下記のとおりである。

- 8:30 西宮東高校出発
- 9:30 京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリー到着
- 10:00～12:00 実験施設を用いた体験学習・見学
- 12:00～13:00 昼食
- 13:00～14:30 洪水ハザードマップを用いたグループ学習
- 14:30 京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリー出発
- 15:30 西宮東高校到着・解散

3. 実験施設を用いた体験学習

午前中の2時間を使って、京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーの実験施設を用いた体験学習ならびに見学を行った。初めにセミナー室で全員に向けて各施設の簡単な説明を行った後、実験棟に移動した。用いた施設は、下記の4点である。

3.1 雨水流出実験装置ならびに流域模型

雨水流出実験装置により、高さ約5mの位置から流域模型の上流側3分の2のエリアの上に、実スケールで1時間200mmに相当する強度の人工降雨を発生させる。流域模型に降った雨水は、斜面を流れ、谷筋に集まり、さらにそれが集まって洪水となって河口に向かって流れていく。この一連の過程を観察することにより、流域に降った雨水が集められて川で洪水が起こるメカニズムを理解することが目的である。また、流域模型には下流側3分の1のエリアには雨を降らせないが、上流で豪雨が発生することにより下流でも大規模な洪水が発生する仕組みを理解する。生徒たちは、傘をさして流域模型の上に上がり、雨水が流れる様子を観察した（Fig. 1）。

なお、ここで降る雨水はわずか5mの高さから降ら



Fig. 1 Observation of the rain water flowing on the scale model of a river basin

せているため、雨滴が成長することなく霧状のまま、速度も加速することなく小さいまま落下してくることから、傘をさして入っても実際の豪雨ほどの衝撃が感じられない。そのことから、ここでは豪雨体験を主要な目的とはしていない。

3.2 実物大階段模型

地上と地下空間、または地下空間の中の異なる階を接続する階段を想定して作成した実物大の階段であり、段数は20段、高低差は3mである。階段上部は水槽に直結しており、水槽内の水深が一定になるように水を流し続けて、その水が階段部に流れ込む仕組みになっている。被験者は、水が流れ落ちてくる階段を上る際の歩行避難の難しさを体験できるようになっている。また、階段開始地点までは平坦部が10m続いていて、水深は浅いものの高流速の中を避難する体験もあわせて行える。当日は、地上水深を25cmに設定し、平坦部の流速は約3m/sに達していた。生徒たちは、濡れないように胴長靴を履き、安全のためヘルメットを着用して体験をした（Fig. 2）。

3.3 地下空間浸水実験装置

京都市内に実在する地下空間の30分の1の模型に実際に水を流し、地上で浸水が生じた場合に、氾濫水がどのように地下空間内を流れていくかを観察する（Fig. 3）。模型の主要部分は透明アクリル板で作成されているため、水の流れをよく観察することができる。地上と地下1階～3階部分の構造が詳細に再現されており、とくに地下3階に相当する地下鉄駅プラットフォームはホームドアによってプラットフォーム部分だけが囲まれた構造になっている。そのため、この部分は他の階に比べて短時間で浸水深が上昇す



Fig. 2 Walking on the stairs part (left) and horizontal corridor part (right)



Fig. 3 Observation of the water flowing in the hydraulic model of underground inundation

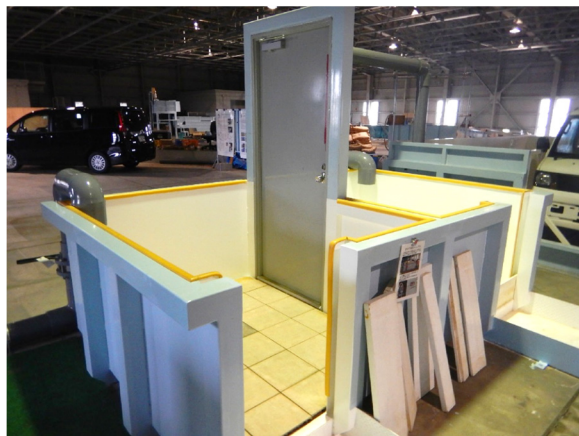


Fig. 4 Inundation simulator - real scale door model

る様子を観察することができる。

3.4 浸水体験実験装置（ドア模型）

比較的小規模な地下室を想定し、浸水により水圧がかかって開けにくくなったドアを押し開ける体験ができる。ドアの両側に水槽を設置した構造になっており、ドアの一方の水槽に水をため、水圧のかかったドアをもう一方の水槽に入って押し開ける仕組みになっている（Fig. 4）。水槽内の水深は、堰の高さにより 10cm 刻みで調節できるようになっている。どのぐらいの水深でドアが開けられなくなる限界となるのかを見るとともに、わずか 10cm の水深の差により、ドアにかかる水圧の大きさが著しく変わることを体験するのが目的である。



Fig. 5 Video image captured at the flood disaster in Fukuoka in 2003

最初は堰高20cmで始め、全員が難なく開けられることを確かめた上で、つぎに堰高を30cmに上げると女子生徒の半数以上が開けられなくなり、40cmにすると女子生徒が全員開けられなくなり、男子生徒も反対側の壁に足を当てて反力を使わなければ開けられなくなった。

4. 洪水ハザードマップを用いたグループ学習

午後からは、洪水ハザードマップを用いたグループ学習を実施した。まず、生徒にはとくに何も知らせずにセミナー室に集合してもらった。

4.1 導入

まず生徒たちに、近年では水害（とくに堤防決壊による氾濫）が国内各地で起こっており、同様の災害がどこで起こってもおかしくない状況であることを説明した。そして身近な武庫川も例外ではなく、武庫川の堤防決壊による洪水氾濫を現実味のある現象として受け止めることを目的に、下記の写真や動画を見せた。

- ・日本各地の堤防決壊の写真
（平成 16 年新潟・福島豪雨の刈谷田川、平成 16 年福井豪雨の足羽川、平成 16 年台風 23 号の円山川、由良川、平成 24 年九州北部豪雨の矢部川、平成 27 年関東・東北豪雨の鬼怒川）
- ・平成 15 年福岡水害時の博多駅周辺で撮影されたホームビデオの映像（Fig. 5）
- ・西宮市が公表している武庫川堤防が決壊した場合の洪水氾濫シミュレーション（Fig. 6）

とくに武庫川堤防決壊のシミュレーションでは、自分の家の位置に注目して見ていた生徒が多く、思

わず声が上がってしまうほど半ば興奮気味に浸水の有無を確認していた。

つぎに、平成元年9月に起こった西宮市の豪雨災害時の浸水域を示した図を見せ、当時の筆者がくるぶしまで氾濫水に浸かりながら学校に通っていった体

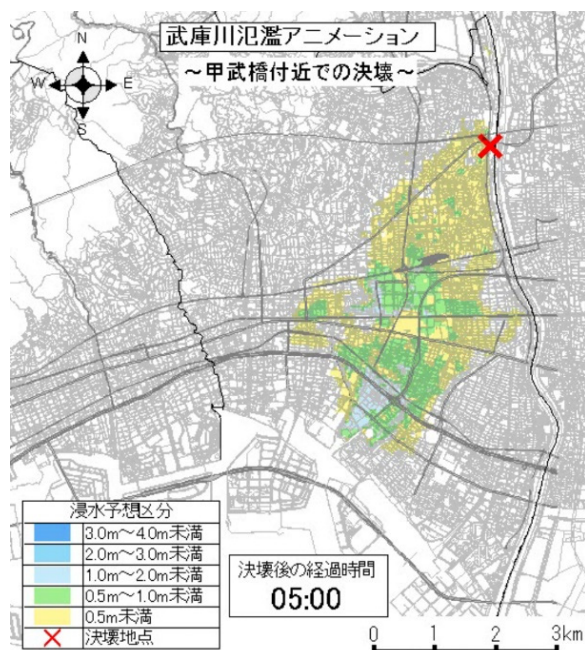


Fig. 6 Snap shot of flood inundation movie assuming dyke breach of Muko River

験を話した。

最後に、平成21年に兵庫県佐用町で起こった水害で、避難中に濁流に流されて9人の方が亡くなった事例、ならびに平成26年に福岡県志免町で冠水した交差点を巡回していた警察官が側溝に転落して亡くなった事例を話し、避難経路上にある水路の危険性、浸水中の歩行避難の危険性を強調した。

4.2 課題の説明

つぎに、グループ学習の説明に入った。あらかじめ高校側から、このクラスの出身中学別生徒数の情報をいただいていた。そこで、40名の生徒を、住んでいる地域にしたがってTable 1のように6つのグループに分けた。宝塚市から通う生徒が1名、県外から通う生徒が1名いたが、この2名は西宮東高校が含まれる地区であるグループAに入ってもらった。グループFは全員、尼崎市在住である。

この各グループに、西宮市または尼崎市の洪水ハザードマップのうち、各グループに該当する部分をA0版ロール紙に拡大印刷して配付した。例として、グループBに配布したマップをFig. 7に示す。また、必要に応じて洪水到達時間や湛水継続時間のマップ (Fig. 8, Fig. 9) を配付した。

そして、各自に対して下記のような手順で作業を

Table 1 Divided group

Group	Junior high-school area	Number of members		Characteristics of the area
A	Naruo	3	6	Next to the river mouth Nishinomiya Higashi high school is included.
	Naruo Minami	1		
	Takarazuka	1		
	Outside of the pref.	1		
B	Kamikoshien	3	5	Next to Muko River
	Gakubun	2		
C	Kawaragi	3	10	Next to Muko River
	Fukazu	2		
	Hiraki	2		
	Kobu	3		
D	Masago	3	7	Far away from Muko River The residence area of a man-made island is included.
	Hamawaki	2		
	Nishinomiyahama	2		
E	Koryo	1	4	Hill-side area around Mt. Kabuto and Mt. Rokko Far away from Muko River and high elevation
	Taisha	1		
	Kurakuen	2		
F	Minami Mukonoso	2	8	Low-lying area It is predicted that the flood inundation water of Muko River would reach to the east end of Amagasaki city.
	Muko-higashi	1		
	Osho	2		
	Osho kita	1		
	Oda	2		

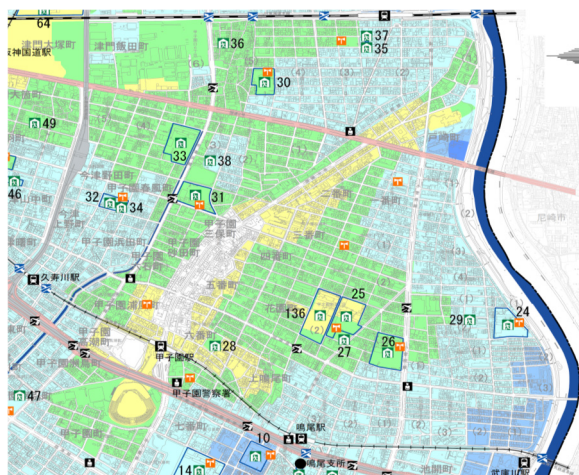


Fig. 7 Partially enlarged flood hazard map handed to Group B

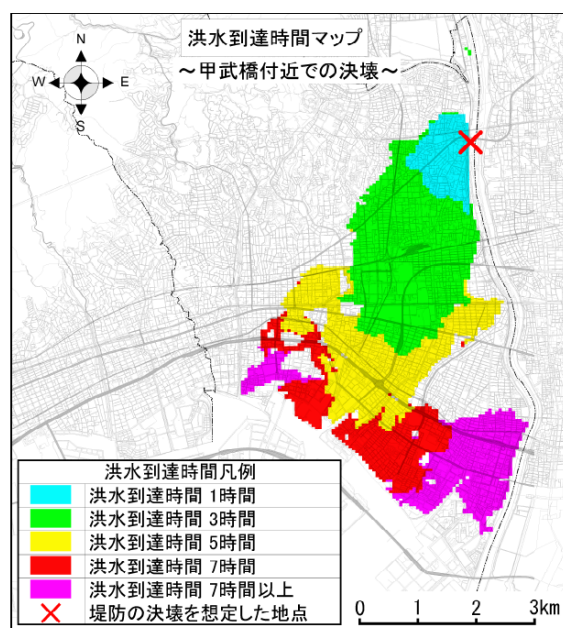


Fig. 8 Map of flood inundation arrival time

進めるよう指示をした。

- ① 自宅と最寄りの避難所を着色する。
- ② 自宅と避難所を結ぶ避難経路を着色する。
- ③ 避難経路上に川や水路、危険箇所があれば記入する。
- ④ この避難経路が何らかの理由で通れない場合を想定して、第二の避難所とそこへの避難経路を着色する。
- ⑤ 上記の避難経路の安全性について考える。

それと同時に、各グループにはそれぞれ異なるシナリオを与え、それについてもグループ内で話し合うように指示をした。その際に、正しい答えや間違った答えは存在しないので、自由に話し合うように

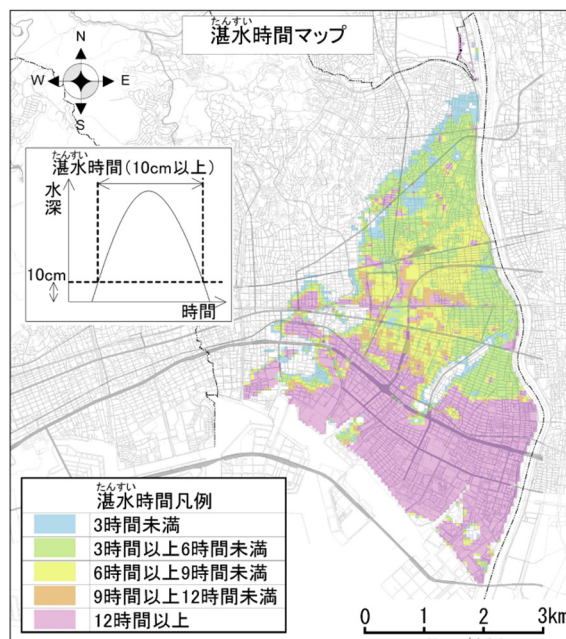


Fig. 9 Map of flood inundation duration time

促した。各グループに与えたシナリオは、下記のとおりである。

グループ A：東高校から自宅に帰る途中で突然の豪雨にあいました。雨がやむ気配もなく、近くの側溝から水があふれて道路が冠水し始めました。あなたなら、どのようなことに注意して、どのような行動をとりますか。

グループ B：自宅一人で留守番をしていると、大雨が降りだし、国道 2 号線の北側で武庫川の堤防が決壊しそうとの情報が流れてきました。家族と連絡が取れない中、あなたなら一人で避難しますか？

グループ C：避難指示（緊急）が発令され、武庫川の洪水が氾濫しそうとの情報が流れてきました。あなたなら、避難しますか？
ー避難しない人はなぜですか？
ーするとしたら、どのタイミングでしますか？

グループ D：大雨が降り続く中、甲武橋付近で武庫川の堤防が決壊したとの情報が流れてきました。地域に避難勧告も発令されているようです。あなたなら、避難しますか？

グループ E：夜中に豪雨が降ってきて、土砂災害

警戒情報が自宅付近に発令されました。あなたなら、どのようなことに注意して、どのような行動をとりますか？

グループ F：避難指示（緊急）が発令され、甲武橋付近で武庫川の尼崎側の堤防が決壊しそうとの情報が流れてきました。なお、武庫川を渡った西宮側に、高齢の親戚が住んでいます。あなたなら、武庫川を渡って高齢の親戚のようすを見に行きますか？

上記の2つの課題に対して各グループでどのようなコメントや意見が出たかを、最後に代表者が発表して全員で共有することにした。

4.3 生徒たちの議論の内容

各グループの発表や議論から聞こえてきた意見の中には、以下のようなものが目立った。

- ・自宅周辺には水路がかなり多いことに気づいた。
- ・避難経路のすぐ横を川が流れていて、川から水があふれてくる危険性があるので、そこを通るときは注意が必要である。
- ・見た目はふつうだが、危険な場所になりそうな川の位置を確認した。

兵庫県佐用町や福岡県志免町の話をしたことが影響しているのか、自宅近くや避難経路上の水路に注意を払っている生徒が多かった。また、

- ・地下道、アンダーパスの記号があるが、ここは浸水時には危険な場所になる。

のように、とくに解説はしなかったものの、地図にかかれた危険箇所を察知した生徒もいて、ハザードマップで意図していることを自主的に理解して読み取っているようすがうかがえる。避難所について、

- ・3m程度の浸水が示されている地域に避難所があるが、3階建て以上であれば大丈夫だろう。

という内容をグループ内で話し合っていたので、ハザードマップの別表に浸水時の避難所の安全性（〇階以上は浸水時も使える）について記載されていることを解説した。

各グループに与えたシナリオについて、報告された内容は下記のとおりであった。

グループ A：高校が近いので、帰宅途中であれば高校に引き返す、または近所の友達の家に逃げる。

グループ B：家族がわざわざ危ない自宅に帰ってくるとは思えないという意見と、家族を心配して帰ってくるかもしれないという意見があった。あらかじめ家族で話し合って非常時の避難先は決めているので一人でも避難すると答えた生徒も複数いた。

グループ C：洪水到達時間を見ると1～2時間の余裕がある、高層階に住んでいる、避難所より自宅の方が安全だと思う、などの理由から全員一致で避難しない。

グループ D：西宮浜の埋立地、マップで白い部分、マンションの高層階などに住んでいる生徒は避難しない。そうでない生徒は避難する。

グループ E：自宅が危険箇所に含まれていないので、避難しない。

グループ F：危険な武庫川を渡っていくと自分も災害に巻き込まれることになりかねないので、電話等で安否確認をする。

グループBのように、家族であらかじめ話し合っただけで避難場所を決めている生徒が複数人いて、意識の高い世帯があることがうかがえる。グループDの意見については、マップで白い部分は必ずしも安全であるとは限らないこと、高層階に住んでいる場合も浸水やそれによる停電・断水などが長期化する場合があることなどを解説した。

その他、土砂災害警戒情報は、自治体が避難勧告・避難指示を発令する目安となる情報であるから発令された時には相当危険が迫っていることを説明し、実際の土石流の映像を見せて土石流をイメージしてもらった。尼崎市のハザードマップを示しながら、武庫川からの氾濫水は広域に拡散し、JR線の北側で氾濫水が貯留されて浸水深が大きくなる傾向があるなど、氾濫の特徴も知っておくといことを解説した。避難とは直接的には関連しないが、甲子園筋に沿って標高が高くて浸水しにくい箇所があるが、かつて枝川が流れていてそれによる自然堤防の名残であることにも触れた。

今回のグループ学習の場で初めてハザードマップを目にしたという声も多く聞かれた。武庫川からの洪水氾濫や土砂災害をほとんど意識したことがないという声も聞かれたことから、それらの自然災害を意識したり、具体的な避難経路とその安全性について考えたりする機会になっただけでも、参加した生徒にとっては有意義であったと考える。Fig. 10に、各グループの議論中のようすを示す。



Fig. 10 Students under discussion

5. アンケート調査

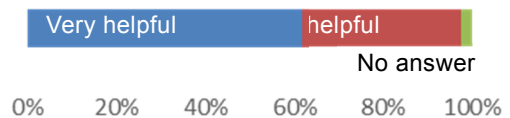
体験学習とグループ学習実施後の9月上旬に、生徒の水害・土砂災害に対する意識を調査する目的で、郵送によるアンケートを実施し、8月22日に参加した生徒39名全員から回答が得られた。

Fig. 11とFig. 12に、選択式回答と記述式回答それぞれの結果を示す。これまで水害・土砂災害を経験した生徒はいなかった。学習後であったにもかかわらず、1割強の生徒が自分の住んでいる地域には水害・土砂災害が起こらないと考えていた。しかし、水害・土砂災害について家族で話し合ったことがある、どこかの避難所に逃げるか決めている、洪水ハザードマップがあることを知っていたという生徒が、それぞれ5割強、8割、6割強いたことは想像以上に多かった。

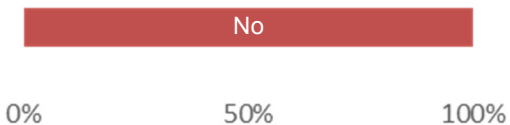
避難を開始するきっかけとしては、避難勧告の発令が最も多かったが、誰かが呼びかけに来たとき、誰かが避難しているのを見たり聞いたりしたとき、家の周りが浸水し始めたときという回答も一定数いた。高層階に住んでいるから避難する必要はないという回答も多かった。

自然災害に備えて実践していることについては、何もしていないまたは無回答が半分以上であったが、水や食糧の備蓄、ならびに非常用持ち出し用品の常備を挙げる家庭が多かった。

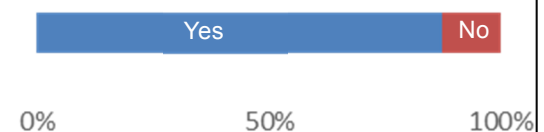
Q1. Was this trial study on flood mitigation helpful for you?



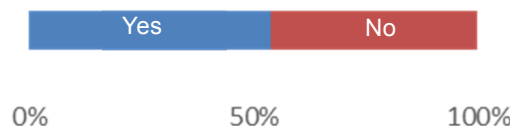
Q2. Have you ever experienced flood or sediment disasters?



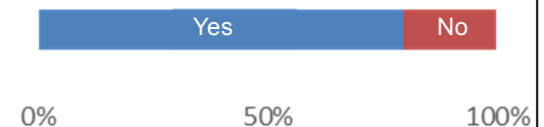
Q3. Do you think that a flood or sediment disaster might happen to your community?



Q4. Have you ever talked with your family about flood or sediment disasters?



Q5. Have you decided where to evacuate in case a flood or sediment disaster happens?



Q6. Did you know that the flood hazard map was already published in your city?

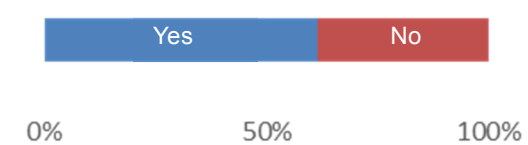


Fig. 11 Results of the questionnaire survey (selective answer)

6. おわりに

本報では、平成29年8月22日に西宮東高校の生徒を対象に実施した、施設見学と体験学習、ならびに洪水ハザードマップを用いたグループ学習の取り組みを報告した。洪水ハザードマップに触れる今回の取り組みをほとんどの生徒が肯定的にとらえ、洪水災害や土砂災害について考え、自宅から避難所ま

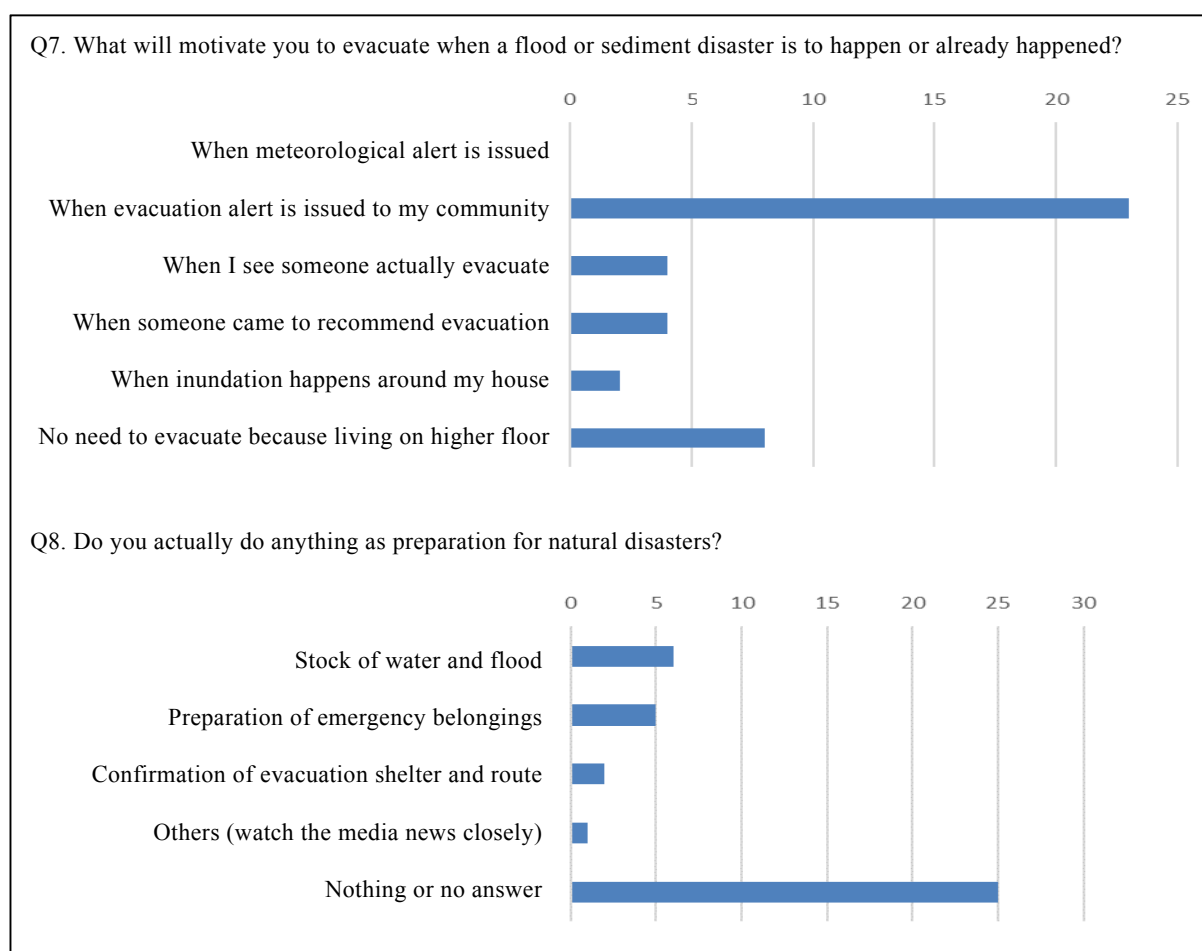


Fig. 12 Results of the questionnaire survey (free answer)

での避難経路の安全性を考えるきっかけになったことがうかがえる。今回の学習後に、家族で水害について話し合ったという生徒もいた。また、マップを目にただけで楽しそうに話し合っていた生徒たちの姿も印象的であった。

洪水ハザードマップの認知度を上げていくためには、学校でのこうした取り組みを活用することも有効であると考えられる。今回参加したのは西宮東高校の1クラス39名の生徒にすぎないが、その他の小

中高校などでも同様の取り組みができることが望ましい。長期的には、教員や市内の大学生などの中から指導者を育成し、持続的に小中高校生の指導にあたることも考えられる。

今回の取り組みは筆者にとっても初めての経験であり、今後、同様の活動を積み重ねてノウハウを蓄積していきたいと考えている。

(論文受理日：2018年6月13日)