

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：11201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26820253

研究課題名(和文) 学校施設における津波避難プロセスと避難拠点配置に関する基礎的研究

研究課題名(英文) Tsunami Disaster Evacuation Process and Refuge Space Placement in School Facilities

研究代表者

菊池 義浩 (KIKUCHI, Yoshihiro)

岩手大学・学内共同利用施設等・助教

研究者番号：50571808

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、地域コミュニティに基づく避難拠点としての学校施設の機能に着目し、既存施設における防災・減災対策と、安全性を踏まえた学校の配置計画について考究することを目的としている。東日本大震災における津波避難行動の実態調査では、各学校で行われた多様な避難行動について明らかにし、緊急避難先の配置方法など避難空間の計画手法について提示した。そこで得られた知見を踏まえつつ、東海および東南海・南海地方の小中学校における津波避難対策の調査では、避難場所の設定状況や地域特性と避難空間との関係など、避難計画の実態と課題を捉えた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to focus on the function of school facilities as the refuge base that is in accordance with the local community. It examines the disaster prevention measures in existing school facilities. In addition, the placement plan of school on the basis of safety was considered. The fact finding of the tsunami refuge behavior in the Great East Japan Earthquake was clarified through a variety of escape actions seen at each school. Furthermore, the planning technique of refuge space has shown the placement method of each evacuation area. Based on the knowledge obtained from the analysis, this study carried out the research into tsunami refuge measures in the elementary and junior high schools between Tokai and Nankai Region. From the results, the actual situation and problems of the refuge plan were understood in the evacuation areas as well as relations of the local characteristics with the refuge space.

研究分野：農山漁村および地方中小都市における地域計画

キーワード：津波災害 学校施設 避難行動 避難計画 災害常襲地 東日本大震災 南海トラフ地震

1. 研究開始当初の背景

2011年3月11日に発生した東日本大震災(東北地方太平洋沖地震)では、学校施設も甚大な被害を受け、教育現場における防災対策の強化が緊急の課題として浮上した。津波により壊滅的な状態となった学校では、他校に間借りしながら授業を再開しており、その後も仮設校舎を長期間利用することになるケースもみられる。

今次震災では、岩手県の小中学校では間髪で避難が間に合い、大きな人的被害を免れることができた。その一方、他県では多くの子どもや教職員が犠牲になるなど、深刻な事態も現実として起きている。今回の教訓として、巨大な災害はハード対策だけでは防ぐことができず、防災教育などソフト対策を充実させることに注目が集まっている。しかしながら、それはハード対策による防御の効果を否定するものではなく、新たな課題が示されたと受け取るべきであろう。

今回の津波避難のケースでは、予め決められていた避難場所に留まるのではなく、危険が迫ったらその先へと、連続的に避難行動が展開されていた。このような事例から、多重的な避難計画とそれを支えるようなハード対策が求められると考えられる。また、高台までの距離が遠い平野部では、校舎内への避難を検討する必要があるものの、行き先が塞がれる避難場所は孤立する危険性を払拭できない。敷地外への避難を計画する場合は、どのように安全を確保しながら集団で移動するかが課題となる。

加えて、学校施設は災害時の避難場所・避難所に指定される場合が多く、小学校区は地域コミュニティにおける基礎単位の1つとして計画されることもあり、災害対策の重要な機能を有している。安全性の高い場所に建設することが望まれるが、そのような敵地が既存の地域コミュニティと一致した土地にあるとは限らず、その整合性を3.11の経験を踏まえて検討することは、この先の避難空間計画を検討する上で重要なことと考える。

2. 研究の目的

本研究では、a. 東日本大震災で行われた、岩手県沿岸部における小中学校の津波避難行動の実態について明らかにする。また、b. 南海トラフ地震を想定した、東海・東南海・南海地方沿岸部における小中学校の避難計画と避難空間配置について検討することを目的とする。

前者のa.については、3.11で実際にみられた避難行動の詳細を捉え、今後の災害対策に活用できる情報について整理する。被災地では復旧・復興整備事業が進み、校舎が取り壊されている学校や、避難経路も以前の状態を残していないケースがみられる。当時のことを記憶している教職員も、発災から一定期間が過ぎ冷静に振り返られる心理状態になっているものの、既に転勤等で少なくなっ

ている状況である。空間計画の視点から避難行動の実態を記録・分析することは、今現在進めなければならない重要な課題である。

後者のb.に関しては、次の大災害として南海トラフ地震の発生が懸念されており、中央防災会議が公表した推計結果(南海トラフ巨大地震による津波高・浸水域等(第二次報告)及び被害想定(第一次報告)について)は、最大で死者数が32.3万人に上るという衝撃的なものであった。早急な避難対策の整備が求められているものの、学校施設を喫緊に高台に移転させることは、現実問題として難しい部分も多いと想定される。このようなところでは、まずは現地での防災力強化を検討する必要があり、上記の調査成果は有効な知見になりうる。当地の小中学校における避難計画の現状を把握し、立地条件等に応じた避難空間の配置について考察する。

3. 研究の方法

(1) 小中学校の津波避難行動の実態調査

2014年度は、第1の研究目的であるa. 東日本大震災で行われた、岩手県沿岸部における小中学校の津波避難行動の実態把握について取り組む。平成22年度学校一覧(岩手県教育委員会)によると、岩手県沿岸12市町村には182校(小学校=122校、中学校=60校)の小中学校があった。そのうち、36校が津波による被害を受けており(岩手県教育委員会東日本大震災記録誌より)、それらの学校を調査対象として設定した。また、直接被害を受けていなくても避難行動を取った学校を補足するため、釜石市沿岸部の6校を追加し、そのほか震災後に被災校と統合した学校など3校を抽出し、合計45校(図1)に対して協力依頼を行った。そのうち、承諾があった36校について調査を実施した。

調査手法は、震災時に勤務していた教職員(該当者がいないなどの場合は当時の状況を知る教職員)に対するインタビュー調査と、現地踏査により行った。まず、インタビュー調査では、地図上で発災前・発災当日・発災後の避難先と避難ルートを確認しながら、避難行動の流れや避難計画作成の経緯等を記録した。その内容を踏まえ、現地踏査では具体的に避難したルートや、現在計画している避難ルートを歩きながら、避難先や避難路の環境点検を行った。

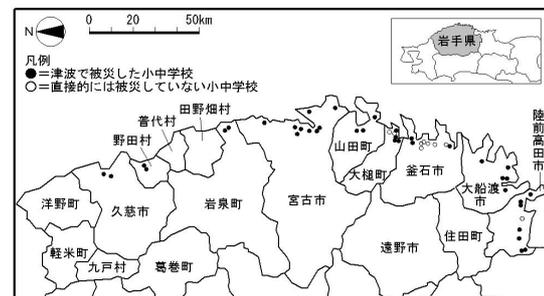


図1 調査対象校の位置図(雑誌論文)

(2)南海トラフ地震を想定した避難対策調査

2015年度は、第2の研究課題であるb.南海トラフ地震を想定した、東海・東南海・南海地方沿岸部における小中学校の避難計画と避難空間配置の検討について遂行する。前述した中央防災会議の被害想定によると、各都道府県で死者数が最大となるケースでは、静岡県と和歌山県で多数の人的被害が想定されている。その多くが津波による被害で、静岡県は約95,000人、和歌山県は72,000人という結果になっている。また、両県に共通することとして、地震発生から津波が到達するまでの時間が短いことが挙げられる。高さ1mの津波が来襲するのに10分以内の地域も多く、速いところでは数分で到達する予測が示されている。

ここでは、静岡県および和歌山県の沿岸市町村ある小中学校のうち、「各県が公開している津波浸水想定域から約500m以内に立地する学校」対象に調査を実施した。調査手法は調査票を用いたアンケート調査で、津波対策に関わる避難計画、情報の取得と伝達、避難訓練、避難所の運営などについて質問した。調査票の配布・回収は郵送で行い、合計289校に送付して、102校から回答（回収率35.3%）を得ることができた（表1）。

4. 研究成果

(1)東日本大震災における避難行動と課題

ここでは、事前（2013年度）に調査を実施していた19校を対象に分析した成果について整理する。3.11で行われた小中学校の津波避難行動について、その詳細を明らかにし、捉えられた問題点に対して空間計画の視点から検討する。なお、本成果の詳細は雑誌論文で報告している。

被災学校の立地環境と避難の概要

図2は緊急避難先の距離と標高について整理したもので、学校によっては災害の状況により、一次、二次と段階的に計画していた。ここでは、最終的な緊急避難先について示している。多くの学校が500m未満の距離に設定しており、標高は30m未満が約7割である。加えて、発災当日に緊急避難先を変更していた9校については変更先もプロットしており、その関係を矢印で示している。ほとんどの学校で距離と標高が増加していることが分かるが、S校のみ矢印が反対を向いており、近くの高台に避難していたことが表れている。そのような行動が取られたのは、海岸沿いの平野部が狭く、背後に山間部が近い三陸沿岸の地形条件による部分が大いと言える。

津波からの避難行動の事例

避難行動の特徴的な事例として、自治体による津波避難場所の指定の有無と、発災当日の緊急避難先変更の有無に着目した。その組み合わせから1校ずつ、計4校のケースを抽出して、避難状況の問題点について考察する。

表1 調査票の配布・回収状況

実施時期: 2016年2月			
	静岡県	和歌山県	合計
配布数	118	171	289
回収数	44	58	102
回収率(%)	37.3	33.9	35.3

脚注) 小中併設校としてまとめて回答があった学校は1校としてカウントしている。

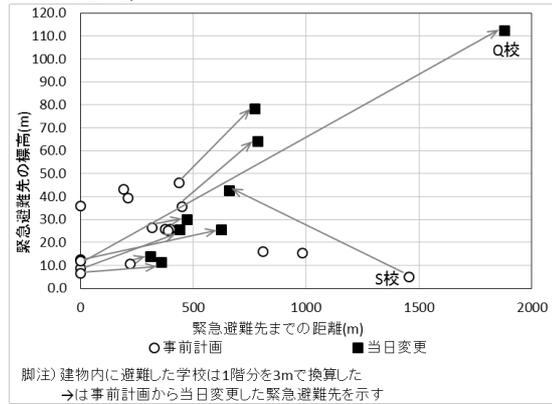


図2 事前計画および当日変更した緊急避難先の距離と標高（雑誌論文）

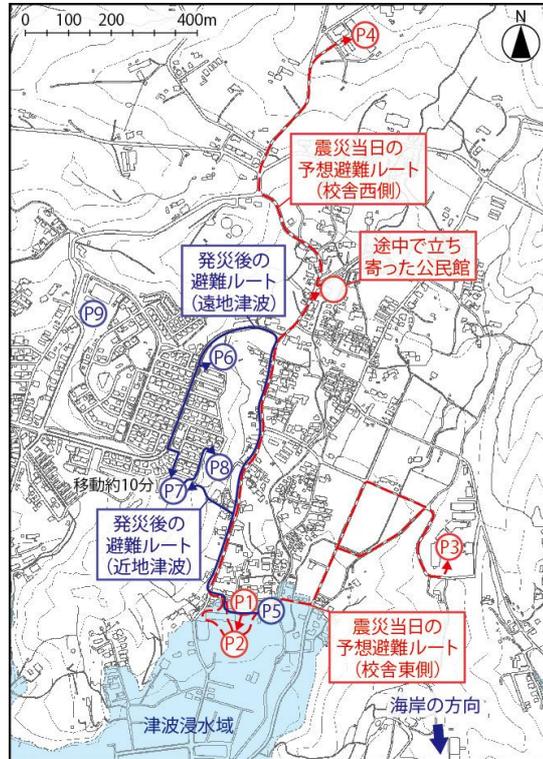


図3 Q校の避難行動と発災後の緊急避難先（雑誌論文）

Q校（図3）は津波避難場所に指定されているものの、発災当日に緊急避難先を変更したケースである。安全だと認識されていた場所が津波浸水するという不測の事態が起きたことで、現場が混乱していた様子が見て取れた。また、切迫した危険を回避しようとする際には、危機の認識をきっかけとして、弾けるよう行動が開始され統制を取れないことが捉えられた。

R校（図は割愛）は津波避難場所に指定されていたが、発災当日も緊急避難場所を変更せず学校に留まったケースである。校舎・校

庭が浸水被害を免れ、地域住民も緊急避難してきたことから、教職員は子どもの安全確保に加え、車誘導など避難者への対応を行ったとのことである。また、避難所にも指定されており、しばらくの間は同じ建物で学校教育と避難生活が行われ、その切り分けが課題になっていたことが窺える。

S校(図は割愛)は津波避難場所に指定されておらず、他の学校施設を二次緊急避難先として計画していたが、そこは津波で3階屋上まで浸水した。尋常ではない状況を感じ取った教職員の判断により、急遽避難先を変更して助かったケースである。緊急避難先の適正な選定に加え、避難路となる経路の安全対策、滞在避難先までの避難ルートの確保など、事前対策における問題点が指摘される。

E校(図4)も津波避難場所に指定されていない学校で、発災当日は事前に計画していた近場の緊急避難先と、大勢が滞在できる遠方の学校施設のどちらに移動するか、現場での選択が行われた。結果として、計画通りに避難しているが、そこは一時的に孤立状態になっている。滞在するスペースや設備が十分でないこともあり、津波が引いた後に浸水した経路を辿って校舎に戻っており、滞在避難時の不安要素が表れている。

これらの結果をまとめると、表2のように整理できる。緊急避難行動としては、敷地外に避難した学校は高台に向かって連続的に避難しており、集団で移動することを基本としているものの、Q校のように目前まで危険が迫った場合は、バラバラになった避難に切り替わると考えられる。滞在避難先については、S校やE校は公民館や社務所に一旦滞在し、そのあと避難者を収容し続けられる施設に移動していることが分かる。被害の少なかった学校施設は避難所として利用され、一定期間は教室も開放しなければならない状況になっている。今後、このような避難行動の特徴や問題に対応することが求められる。

(2) 発災後の緊急避難先の変更状況と要因

続いて、被災学が発災後にどう緊急避難先を変更したかを明らかにし、その場所・施設を設定した要因を探り、津波に対する避難空間の計画手法について検討する。分析対象は、2014年度までに調査を実施した36校で、本成果の詳細は雑誌論文で報告している。

校舎の再建場所と避難先変更の状況

調査を実施した学校のうち、発災後に移転した学校は16校、現地で再建した学校は20校であった。図5は現地で再建した学校について、事前に計画していた緊急避難先と、発災後に変更した緊急避難先を表したものである。前述した通り、学校によっては一次、二次と段階的に計画されているが、そのうち最終的な避難先について示している。事前計画の状況としては、距離が200m未満、標高が20m付近より低い場所に設定していた学校

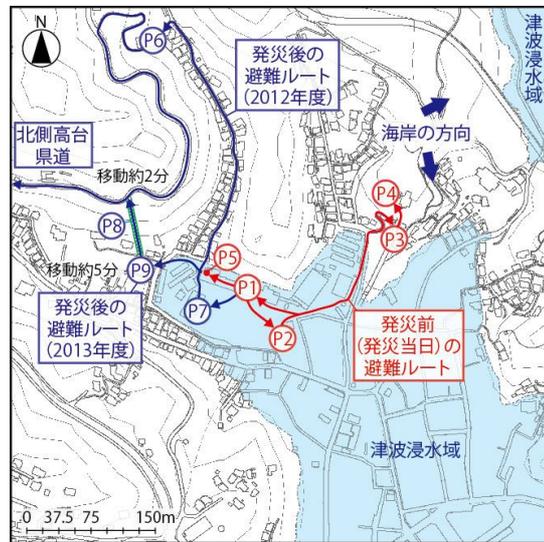
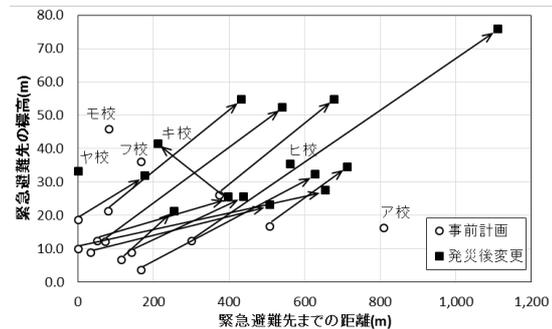


図4 E校の避難行動と発災後の緊急避難先(雑誌論文)

表2 各校の避難行動の比較(雑誌論文)

学校	緊急避難行動			滞在避難先	避難所利用
	ルート概要	単位と箇所数	海岸方向確認		
Q校	校舎 校庭 (公民館、高台施設)	集団で同所へ 個別に複数箇所へ	可能	福祉施設 病院	-
R校	体育館 校庭	集団で同所へ	可能	校舎	体育館+校舎 体育館、解除
S校	体育館 近隣空地 高台空地 山林	集団で同所へ	可能	公民館 他学校	-
E校	校舎 校庭 高台神社	集団で同所へ	可能	社務所 校舎	体育館+校舎 体育館、解除

脚注:「海岸方向確認」は、緊急避難行動中に海岸方向を確認できたかを示す



脚注:矢印()は事前計画から発災後変更した緊急避難先を示す
図5 事前計画および発災後変更した緊急避難先の距離と標高(雑誌論文)

が目立つ。発災後は多くの学校で緊急避難先を変更しており、ほとんどが校舎から遠く標高が高い位置に移していることが分かる。特徴的なケースとして、キ校は距離が近い高所に変更しているが、現在に場所に決まった理由については後述する。

緊急避難先の変更の事例

特徴的な事例として、発災後に緊急避難先を変更した15校のうち、発災当日は事前計画通りに避難した学校から2校、発災当日も別の場所に避難した学校から2校を抽出し、計4校のケースについて分析的に考察する。

I校(図は割愛)は発災当日に緊急避難先を変更せず、事前の計画に従って校舎の3階に避難している。しかしながら、発災後は校舎内避難の危険性を感じて、敷地外に緊急避難先を設定している。ただし、平地部など高

台までの距離がある地域では、ルートを工夫しないと避難している途中に被災する危険性も含んでいる。現在は、新たに建設が予定されている避難道を使った避難訓練を検討中（調査当時）とのことである。

キ校（図4）も発災当日は緊急避難先を変更しなかった学校で、前節で取り上げたE校と同じ学校である。この学校では、発災後に2回に渡って緊急避難先を変更している。海岸の方向に進まない、緊急避難先が行き止まりにならない、滞在避難が可能な場所まで移動できる、より短時間で高い場所に到達できるなど、震災の教訓を考慮していることが見て取れる。しかし、一次避難先のスペースが狭い、二次避難先まで距離があり、交通量の多い道路を横断しなければならないなど、課題が残されている実情も調査から伺われた。

ソ校（図は割愛）は発災当日に緊急避難先を変更した学校で、事前計画では校舎裏のプール脇としていたが、実際は敷地外の高所に二手に分かれて避難している。発災前から津波避難場所に指定されており、今後もこの学校が当地区における避難の中心になる。防災倉庫も設置される予定で、子どもおよび教職員の安全確保のための避難と、施設管理者としての避難者への対応や、避難所として開設した場合の教育環境の確保が課題となる。

ノ校（図3）も緊急避難先を変更して避難した学校で、前節ではQ校として震災当日の避難行動の詳細を把握した。生徒数が調査実施校の中で最も多く（440人）、その人数をどう避難させるかが難しいケースと言える。緊急時の避難ルートとして想定している山道の安全性や、滞在避難先の公民館のスペースが狭いといった問題に加え、避難路となっている通学路も歩道がないうえに交通量が多いなどの問題を抱えている。現状での最善策を模索している様子が窺われた。

表3は、緊急避難先を変更した過程について整理したものである。変更要因として、計画していた緊急避難先の安全性に不安があること、緊急避難先からの避難・移動が困難なこと、滞在避難できる施設がないことなどが挙げられ、日常の取り組みの中では気づきにくいことが、現実に被災したことで浮き彫りになったと捉えられる。発災後は各々の事情に応じた改善がされており、継続的に避難

表3 緊急避難先の変更過程（雑誌論文）

学校	イ校	キ校	ソ校	ノ校
事前計画	校舎3階	校庭 神社高台	プール脇空地	校庭
当日変更	無し (事前計画通り)	無し (事前計画通り)	・プール脇空地 校舎裏高台 ・プール脇空地 お宮	・校庭 老人福祉施設 ・校庭 公民館 病院
発災後変更	公民館 新設予定の避難道利用(検討中)	校庭 学校裏高台 近隣駐車場 避難階段から高台果道	プール脇空地 校舎裏高台	中庭 舗装道路から高台団地広場 中庭 山道から高台公園 滞在避難先に建設中施設利用(検討中)
変更要因	・校舎内への避難に不安がある ・公民館までの避難ルートに危険がある ・他に滞在避難できる施設が付近にない	・神社高台からの避難・移動が困難 ・十分に滞在避難できる施設がない ・住民意見を踏まえた最短ルートを考案	・プール脇空地への避難に不安がある ・発災当日にその場所まで避難した ・校舎裏高台から他の学校に移動できる	・校庭は今回の津波で浸水した ・緊急時のみ使用する最短ルートを考案 ・全生徒を収容できる滞在避難先がない

する場所や施設を検討している状況を見て取ることができる。このような検討プロセスを踏まえることで、多重型の避難計画が練り上げられると言える。

(3) 南海トラフ地震を想定した避難対策調査 緊急避難先の配置状況および課題

ここからは、静岡県と和歌山県の沿岸部小中学校を対象に行った、アンケート調査について分析する。図6は一次および二次の緊急避難先を示したもので、一次緊急避難先としては、静岡県では「校舎の上階・屋上」が7割以上を占めており、一方の和歌山県では「敷地外の高台」「学校の敷地(校庭等)」「校舎の上階・屋上」への回答が同程度みられる。

緊急避難先を計画している学校のうち、静岡県は約3割、和歌山県は半数以上の学校から二次緊急避難先への回答があった。両県とも「敷地外の高台」への割合が高くなっており、特に静岡県の状況を推察すると、一旦は校舎内に避難するが、津波到達までに時間があると分かった場合は、より安全な敷地外の避難場所に移動する流れと考えられる。

図7は緊急避難場所の問題点について整理したもので、両県とも「トイレがない・少ない」への回答が多い。また、静岡県では「孤立する危険がある」など校舎内に避難する際の問題が見て取れ、和歌山県では「風雨を防ぐものがない」の多さが目立ち、屋外避難における問題が特徴的に表れている。

滞在避難先の配置状況および課題

滞在避難先を計画している学校としては、静岡県では7割強の回答がみられたが、和歌山県では半数に留まり、滞在避難先の計画まで対応しきれていない学校が多いことを窺える。その設定状況を示したのが図8で、両県とも「校舎・体育館」への回答が約9割を占め、敷地外に計画しているケースは少数であることが分かる。

その問題点（図9）をみると、両県に共通して「冷暖房など設備や備品が不足している」への回答が多い。また、「建物の面積が狭い」「通信・情報機器が整備されていない」などにも一定の回答がみられる。教育環境の早期回復を図るためにも、設備・機器の準備やスペースの配分方法など、避難所運営における具体的な施設機能の使い方を、事前に検討しておくことが必要である。

(4) まとめ

以上の分析を踏まえ、本研究で得られた成果の要点を以下に示す。

3.11の事例分析を受けて、空間計画の視点から避難対策を検討すると、緊急避難先は行き止まりにならない場所に、分散避難になることも想定して設けることが必要と考えられる。滞在避難先としては、安全に移動可能な場所に避難者が一定時間滞在できる場所を確保し、大勢が長期間の避難生活を送れる

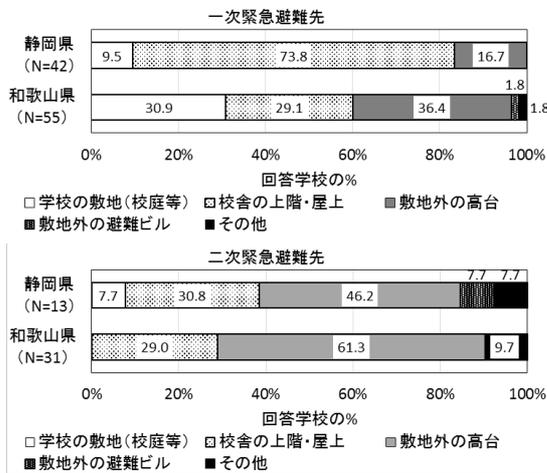


図6 一次および二次緊急避難先 (SA)

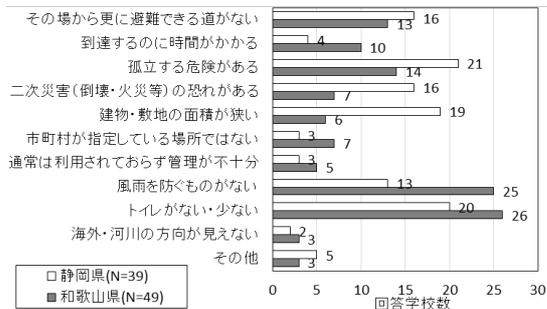


図7 緊急避難先の問題点 (MA)

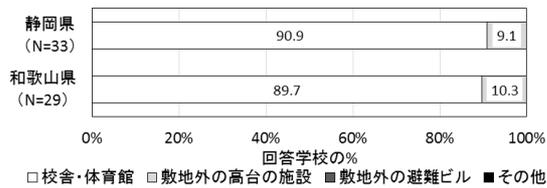


図8 滞在避難先に計画している施設 (SA)

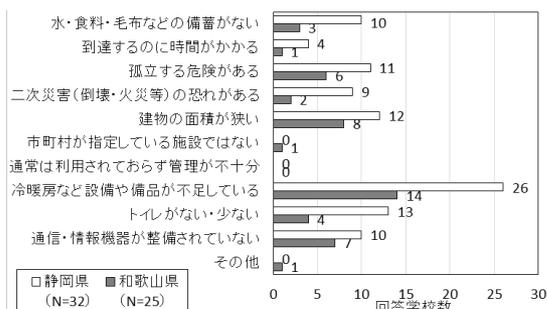


図9 滞在避難先の問題点 (MA)

施設と併せて階層的に配置しておくことが重要である。学校施設の避難所利用としては、避難所と教育施設としての機能が並存する期間の使い方を、時間経過に即して段階的に用意しておくことが課題と言える。

また、今後の避難空間の計画に求められる一要素を考えてみると、避難先までの移動にあまり負荷が掛かる場合、避難訓練を継続させるのは困難だと考えられる。例えば、緊急避難先に一定時間滞在可能な施設があれば、そこで臨時的な教室を開くこともできる。今後、公共施設を建設する際には、沿岸からの避難ルートを意識しながら配置することも有効と考えられ、円滑な避難を促せるような空間

構造の実現が重要と言えよう。

最後に、調査を通じて東日本大震災の経験を、今後発災が懸念されている地域の学校に幾許かでも伝えることができた。学校自らが防災対策を検討するきっかけとしても、この研究活動が生かされることを期待したい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

菊池義浩、南正昭、東日本大震災で被災した学校施設における避難空間計画に関する研究 - 現地再建した岩手県沿岸小中学校を対象として -、日本都市計画学会都市計画論文集、査読有、Vol.50 No.3、2015、pp.416-422、DOI: org/10.11361/journalcpj.50.416

菊池義浩、南正昭、東日本大震災における学校施設の津波避難行動に関する調査研究 - 岩手県沿岸小中学校を対象として -、日本都市計画学会都市計画論文集、査読有、Vol.49 No.3、2014、pp.333-338、DOI: org/10.11361/journalcpj.49.333

[学会発表](計4件)

菊池義浩、南正昭、津波被害を受けた岩手県沿岸小中学校における避難空間の再設定と課題、日本建築学会大会学術講演会、2015.9、東海大学湘南キャンパス(神奈川県・平塚市)

菊池義浩、南正昭、学校施設に着目したコミュニティに基づく地域防災・地域再生の拠点形成、日本建築学会大会研究協議会、2015.9、東海大学湘南キャンパス(神奈川県・平塚市)

Yoshihiro Kikuchi, Masaaki Minami, Refuge Behavior in Elementary and Junior High Schools during Tsunami and Problems with Refuge Plans, 2015 ISUP Proceeding (International Symposium on City Planning), Sep. 2015, Sejong (Korea)

菊池義浩、南正昭、東日本大震災における岩手県沿岸小中学校の津波避難行動の実態調査、日本建築学会大会学術講演会、2014.9、神戸大学(兵庫県・神戸市)

[その他]

アウトリサーチ活動(講演)

菊池義浩、学校を中心とした地域防災・地域再生の拠点形成、第14回地域防災フォーラム「復興まちづくりと地域創生」、2015.8、岩手大学(岩手県・盛岡市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菊池 義浩 (KIKUCHI, Yoshihiro)

岩手大学・学内共同利用施設等・助教

研究者番号: 5 0 5 7 1 8 0 8