

令和 5 年度  
東北地域災害科学研究集会  
講演予稿集

開催：令和 5 年 12 月 26 日(火) ・ 27 日(水)

会場：秋田大学工学部 1 号館

## <第2会場>

秋田大学工学部 1号館 共通 224室

第1部 12月26日(火) 13:00~14:30  
(司会:植松 康先生)

第2部 12月27日(水) 10:00~12:00  
(司会:高瀬 慎介先生)

第3部 12月27日(水) 13:00~14:45  
(司会:奥村 誠先生)

第4部 12月27日(水) 15:00~16:45  
(司会:熊谷 誠先生)

R5年度東北地域災害科学研究集会 発表プログラム 第二会場(共通224室)

12月26日(火) (共通224室)	<b>【第1部】司会：植松 康先生</b>			
	<b>第1部</b>	13:00-13:15	砂浜で発電する波力発電装置の開発におけるモーターの影響	○高橋圭太、大河内純一、秋永加奈、齋藤憲寿、渡辺一也(秋田大学大学院理工学研究科)
		13:15-13:30	秋田県内の海岸に漂着したプラスチック粒子の調査および成分分析	○大河内純一、齋藤憲寿、南田悠(秋田大学大学院理工学研究科)
		13:30-13:45	砂浜で発電する波力発電装置の開発における波よけの効果	○齋藤憲寿、大河内純一、秋永加奈、高橋圭太、渡辺一也(秋田大学大学院理工学研究科)
		13:45-14:00	海食崖に作用する碎波遡上波に関する水理模型実験	○遠藤貴太(八戸工業大学大学院)、井深裕馬、桑原功太(八戸工業大学工学部)、春川祥吾、高瀬慎介、加藤雅也(八戸工業大学大学院)
		14:00-14:15	機械的固定工法防水システムの風応答の簡便な推定方法	○植松 康(東北大学未来科学技術共同研究センター)
		14:15-14:30	円弧型独立上屋の外装材用ピーク風力係数に関する研究	○丁威(秋田工業高等専門学校)、植松康(東北大学)
		14:30-15:00	休憩	
	15:00-17:10	公開講演(共通127室)		

12月27日(水) (共通224室)		9:00~9:50	地区総会(共通127室)	
	<b>【第2部】司会：高瀬 慎介先生</b>			
	<b>第2部</b>	10:00-10:15	日本海溝地震を想定した八戸市の津波遡上シミュレーション	○尾崎壮一(八戸工業大学)、野島和也(日本工営株式会社)、堀合紳弥、高瀬慎介(八戸工業大学)
		10:15-10:30	周辺に複数の障害物を有する建築構造物の津波力に関する実験的検討	○種倉 菜、上田晴也、進藤颯人、寺本尚史、丁威(秋田工業高等専門学校)、小幡昭彦(秋田県立大学)
		10:30-10:45	消波ブロックを考慮した自由表面流れ解析	○古里春花(八戸工業大学)、野島和也(日本工営株式会社)、尾崎壮一、高瀬慎介(八戸工業大学)
		10:45-11:00	河川堤防の決壊に及ぼす河道特性の影響の検討	○折笠聡哉、梅田 信(日本大学大学院工学研究科)
		11:00-11:15	令和5年7月豪雨時の馬場目川における洪水について	○秋葉海志(秋田大学理工学部)、自見寿孝、齋藤憲寿、渡辺一也(秋田大学大学院理工学研究科)
		11:15-11:30	2023年7月秋田豪雨による秋田市中心市街地の氾濫について	○松富英夫(中央大学研究開発機構)、鎌滝孝信(岡山理科大学理学部)、今野史子(日本工営(株))
		11:30-11:45	2023年秋田県豪雨における馬場目川の河床変動特性	○自見寿孝、齋藤憲寿、渡辺一也(秋田大学大学院理工学研究科)
		11:45-12:00	柔軟性を有する植生および流木が洪水流に与える影響について	○坂入海帆(秋田大学理工学部)、自見寿孝、齋藤憲寿、渡辺一也(秋田大学大学院理工学研究科)
		12:00-13:00	昼食	
	<b>【第3部】司会：奥村 誠先生</b>			
	<b>第3部</b>	13:00-13:15	洪水浸水想定区域における避難関連施設の分布に関する研究	○橋本直樹、梅田信(日本大学大学院工学研究科)
		13:15-13:30	水害リスク情報に対する情報利用者の認識	○牛山素行(静岡大学防災総合センター)、佐藤史弥(山梨大学地域防災・マネジメント研究センター)、秦藤範(山梨大学地域防災・マネジメント研究センター)
		13:30-13:45	津波避難計画における自動車利用と事前周知の可能性	○奥村誠(東北大学災害科学国際研究所)
		13:45-14:00	青森県八戸市における日本海溝地震を想定した津波避難解析	○堀合紳弥、尾崎壮一、高瀬慎介(八戸工業大学大学院)、野島和也(日本工営(株)中央研究所)、武山泰(八戸工業大学大学院)
		14:00-14:15	仙台市における帰宅困難者対策の現状とその地域特性の評価	○佐藤真真(東北大学工学部)、佐藤健、柴山明寛(東北大学災害科学国際研究所)
		14:15-14:30	仙台市「社の都防災力向上マシオン」とマシオンタイプの「がんばる避難施設」との連携効果	○佐藤健(東北大学災害科学国際研究所)
		14:30-14:45	社の都防災力向上マシオン認定制度の現状分析	○酒井悠里(東北大学大学院工学研究科)、佐藤健、柴山明寛(東北大学災害科学国際研究所)
		14:45-15:00	休憩	
<b>【第4部】司会：熊谷 誠先生</b>				
<b>第4部</b>	15:00-15:15	災害時における仙台市の医療救護計画の現状とその都市間比較	○久保公佑(東北大学工学部)、佐藤健(東北大学災害科学国際研究所)	
	15:15-15:30	広域防災拠点と道の駅の協働による災害支援の多様性	○鈴木貴太(東北大学大学院工学研究科)、佐藤健(東北大学災害科学国際研究所)	
	15:30-15:45	秋田市飯島地区におけるブロック塀の実態調査	○寺本尚史、安井終(秋田工業高等専門学校)	
	15:45-16:00	Interdisciplinary research on disaster mitigation: An example from a research institute based in the UK	○サッパシー・アナワット、今村文彦、北村美和子(東北大学災害科学国際研究所)	
	16:00-16:15	ALTIに向けた防災練習帳の紹介	○越谷 信(岩手大学)、原田宏子(アラスカ大学アンカレッジ校)、小笠原敏記、福留邦洋、山本英和、岡田真介、坂口奈央(岩手大学)、ダグラス昌子(カリフォルニア州立大学ロングビーチ校)、泉ゆりか(ユタ州立大学)、片岡裕子(カリフォルニア州立大学ロングビーチ校)、増山和恵(カリフォルニア州立大学サクラメント校)、村上千恵(アラスカ大学フェアバンクス校)、徳田洋子(カリフォルニア大学サンディエゴ校)	
	16:15-16:30	岩手県内の自主防災組織における災害曝露認識の変化について	○熊谷誠(山形大学地域教育文化学部)、南正昭(岩手大学理工学部)	
	16:30-16:45	災害時における水素燃料電池の活用に関する一考察	○柴山明寛、鎌田健一、今村文彦(東北大学災害科学国際研究所)、王義飛(東北大学工学研究科)、山崎大地、原弘毅(トヨタ自動車)	

<第2会場 共通224室>

— 第1部 (6題) —

司会：植松 康 先生

12月26日(火) 13:00~14:30

# 砂浜で発電する波力発電装置の開発におけるモーターの影響

秋田大学大学院理工学研究科 高橋圭太・大河内純一・秋永加奈・齋藤憲寿・渡辺一也

## 1. はじめに

日本は世界 6 位の広大な排他的経済水域を有しており、到来する平均的な波エネルギー輸送量は少なくとも 3500 万 kW<sup>1)</sup>と見積られている。また、波エネルギーは枯渇する心配が無いため世界中で発電技術の開発が進んでいるが、発電コストが高いことや台風や津波などの災害に対する安全性の問題等の理由により商用化があまり進んでいない。そこで著者らは、波エネルギーを非常用電源として活用することを目的として、砂浜で発電する波力発電装置の開発を行っており、本研究では屋内実験で定格電力が異なる 4 種類の市販のハブダイナモ（以下、モーターと記載）について回転数に対する発電量を測定して、モーターの性能を比較した。

## 2. 実験方法

表 1 に 4 種類のモーターの性能を比較する。モーターとして自転車のハブダイナモを利用する理由としては、①低価格かつ入手が容易、②小型かつ軽量、③耐候性に優れる、④多極化されているので低回転でも発電可能なことが挙げられる。

図 1 にモーターの回転数に対する出力電圧の測定系を示す。パドルが装着されたモーターを固定し、ハンドドリルで回転数を調整した。回転数をタコメーター（ANDAD-5172）で測定し、同時にモーターの出力電圧を AD 変換器（NI NI-9215）を介してサンプリング周波数 1 kHz で PC にデジタルデータとして保存した。また、負荷抵抗 100 Ωとして電力を算出した。



図 1 モーターの測定系

表 1 4 種類のモーターの性能比較

呼称	型番	定格電圧	定格電力	重量	エンド幅	参考価格
ミツバ 0.58 W	MD11	2.85 V	0.58 W	470 g	100 mm	2,800 円
シマノ 0.9 W	DH-C2100-N-QR	6 V	0.9 W	474 g	100 mm	4,849 円
シマノ 2.4 W	Nexus DH-2N40-J	6 V	2.4 W	630 g	93 mm	2,473 円
シュミット 3 W	SON delux	6 V	3 W	420 g	100 mm	279€*

※2023 年 3 月 6 日時点 1€=144.63 円 279€=40,351 円

\*Effects of motor on the development of wave power generators that generate electricity on sandy beaches by Keita TAKAHASHI, Junichi OKOUCHI, Kana AKINAGA, Noritoshi SAITO and Kazuya Watanabe.

### 3. 実験結果

図2にシマノ 2.4 W の回転数 115 rpm 時の出力電圧波形（上図）および、回転数と電力の関係を示す。モーター内部のフェライト磁石は 8 極×4 枚=32 極であるので、1 回転当たり 32 回（32 分の 1 回転毎に）磁極（N または S）が反転する。N→S→N で 1 波長（正→負→正）とすると 16 波で 1 回転することになる。回転数 115 rpm の電圧波形から回転数を試算すると、0.5 秒間に 31 回正負の反転がこっており、32 回で 1 回転なので 1 分間の回転数は、 $31 \times 2 / 32 \times 60 = 116.3 \text{ rpm}$  と求まる。よって、タコメータで測定した回転数とほぼ一致していることが確認できた。また、図3のシマノ 2.4 W の回転数と電力の関係について、関係式より回転数 139 rpm 時に電力 2.39 W と求まり、シマノ 2.4 W のモーターは、回転数 139 rpm のときに定格 2.4 W の電力となることがわかった。

図4に4種類のモーターの回転数に対する発電量の結果を示す。回転数 140 rpm 付近の発電量は、シュミット 3 W は 1.4 Ws、シマノ 0.9 W は約 1.1 Ws、シマノ 2.4 W は約 1.0 Ws であり、コストパフォーマンス（=発電量/価格）で比較すると、シマノ 2.4 W は 0.40 Ws/千円、シマノ 0.9 W は 0.23 Ws/千円、シュミット 3 W は 0.035 Ws/千円であり、シマノ 2.4 W のコストパフォーマンスが高いことがわかった。

### 4. まとめ

本研究では砂浜で発電する波力発電装置の開発に向け、4種類のモーターの性能を比較した。その結果、回転数 100 rpm においては、シマノ 2.4 W のコスパが高いことがわかった。

**謝辞：**本研究は八洲環境技術振興財団の支援を受けました。記して感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 高橋重雄：波エネルギー変換装置の現状について、1993 年度（第 29 回）水工学に関する夏季研修会テキスト（B コース），pp.B-1-1-B-1-19, 1993.

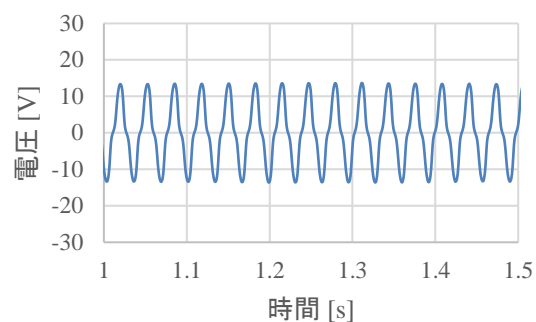


図2 シマノ 2.4 W の回転数 115 rpm 時の出力電圧波形

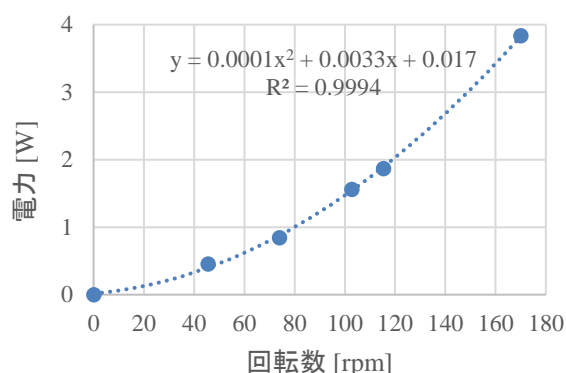


図3 シマノ 2.4 W の回転数と電力の関係

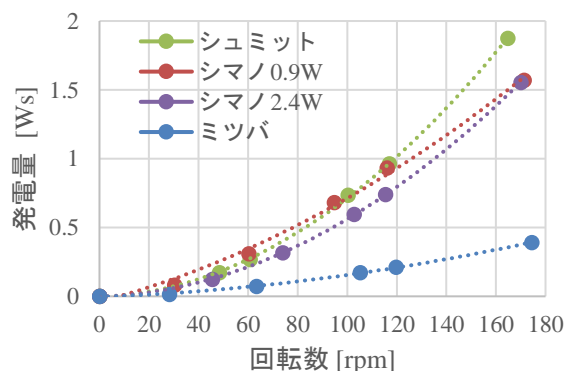


図4 各モーターの回転数に対する発電量

# 秋田県内の海岸に漂着したプラスチック粒子の調査および成分分析\*

秋田大学大学院理工学研究科 大河内純一・齋藤憲寿・南田悠

## 1. はじめに

現在、プラスチックごみによる海洋汚染は深刻な地球環境問題であり、生態系や漁業、観光に打撃を及ぼすだけではなく、人体への悪影響が懸念されている。そして今年の G7 気候・エネルギー・環境相会合において、海洋プラスチックごみによる新たな汚染を 2040 年までにゼロにする目標で合意された。

そこで本研究は、秋田県内の海岸にも漂着しているプラスチック粒子に着目し、環境問題の啓発を目的としてプラスチック粒子の採取を行った。そして採取したプラスチック粒子の成分を分析した。

## 2. 調査・分析

図 1 に調査対象を示す。秋田県内の海岸線 263 km のうち 116 km を調査し、プラスチック粒子が特に多く漂着していた五里合漁港周辺（男鹿市）から小砂川海水浴場（にかほ市）までの 6 地点を対象とした。

図 2 にドローンで撮影した調査対象の一例として、五里合漁港周辺の画像を示す。プラスチック粒子が堆積している箇所を明らかにするためにドローンで空撮を行い、トータルステーションを用いて縦断図を作成した。そして岸沖方向を浜（前浜および後浜）、沿岸方向 10 m を調査範囲とし、プラスチック粒子を採取した。

採取したプラスチック粒子の種類を分析するため、図 3 に示すプラスチック種類判別計を用いた。ポリプロピレンやポリエチレンなど、種類を迅速に判定することが可能である。



図 1 調査対象（6 地点）

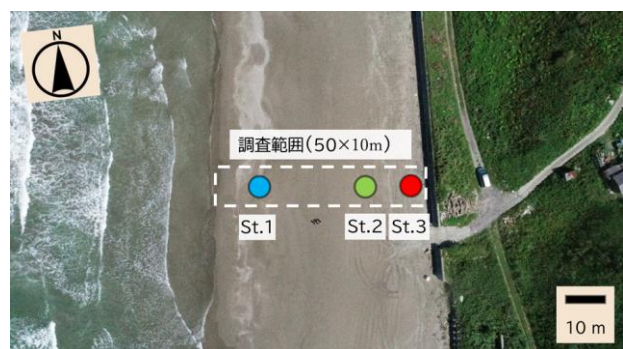


図 2 ドローンで撮影した採取場所の一例（五里合漁港周辺：男鹿市）

\*Investigation and component analysis of plastic particles that washed ashore on the coast of Akita Prefecture by Junichi OKOUCHI, Noritoshi SAITO and Yu MINAMIDA



図3 プラスチック種類判別計

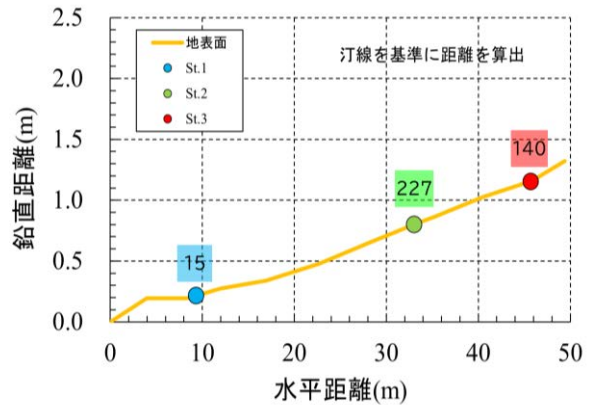


図4 トータルステーションで測量した五里合漁港周辺の縦断面図

表1 調査個所で採取したプラスチック粒子の成分および個数

	ポリエチレン	ポリプロピレン	ABS樹脂	ポリスチレン	その他
五里合漁港周辺	214	167	0	1	0
秋田マリーナ北側	64	29	0	0	0
道川海水浴場	31	25	1	0	4
西目海水浴場	152	65	0	0	2
赤石浜海水浴場	287	113	1	1	1
小砂川海水浴場	170	159	0	0	2
総計	918	558	2	2	9

### 3. 調査・分析結果

図4にトータルステーションで測量した五里合漁港周辺の縦断面図を示す。砂浜の平均角度は1.3度と緩やかな勾配であった。そしてプラスチック粒子は波打ち際の付近であるSt.1で15個、陸側のSt.2は227個、St.3は140個確認され、どちらも沿岸方向に分布していた。そのため、高い波が来襲した際に沖合から運ばれ、集積する傾向が示唆された。

表1に調査個所で採取したプラスチック粒子の成分および個数を示す。プラスチック種類判別計で分析を行った結果、調査個所に共通してポリエチレンおよびポリプロピレンを合わせると全体の90%以上であることが明らかとなった。

### 4. まとめ

本研究では秋田県内の6か所を対象にプラスチック粒子を採取した結果、汀線から陸側で沿岸方向に漂着する傾向であった。そして漂着していた粒子の多くがポリエチレンおよびポリプロピレンの2種類であることが明らかとなった。

**謝辞:** 本研究は秋田大学大学院理工学研究科技術部の支援を受けた。記して感謝申し上げます。



# 砂浜で発電する波力発電装置の開発における波よけの効果\*

秋田大学大学院理工学研究科 齋藤憲寿・大河内純一・秋永加奈・高橋圭太・渡辺一也

## 1. はじめに

日本は世界 6 位の広大な排他的経済水域を有しており，到来する平均的な波エネルギー輸送量は少なくとも 3500 万 kW<sup>1)</sup>と見積られている。また，波エネルギーは枯渇する心配が無いため世界中で発電技術の開発が進んでいるが，発電コストが高く商用化があまり進んでいない。そこで著者らは波エネルギーを非常用電源として活用することを目的として砂浜で発電する波力発電装置の開発を行っており，本研究では室内実験で波高の異なる波を発電装置に衝突させ，波よけの効果を検証した。

## 2. 実験方法

図 1 に発電装置の概要を示す。発電装置の主な構成はモーター（三菱製ハブダイナモ，定格出力：2.85 V，0.58 W），パドルおよび波よけである。これは構成を極力シンプルにすることで製造コストを抑え，小型化によって災害時における持ち運びや設置，撤収が容易となるようにしている。そして波高が変化しながら汀線へ来襲する押し波に対し，モーターの回転をスムーズにするため上部に波よけを取り付けた。

図 2 に室内実験の概要を示す。全長 11.0 m，幅 0.3 m，高さ 0.5 m の矩形水路を使用し，海側には 5.0 m の貯水槽，陸側には 5.0 m の勾配を設置した。そして容量式水位計および発電装置を設置した。実験手順は，貯水槽に水を貯め，ゲートを急開することにより波を発生させた。なお，波よけ（両側設置，片側設置，なし）および最大波高（113.3，147.3，185.9 mm）を変えた計 9 パターンを実施し，0.01 s 間隔でモーターの電力および波高を計測した。

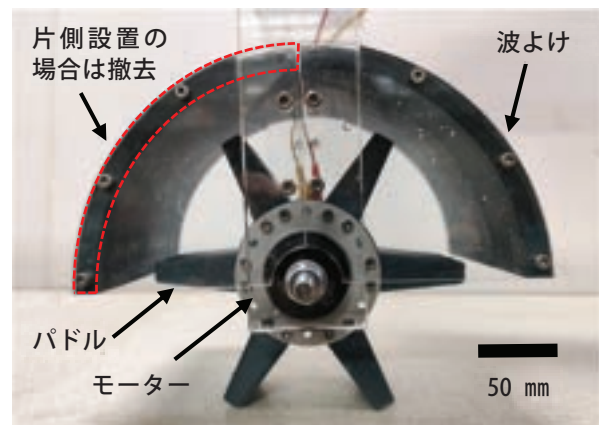


図 1 発電装置（波よけ：両側設置）

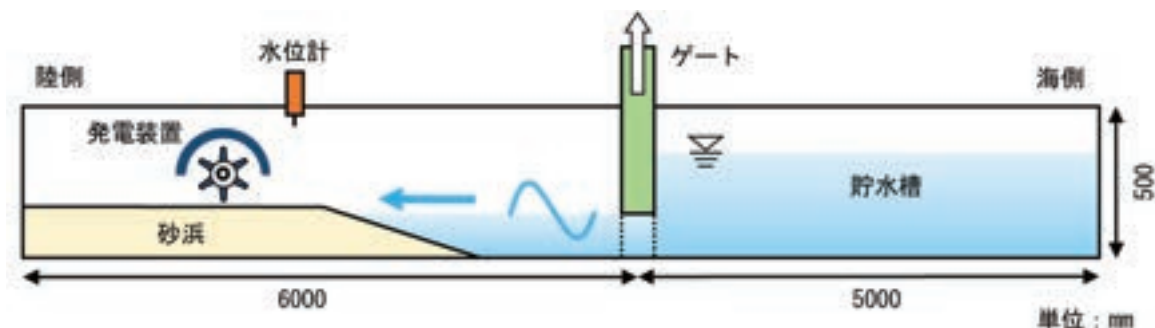


図 2 室内実験の概要

\*Effects of wave protection on the development of wave power generators that generate electricity on sandy beaches by Noritoshi SAITO, Junichi OKOUCHI, Kana AKINAGA, Keita TAKAHASHI and Kazuya Watanabe.

### 3. 実験結果

図3に電力および波高の経時変化を示す。最大波高：113.3 mmのグラフを見ると、波よけの種類によらず波が発電装置に衝突すると電力が急激に増加していた。そして時間の経過とともに電力は徐々に低下していたが、4.77～7.93 sにおいて波よけ無しの電力が増加していた。これはモーターの回転軸よりもやや高い位置にあったパドルと波が衝突し、発電装置の下部側に波が向かうことでモーターの回転を助長していたと考えられる。

最大波高：147.3 mmのグラフを見ると、波高の増加に伴い113.3 mmよりも電力は増加していたが、3.40 s以降における波よけ無しの電力は0 Wであった。これはパドルの上端部に波が衝突することにより、モーターの回転を阻害していたと考えられる。

最大波高：185.9 mmのグラフを見ると、波よけの種類によらず3つのグラフの中で最も電力の増加は著しいが、2.81～5.70 sにおいて両側設置よりも片側設置の電力が小さくなった。これは波よけの上部を通過した波が発電装置後部のパドルと接触し、モーターの回転を阻害していたと考えられる。したがって、波よけは波高に関係なく安定して電力が得られた両側設置が適していることが明らかとなった。

### 4. まとめ

本研究では砂浜で発電する波力発電装置の開発に向け、3種類の波よけの効果を検討した。その結果、波よけの種類によらず波高に伴い電力が増加していたが、波よけを両側に設置することで高い波が来襲しても安定して電力が得られることが明らかとなった。

謝辞：本研究は八洲環境技術振興財団の支援を受けた。記して感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 高橋重雄：波エネルギー変換装置の現状について、1993年度（第29回）水工学に関する夏季研修会テキスト（Bコース），pp.B-1-1-B-1-19, 1993.

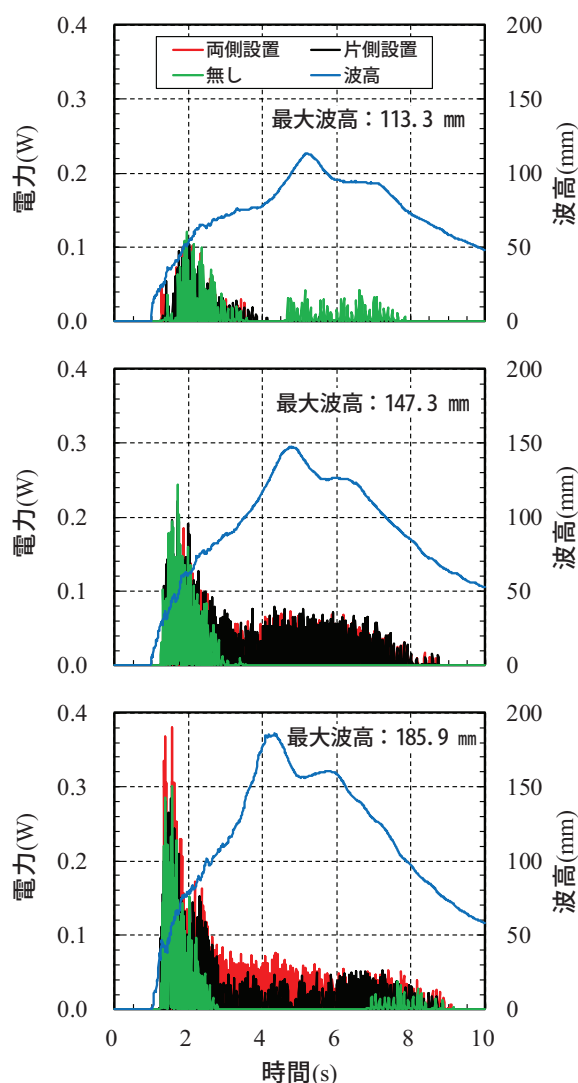


図3 電力および波高の経時変化

# 海食崖に作用する砕波遡上波に関する水理模型実験

八戸工業大学大学院 遠藤貫太

八戸工業大学工学部 井深裕馬・桑原功太

八戸工業大学大学院 春川祥吾・高瀬慎介・加藤雅也

## 1. はじめに

海食崖は周辺沿岸への土砂供給源であるが、その後退は背後地の災害につながる場合がある。そのような災害を防ぐためには、海食崖の中・長期的な変動を定量的に評価する必要があり、それが可能な計算モデルを構築するためには、海食崖に作用する波の特性を詳細に調べる必要がある。海食崖に関する研究は古くから行われているが（例えば堀川・砂村<sup>1)</sup>、川村ら<sup>2)</sup>、五十里ら<sup>3)</sup>など）、多くの場合崖尻が静水面あるいはそれ以下となる場合を対象としている。そのため、崖尻と汀線の間の前浜を有する場合についての研究は少なく、砕波後の遡上波と海食崖の侵食・後退の関係に関する知見が十分あるとは言えない。本研究では、海食崖に作用する砕波後の遡上波の波圧特性に関する水理模型実験を行った。

## 2. 実験方法

実験は、図-1 に示す幅 0.6m、長さ 20m の二次元造波水路にコンクリート型枠用塗装合板で製作した地形を設置して行った。地形は、沖側先端部 1m の勾配を  $\tan \alpha = 1/10$  とし、その後は岸側端部まで 1/30 の一様勾配とした。さらに、斜面勾配  $70^\circ$  の海食崖模型を、後述する実験条件に応じた位置に配置して、海食崖崖尻に作用する波圧を測定した。

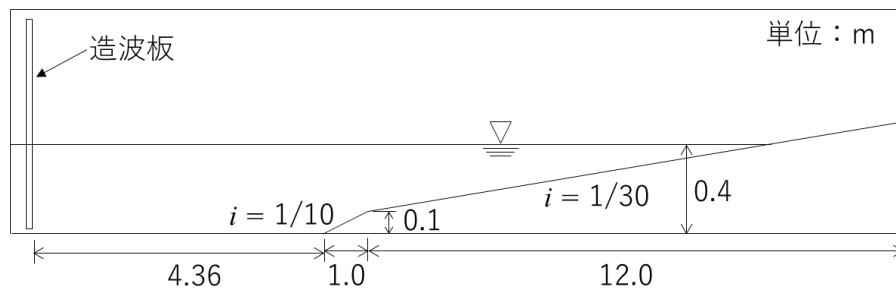


図-1 二次元造波水路と地形

表-1 に実験条件を示す。表中の距離は初期汀線から崖尻までの距離で、陸側を正 (+)、海側を負 (-) で示している。実験は、ピストン型造波装置を用いて、予め造波検定により求めた造波板振幅と波高の関係から設定波高となる造波振幅により造波した。波圧の測定は、波圧計 P310-02 ((株) エス・エス・ケイ製) を、海食崖崖尻に設置して行った。また、海食崖崖尻が静水深以下の水中となるケースでは、波圧計を静水面位置にも設置した。計測は、サンプリ

ング周波数 5kHz で、造波開始から 1 分間行った。なお、実験はデータのばらつきを考慮して同条件を 3 回ずつ行った。

表-1 実験条件

CASE 名	海食崖崖尻と汀線の距離 (m)	周期 $T$ (s)	設定波高 $H$ (m)
A	+0.4m	1.2, 1.6, 2.0, 2.4	周期 1.2s については, 0.04m と 0.06m の 2 ケース その他の周期については, 0.02m 毎に 0.04m~0.12m の 5 ケース
B	+0.3m		
C	+0.2m		
D	+0.1m		
E	0.0m		
F	-1.2m (水深 0.04m)		

### 3. 実験結果と考察

図-1 に  $T=2.0s$ ,  $H=0.1m$  の場合の波圧の時系列変動の比較を示す。碎波遡上波の波圧変動 (CASE-C) は、海食崖前面に水深を有する場合の静水面位置の波圧変動 (CASE-F) とは大きく異なることが分かった。

図-2 に、碎波形態を分類する指標である surf similarity parameter と海食崖崖尻に作用する無次元波圧の関係を示す。ここで、

$$\text{surf similarity parameter } \xi_0 = \tan \alpha / \sqrt{H_0 / L_0}$$

の算出および波圧の無次元化には、波圧計測時に造波板と斜面先端部との中間地点で測定した波高と浅水係数から算出した沖波波高  $H_0$  を用いている。波圧は surf similarity parameter の増加とともに概ね直線的に増加し、その増加率は崖尻が汀線に近づくに従って大きくなる傾向があることが分かった。



図-1 波圧の時系列変化の比較

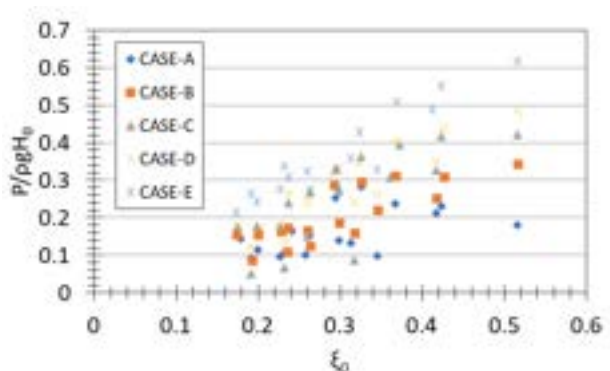


図 2 海食崖崖尻に作用する波圧

### 参考文献

- 1) 堀川清司・砂村継夫：海蝕崖の侵蝕に関する実験的研究，第 15 回海岸工学講演会講演集，pp.149-157，1968.
- 2) 川村志麻・栗林正樹・三浦清一：波の侵食作用を受ける海岸斜面の力学特性とその評価，海岸工学論文集，第 55 巻，pp.536-540，2008.
- 3) 五十里洋行・後藤仁志・新井智之：海食崖の侵食過程の計算力学のための流体・弾塑性体ハイブリッドモデルの構築，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 66, No.1, pp.916-920，2010.

# 機械的固定工法防水システムの風応答の簡便な推定方法\*

東北大学未来科学技術共同研究センター 植松 康

## 1. はじめに

我が国の機械的固定工法防水システムでは、0.5~0.6m 間隔で格子状に配置され屋根下地にファスナーで固定された円形ディスクに防水シートが熱溶着あるいは溶剤溶着される(図 1)。風による負圧を受けるとシートは膨れ、シートの破損やファスナーの抜け出しなどの被害がしばしば発生する。固定部の両側でシートの膨らみが異なるため、シートに作用する張力が異なり、その差によって固定部には水平力が発生する(図 2)。金属下地の場合、防水シートと下地の間に断熱材が挿入されるため、ファスナー頂部に水平力が作用すると固定部に付加モーメントが作用し、ファスナーの引き抜き耐力の低下が懸念される。したがって、防水システムの耐風圧試験や耐風設計ではこの水平力の影響を適切に考慮する必要がある。

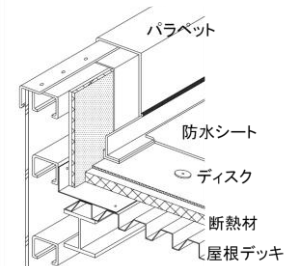


図 1 屋根の構成

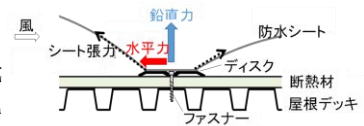


図 2 固定部に作用する力

本研究では単純な二次元モデルを用いて、静的分布荷重を受ける防水システムの挙動(シートの膨らみやファスナーに作用する風力、固定部反力)を簡便に計算する方法を示す。また、計算の基となる陸屋根上の風圧分布の簡単なモデルを既往の研究成果に基づいて提案する。

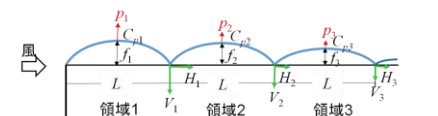


図 3 解析モデル

## 2. 防水システムの風応答に関する解析的検討

防水シートは間隔  $L$  で線状に固定されているものとし(図 3)、以下、単位幅で考える。屋根風上端で流れが剥離するため屋根には負圧が作用してシートが膨れる。図 4 は宮内ら<sup>1)</sup>の実測と風洞実験による平均風圧係数分布である。図中の実線・数値は、 $L = 0.6m$  としたとき各領域における平均風圧係数の面平均値(実測値に基づく)である。シートは厚さ 1.5mm 程度と薄いので、曲げ剛性は無視する。

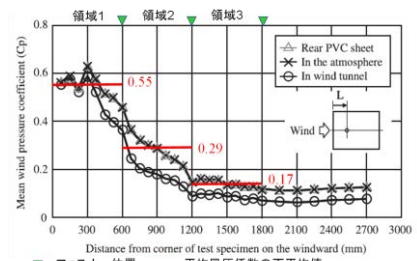


図 4 平均風圧係数分布(宮内ら<sup>1)</sup>)

一様な負圧  $p$  を受けるとシートの変形は曲率半径  $R$  の円弧となり、シートには張力  $T$  が

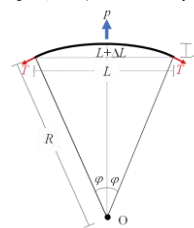


図 5 シートの変形

作用する(図 5)。シート固定部に作用する力を模式的に表すと図 6 のようである。 $V$ ,  $H$  はそれぞれ固定部における反力(合力)を表し、風上側および風下側シートの張力  $T_w$ ,  $T_l$  の鉛直・水平成分の和または差として与えられる。 $V$  は圧力分布のみで決まるが、 $H$  は圧力  $p$ ,  $L$  および  $Et$

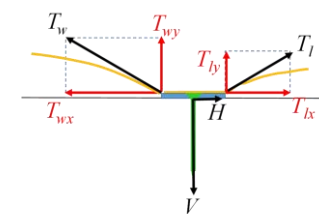


図 6 固定部に作用する力

\*An approximate method for easily estimating the wind-induced responses of a mechanically-attached single-ply membrane roofing system  
by Yasushi Uematsu

によって変化する。本論文ではそれらの算定式を導いた。以下、それらを用いた算定例を示し、固定部反力の特性を考察する。

$L = 0.6\text{m}$  (一定値)として  $Et$  を変化させたときの  $T$  および  $H$  の変化を図 7 に示す。 $Et$  が増大するとシートの膨らみが減少するので  $R$  は増大し  $\varphi$  は低下する。したがって歪  $\varepsilon$  は減少するが、その減少率より  $Et$  の増加率の方が大きいいため、 $T$  は増大する。さらに、 $\varphi$  の低下に伴い  $\cos\varphi$  が増大するため  $H$  も増大する。

次に、 $Et = 75\text{N/mm}$  (一定値)として  $L$  を変化させたときの  $T$  および  $H$  の変化を図 8 に示す。 $L$  の増大に伴い  $R$  は減少し、 $\varphi$  は大きくなる。その結果  $\varepsilon$  も増大し、 $T$  が増大する。 $\cos\varphi$  は減少するが  $T$  の増加率の方が大きいいため  $H$  は増大する。

以上より、 $H$  を低下させるという目的では、 $Et$  を大きくするより、 $L$  を小さくする方が効果的であるといえる。

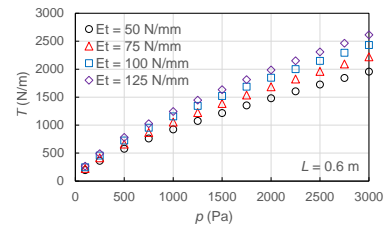
最後に、風圧分布への適用例として、 $L = 0.6\text{m}$ 、 $Et = 75\text{N/mm}$  とおき、図 4 に示した平均風圧係数分布を用いて、領域 1 と 2 の境界にある固定部に作用する  $V$  および  $H$  の速度圧  $q_{He}$  ( $=1/2\rho U_{He}^2$ ;  $\rho =$  空気密度、 $U_{He} =$  軒高  $H_e$  における平均風速) による変化を計算した。なお、各領域 ( $i = 1, 2$ ) における風圧  $p_i$  は  $q_{He}$  とその領域に対する面平均風圧係数  $C_{pi}$  の積で与えられる。計算結果を図 9 に示す。 $V$  はシートの変形にはよらず  $q_{He}$  に比例して増大するが、 $H$  は非線形に増大する。この計算例では、 $q_{He} \approx 1\text{kPa}$  程度までは  $H$  と  $V$  は同程度であるが、それ以上では  $q_{He}$  の増大とともに差が広がる。宮内ら<sup>1)</sup>は水平力の大きさが鉛直力と同程度であると述べているが、それは検討した範囲が  $q_{He} \approx 1\text{kPa}$  程度までであったためと考えられる。

### 3. 平均風圧係数分布のモデル化

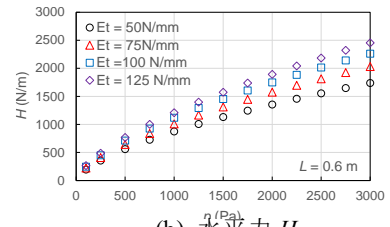
矩形平面を有する低層陸屋根建築物において風が一壁面に正対して吹くときの屋根中心線上の平均風圧係数分布に着目し、Akon & Kopp<sup>2)</sup>の論文に基づきモデル化を行った。すなわち、図 10 に示すように、中心線上の分布を表す式に含まれるパラメータ  $h_f$  (淀み点までの距離)、 $C_{p,\min}$  (最小平均風圧係数)、 $X_{\min}$  ( $C_{p,\min}$  を与える  $x$ ) および  $X_r$  (剥離流の再付着点位置) を高さ  $H_e$  における気流の乱れの強さ  $I_H$  の関数として表した。

#### 参考文献

- 1) Miyauchi, H. et al.: Behavior of a mechanically anchored waterproofing membrane system under wind suction and uniform pressure, *Building and Environment*, 46, 1047-1055, 2011.
- 2) Akon, A.F., Kopp, G.A.: Mean pressure distributions and reattachment lengths for roof-separation bubbles on low-rise buildings, *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn.*, 155, 115-125, 2016.

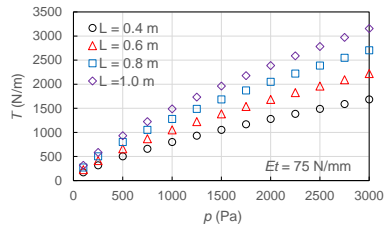


(a) 張力  $T$

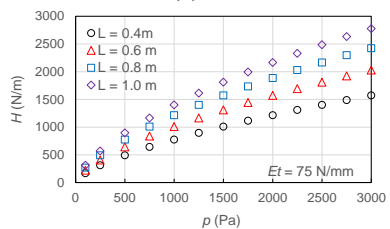


(b) 水平力  $H$

図 7  $T$  および  $H$  の  $p$  による変化 ( $L = 0.6\text{ m}$ )



(a) 張力  $T$



(b) 水平力  $H$

図 8  $T$  および  $H$  の  $p$  による変化 ( $Et = 75\text{ N/mm}$ )

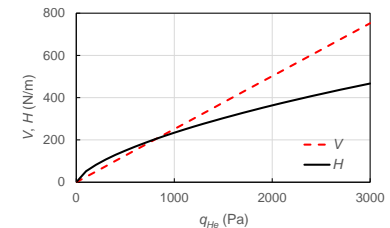


図 9  $V$  および  $H$  の速度圧による変化 ( $L = 0.6\text{ m}$ ,  $Et = 75\text{ N/mm}$ )

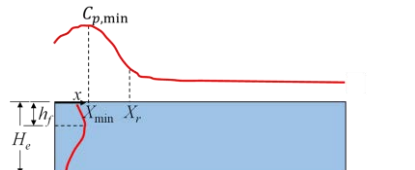


図 10 平均風圧係数分布の模式図 (正: 内側, 負: 外側)

# 円弧型独立上屋の外装材用ピーク風力係数に関する研究\*

秋田工業高等専門学校 丁 威  
東北大学 植松 康

## 1. 研究の背景・目的

円弧型独立上屋はイベント会場や公園の休憩所（写真 1）など、公共空間で広く利用されている。一般に軽量であるため風荷重が設計上重要となるが、建設省告示や日本建築学会「建築物荷重指針」には設計用風力係数は示されていない。本研究目的は円弧型独立上屋を対象とし、屋根全体に作用する風圧・風力の特性を把握し、最大・最小ピーク風力係数分布に基づき外装材用ピーク風力係数のモデルを提案することである。



写真 1 円弧型独立上屋

## 2. 風洞実験概要

今回の風洞実験は、東北大学院工学研究科都市・建築学専攻所有のエッフェ型境界層風洞（写真 2）を用いて行った。実験模型の幾何学的縮尺率を  $\lambda_L = 1/100$  と設定する。風圧測定用の基本模型は 3D プリンタで作製した。図 1 に座標系と記号を示す。スパン  $B$  および桁行長さ  $W$  はいずれも 150mm である。屋根のライズ・スパン比  $f/B = 0.2$  である。屋根の平均



写真 2 風洞実験の様子

高さ  $H$  は 80mm，厚さ  $t$  は 4mm である。図 2 に示すように、屋根全体を 5 ラインに沿って圧力測定孔が上下面にそれぞれ 5 点ずつ設けられている（全部 50 点）。本研究では、ダミー模型（同一形状で圧力測定孔のない模型）を様々に組み合わせることで平面辺長比  $W/B$  を変化させる ( $W/B = 1, 2, 3$ )。風圧のサンプリング周波数は 500Hz とし、全点同時測定される。1 回の測定時間は 19.1s（フルスケール換算で 600s）であり、同一条件下で 6 回測定する。風向は図 1 に示すように定義し、 $0^\circ$  から  $90^\circ$  の範囲 (@ $10^\circ$ ) で変化させる。

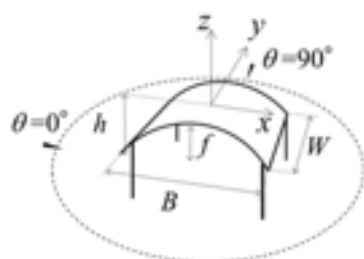


図 1 模型に対する座標と記号



図 2 模型の測定点の配置

\* Discussion of peak wind force coefficients for designing cladding/components of a vaulted free roof by Wei Ding, Yasushi Uematsu

### 3. 外装材用ピーク風力係数

外装材用ピーク風力係数は一般に各点における全方向中の最大・最小ピーク風力係数に基づいて設定される。本研究では、荷重指針と同様、複数の実験結果(6個)のアンサンブル平均を用いて最大ピーク風力係数 $\hat{C}_f$ (正)と最小ピーク風力係数 $\check{C}_f$ (負)を求めた。図3は屋根の最大・最小ピーク風力係数分布を示す。屋根の角部で $\hat{C}_f$ が大きな値を示す。これは屋根の下面には大きなピーク負圧が作用するためと考えられる。 $\check{C}_f$ の絶対値は端部(けらば)に沿った領域で大きな値を示す。これは風が斜めから吹くと屋根端部での流れの剥離によって屋根面上に円錐渦が生成され屋根上面に大きな負圧が発生したためと考えられる。全風向の最大・最小ピーク風力係数に基づいて、屋根面を図4のように $R_a, R_b, R_c$ の3領域に分割し、領域ごとに絶対値が最大となる正・負ピーク風力係数に基づき、外装材用ピーク風力係数を提案した。

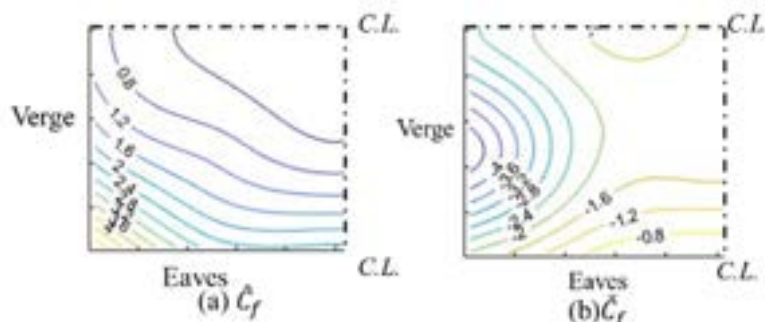


図3 最大・最小ピーク風力係数分布

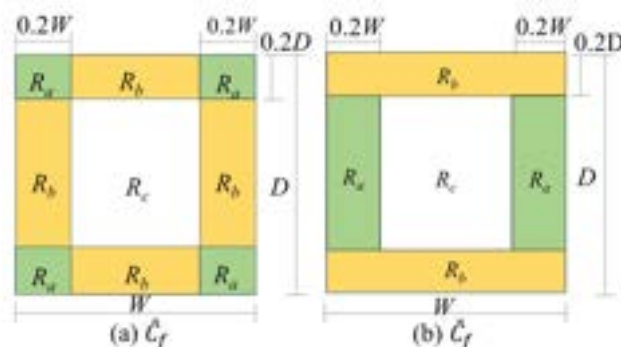


図4 最大・最小ピーク風力係数区域

### 4. まとめ

本研究では、平面辺長比  $W/B$ 、風向 $\theta$ が円弧型独立屋根に作用する風圧・風力の特性に与える影響を風洞実験に基づき把握した。全風向中の最大・最小ピーク風力係数に基づいて外装材用ピーク風力係数を提案した。

### 謝辞

本研究の一部は(財)能村膜構造技術振興財団の令和3年度助成金によるものである。



<第2会場 共通224室 >

— 第2部 (8題) —

司会：高瀬 慎介 先生

12月27日(水) 10:00~12:00

# 日本海溝地震を想定した八戸市の津波遡上シミュレーション\*

八戸工業大学 尾崎 壮一  
日本工営株式会社 野島 和也  
八戸工業大学 堀合 紳弥  
八戸工業大学 高瀬 慎介

## 1. はじめに

日本海溝・千島海溝沿いの領域では、M7.0 から M8.0 を超える巨大地震や地震の揺れは小さいものの大きな津波を引き起こす地震まで多種多様な地震が観測されており、大きな被害を与えている。このことから過去に発生している地震をもとに地震や津波に対する防災対策が進められた。しかし2011年にこれまでの予想をはるかに超えるM9.0の東北地方太平洋沖地震が起きたことにより、東北地方を中心とした地域では津波による大きな被害を受けた。青森県八戸市では6.4mの津波が八戸港を中心とした地域を襲った。このような被害を受けて2020年には内閣府中央防災会議では日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会のもと、新たに東北地方太平洋沖地震を踏まえた予想が出された。その際に青森県八戸市を襲う津波は26.1mと推計された。この予測は東北地方太平洋沖地震の約4倍であったため、再度津波発生時の防災や減災対策が必要となった。そこで本研究では、内閣府の日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会で新たに検討されることとなった2つの日本海溝地震の津波断層パラメータについて津波遡上シミュレーションを行う。

## 2. 解析概要

解析条件を表-1に示す。津波断層パラメータは内閣府中央防災会議の日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会で用いられた津波断層パラメータ2つを使用した。津波シミュレーションは、津波断層モデルより地殻変動量を作成し、既存のメッシュと結合したのちに津波を発生させた。また本実験では波形データの取得のために観測点を設けている。観測点には八戸市の避難所・避難場所を設定しており、避難場所の有効性について検証を行う。

表-1 解析条件

項目	設定条件
解析領域	太平洋～八戸港
モデル	日本海溝地震モデル1 日本海溝地震モデル2
計算格子間隔	大領域：450m（東日本沖） 中領域：150m（青森県沖） 小領域：50m（下北八戸） 詳細領域1：10m（八戸港） 詳細領域2：2m（八戸市）
計算潮位	T.P. +0.700m
基礎方程式	非線形長波方程式
断層モデル	Fujii-Satake モデル Ver8.0
計算時間	地震発生から4時間
津波初期波源	Okada(1992)の方法により断層モデルから地殻変動量を計算
構造物・堤防	あり

\*Tsunami run-up simulation in Hachinohe city assuming a Japan Trench earthquake by Soichi Ozaki, Kazuya Nojima, Shinya Horiai, Shinsuke Takase

### 3. 解析結果

遡上領域結果を図-1に示す。この遡上解析は防波堤あり、構造物ありである。そのため、実際の八戸市の津波遡上を考慮したケースであると考えられる。図-1の詳細領域1, 2より八戸港を中心に16mを超える津波が八戸港を襲っていることがわかる。また八戸を襲った津波は八戸港、河口から遡上していることが確認できる。避難場所の有効性の詳細については講演時に示す。

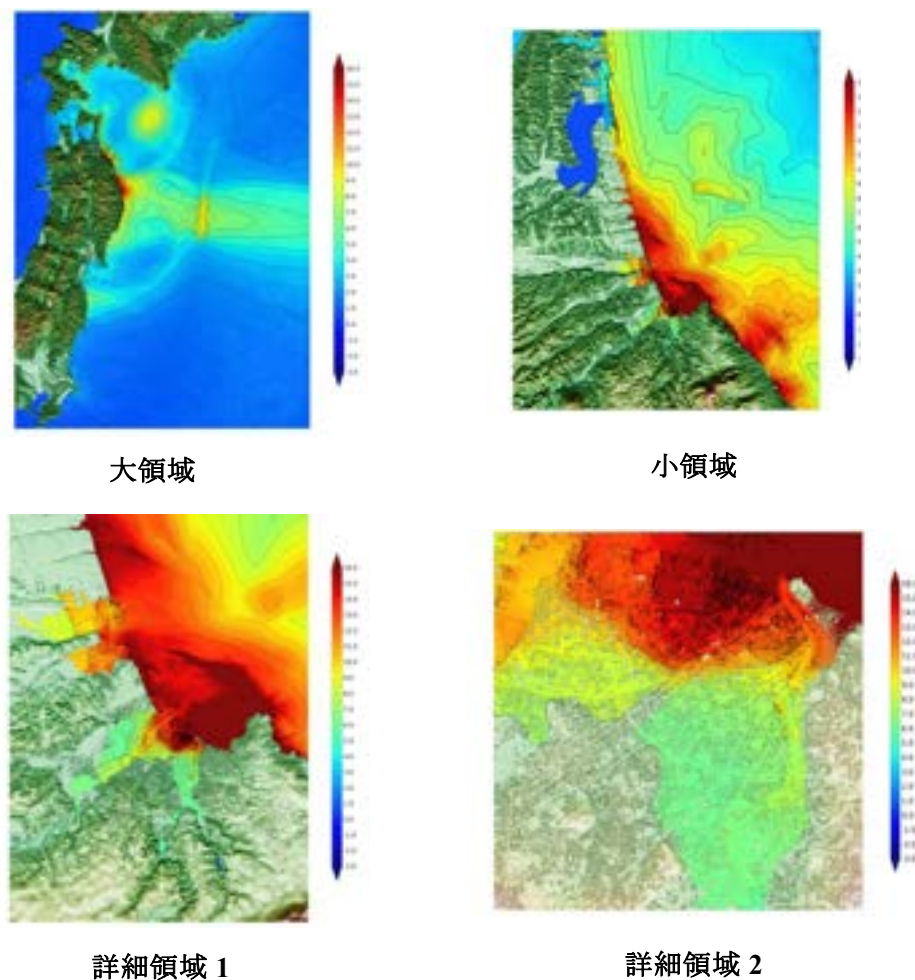


図-1 遡上解析結果

#### 参考文献

- 1) 青森県県土整備部河川砂防課, パシフィックコンサルタンツ株式会社:平成 24 年度津波浸水想定業委託報告書, 2013
- 2) 後藤智明, 小川由信: Leap-Frog 法による津波の数値計算法, 東北大学土木工学科資料, 52p, 1982
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局海岸室, 国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究部; 7 津波浸水想定の手引き Ver 2.1.0, 2019

# 周辺に複数の障害物を有する建築構造物の津波力に関する実験的検討\*

秋田工業高等専門学校 種倉 栞, 上田 晴也, 進藤 颯人, 寺本 尚史, 丁 威  
秋田県立大学 小幡 昭彦

## 1. 背景・目的

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、津波により建物に多大な被害が生じたことから、建物の安全についての設計ルールを定める建築構造分野にとって対津波設計の確立は早急な課題となっている。建築学会の「建築物荷重指針・同解説(2015)」<sup>[1]</sup>に示されている波力評価方法は、構造物前面の浸水深と流速を用い合理的に荷重を計算できる方法となっているが、設計ではそれぞれ単体での設計方法を適応する事になると考えられており、建築構造物が複数棟となった場合に対応する考え方は示されていない。これらを背景に、本研究ではこれまで津波の進路方向に対して複数棟の障害物を有する建築構造物の受ける津波の影響の把握を目的として、これまでに2棟、3棟の配置による水路実験<sup>[2]</sup>を行い、障害物が前方に配置された場合や側方に配置された場合など、棟の位置関係が津波波力に影響を及ぼすことが確認された。一方、密集して建てられた建築構造物を想定した、前方及び側方同時に配置された場合については検討が行われていなかった。そのため本研究では、構造物を4棟に増やすことで、前方及び側方に作用する津波荷重の評価を目的とする。

## 2. 水理実験の概要

本実験は、秋田工業高等専門学校が所有する水理実験室で行った。図1に実験水路の概要を示す。水路の全長は約15m、断面形状は長方形であり、水路の幅は0.6m、高さは0.8mである。津波は貯水槽に一定量の水を溜め、遮水壁を瞬間的に開放することで押し波を再現した。実験に用いる試験模型は、幅×奥行き×高さが80mm×80mm×120mmの矩形構造物とし、側面に波圧計を設置した。水路は二重床とし、模型は二重床上に計測用1体、津波の流れに影響を与える障害物用3体の計4体を配置する(図2)。実験は模型の配置パターンを変化させて行った。実験変数は、計測用模型の前方2つの障害物模型の横間隔(L)と、前方障害物模型と計測用模型

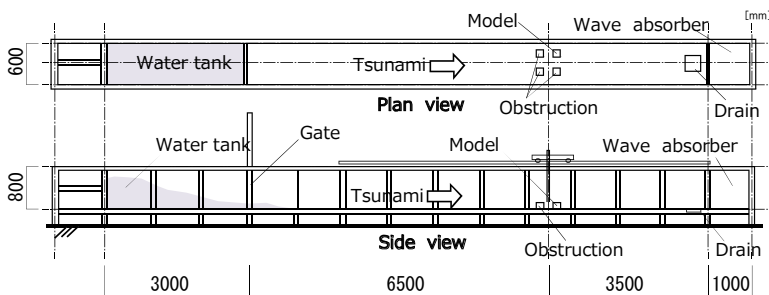


図1 水路図概要

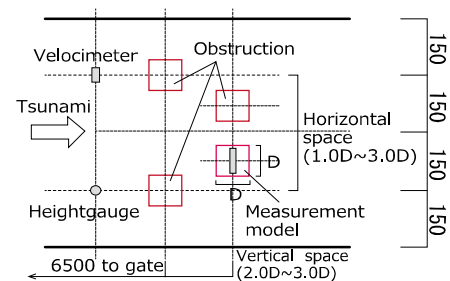


図2 4棟配置の概要

\* Experimental study on Tsunami loads on Structures in Case of Multiple Surrounding Objects by Shiori Tanekura, Haruya Ueda, Hayato Shindo, Naofumi Teramoto, Wei Ding and Akihiko Obata

間の縦間隔(H)とし、横間隔(L)は、1.0D から 3.0D までの 0.5D 刻みで 5 通り、縦間隔(H)は、2.0D と 3.0D の 2 通りとした計 10 パターンの配置とした。ここで、D は模型の幅と奥行き長さであり、後方 2 つの模型間の距離はいずれのパターンも 2.0D とした。また遮水壁後方の貯水槽の貯水高さについても hw=140, 180mm の 2 パターンで実験を行い、計 20 パターン、各ケース 5 回の実験を行った。なお実験結果は 5 回の実験のアンサンブル平均値を用いる。また障害物模型の有無による影響を比較するため、障害物模型を除いて計測用模型のみを設置した「1 棟のみ」の実験も行った。

### 3. 実験結果および考察

図 3 に単棟および縦間隔 3D×横間隔 1D, 2D および 3D 配置時の波力-時刻歴関係を示す。最大波力は大きい順に単棟、横間隔 3D, 1D, 2D となった。これは、前方障害物により津波先端部が後方計測用模型に直接衝突しなくなるためであり、計測模型の丁度前方に障害物がある横間隔 2D が最も波力が小さくなったと思われる。また前方の障害物模型が閉じている横間隔 1D の場合、津波は横へ逃げるように動くのに対し、前方が開いている横間隔 3D の場合、前方模型の間に波が侵入し、計測模型の前に波が滞留する。こうした波の流れの違いから最大波力に差が生じたと考えられる。各配置パターンと波の進行方向の模式図を図 4 に示す。

図 5 に単棟および横間隔 1D, 2D および 3D 配置時の計測模型右側側面の波圧-時刻歴関係を示す。模型右側側面の波圧は、波が滞留する影響が大きい横間隔 3D が最大であった。

これらの結果から前方に障害物ある場合の最大波力は、前方に障害物がない場合よりも小さくなるが、最大波力は配置パターンによって異なることが確認された。

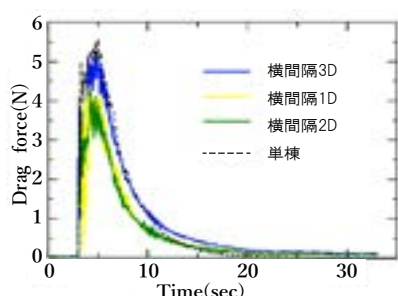


図 3 単棟および縦間隔 3D, 各横配置の波力-時刻歴関係

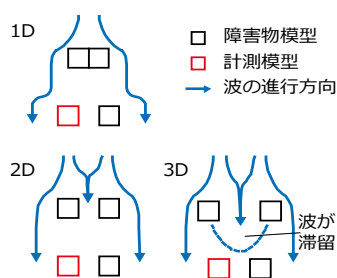


図 4 各配置パターンと波の進行方向模式図

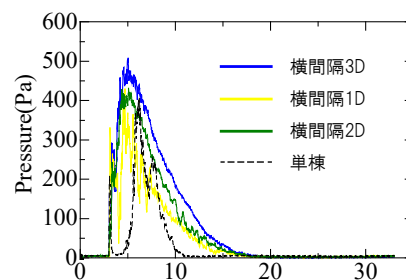


図 5 単棟および縦間隔 3D, 各横配置の計測模型右側側面の波圧-時刻歴関係

### 4. まとめ

前方や側方に複数の障害物を有する構造物に作用する津波力の影響を検討する事を目的に、4 棟配置された津波水理実験を行った。実験の結果、前後間隔および横間隔の様々な配置パターンによって、最大波力が変化することが分かった。

[参考文献]

[1] 日本建築学会:建築物荷重指針・同解説書(2015), 2015

[2] 小幡昭彦, 寺本尚史, 西田哲也:二棟配置された矩形構造物に作用する津波力に関する検討, 日本建築学会技術報告集, 第 2 巻, 第 70 号, pp. 1131-1136, 2022

# 消波ブロックを考慮した自由表面流れ解析\*

八戸工業大学 古里 春花

日本工営株式会社 野島 和也

八戸工業大学 尾崎 壮一

八戸工業大学 高瀬 慎介

## 1. はじめに

津波や高潮時における港湾構造物への波の影響を軽減するために、消波ブロックが設置されている。これらの消波ブロックを対象とした自由表面流れを考慮した解析は数多く行われているが、それらの多くは、消波ブロックを多孔質体とモデル化して解析が行われている。しかし、詳細な自由表面流れを考慮した解析を行うには、消波ブロックを直接モデル化した解析を行う必要がある。

そこで本研究では、消波ブロック単体を CAD によりモデル化し、個別要素法を用いて消波ブロック群の配置を計算する。その後、配置を考慮したメッシュを作成し、自由表面流れ解析を行い、本モデル化の有効性について検討を行った。

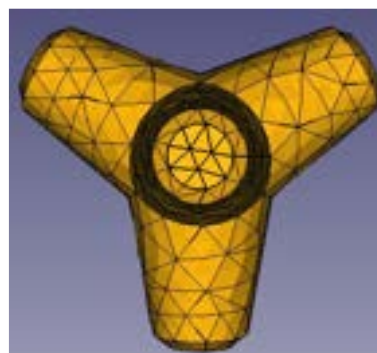
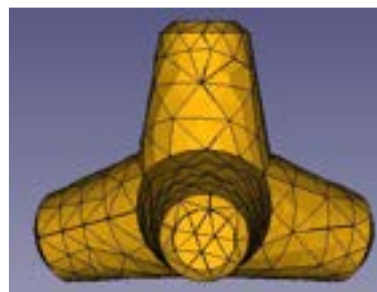
## 2. 研究手順概要

### (1)消波ブロックモデル化

消波ブロックのモデル化には FreeCAD を用いた。寸法については株式会社不動テトラ<sup>1)</sup>の 2t 型テトラポッドを 1/25 に縮小した寸法を参照し、個別要素法を用いるため表面にメッシュを作成した。図一1 にモデル化した消波ブロックを示す。

### (2)消波ブロック群の設置

シミュレーションによる消波ブロックの初期配置を図一2 に示す。208 個の消波ブロックを用いて 1 列あたり 8 個ずつ、下段から 6, 5, 4, 3, 3, 2, 2, 1 列のおおむねピラミッド型に配置している。また、下から 2, 4, 5, 8 段目については、消波ブロックを 180 度回転させて配置した。以上の初期条件から実際に消波ブロックを自重に従って落としていく。最終的な状態が図一3 である。条件としては、最下段を固定し、その他は剛体運動をする設定にした。



図一1 モデル化した消波ブロック

\* Free surface flow analysis considering wave-dissipating blocks by Haruka Furusato, Kazuya Nojima, Soichi Ozaki, Shinsuke Takase

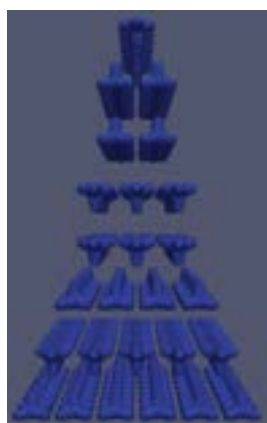
### (3)自由表面流れ解析

初期条件として、水路と消波ブロック群に作成するメッシュは消波ブロックが配置されている水路下部は 0.01m, 上部は 0.5m の大きさとした。また、解析条件は、水深  $h=0.25\text{m}$ , 周期  $T=2\text{s}$ , 波高  $H=0.2\text{m}$  で行った。なお、解析は openFOAM<sup>2)</sup> を用いて行った。

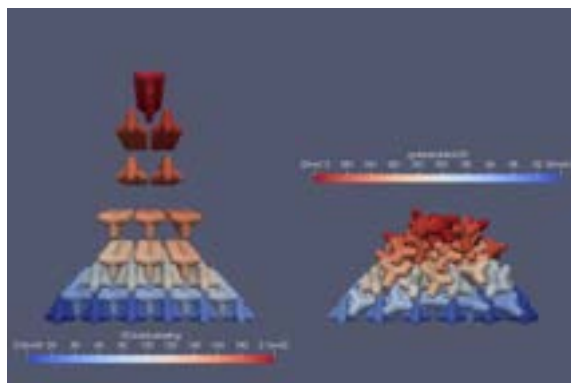
### 3. 解析結果

自由表面流れについて解析した結果を図一4 に示す。結果としては、消波ブロックに作用した波は減衰し、波高が低下する様子が見られた。

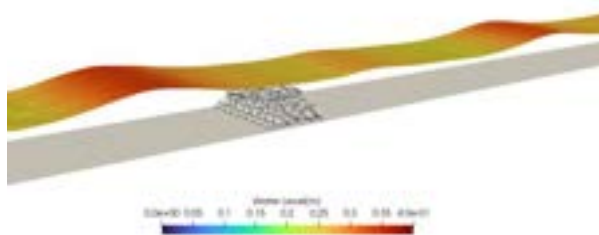
他ケースも解析予定であるが、現在解析中である。解析した結果などの詳細は講演中に示す。



図一2 消波ブロック設置のための初期配置



図一3 設置した消波ブロック



図一4 解析結果  
(水深  $h=0.25\text{m}$ , 周期  $T=2\text{s}$ , 波高  $H=0.2\text{m}$ )

#### 参考文献

1) 株式会社不動テトラ テトラポッドの形状図・寸法表

[https://www.fudotetra.co.jp/wp-content/uploads/2019/04/tetrapod\\_fig03.pdf](https://www.fudotetra.co.jp/wp-content/uploads/2019/04/tetrapod_fig03.pdf)

2) 立花郁巳ら 津波遡上による構造物にかかる流体力に関する基礎的検討 計算工学講演会論文集日本計算工学会 28 編 1460-1462, 2023-05

# 河川堤防の決壊に及ぼす河道特性の影響の検討\*

日本大学大学院工学研究科 折笠 聡哉

日本大学大学院工学研究科 梅田 信

## 1. はじめに

近年、気候変動の影響による豪雨災害の激甚化が問題となっている。令和元年台風第 19 号では、10 月 10 日から 13 日にかけて記録的な大雨となり、関東、北陸、東北地方の広い範囲で堤防の決壊や河川の氾濫が相次いだほか、土砂災害や浸水害が発生した。

堤防決壊に関する既往研究のうち、島田ら<sup>1)</sup>は破堤拡幅現象について背水区間、川幅、Fr 数、河床勾配が影響することを数値解析により示しているが、実河川において堤防が決壊した場合、どのような破堤拡幅過程を示すかまで明確に示すには至っていない。

本研究では、令和元年台風第 19 号での決壊地点を対象に、破堤幅の拡幅現象に影響を与える河道特性として、川幅・勾配・曲率の 3 点に着目して解析を行った。

## 2. 研究方法

決壊地点の被害の大きさを示す要素の一つである破堤幅について、国土交通省や各県で公開されている情報から整理を行った。取得した情報は、国管理の 14 ヶ所、福島県の 49 ヶ所、埼玉県 2 ヶ所、新潟県の 2 ヶ所である。宮城県、茨城県、栃木県、長野県については、各県のホームページに掲載がなく情報が取得できなかった。

破堤幅の拡幅現象に影響を与える河道特性の要素として、川幅、河川の縦断勾配、河道の曲率について検討した。川幅は Google Earth に掲載のある衛星写真から測定した。堤防の決壊箇所において、堤防の天端間の距離を測定し、洪水時の川幅とした。これは、堤防が決壊した時の水位状況を想定したものである。

河道形状については、国土数値情報から入手した河川ラインデータを GIS ソフトで処理し、解析を行った。本川の場合は河口を、支川の場合は合流点（下流端）を始点とし、流路に沿って水平方向 100m 間隔に地点を設定し、それぞれに基盤地図情報による 10m メッシュの数値標高モデル (DEM) を付与して河道標高を求めた。しかし、河川ラインデータに示される河道は、堤外地を通っているものの、高水敷に地点があたる場合などがあり、横断面内の最深部に対して数 m 程度高い標高が示される箇所や区間があった。そこで、上下流それぞれ 1km の移動平均により平滑化して標高データとして用いた。

このようなデータに対して、河床勾配と河道曲率を算出した。河床勾配は、対象地点の上下 100m の地点の標高を中央差分して、各地点の勾配とした。ただし、上記に記したような理由で上り勾配と算出された区間については除外した。河道の曲率  $\kappa$  は、河床勾配と同様に、前後の点列座標を用いて、

---

\* Influence of river channel characteristics on river levee breaches by Toshiya Orikasa, Makoto Umeda



$$k = \frac{\dot{x}\dot{y} - \dot{y}\dot{x}}{[\dot{x}^2 + \dot{y}^2]^{\frac{3}{2}}} \quad (1)$$

のような関係により、差分的に求めた。

### 3. 結果

河道特性と決壊の大きさに何らかの関係がありうると予想される。そこで、各決壊地点における川幅と破堤幅の関係を調べた。両者をプロットしたものを図-1に示す。川幅には洪水時の河道全幅を考えた。破堤幅と川幅に関しては、建設省土木研究所が整理した事例に基づく経験式<sup>2)</sup>がある。川幅を  $B$ 、決壊延長を  $L$  としたとき、

$$L = 2.0(\log B)^{3.8} + 77 \quad (1)$$

で示されている。図-1にはこの線もプロットした。図より、経験式は真ん中付近を通っていると言えそうである。しかし、本研究で得られたデータから、川幅と破堤幅の相関を調べたところ、決定係数が 0.1 未満とほぼ無相関であることがわかった。

勾配と破堤幅の関係を調べた結果を図-2に示す。図より、ほとんどの決壊地点の勾配が 1000 分の 1 以上であることがわかるが、破堤幅の大小に寄与した可能性は低いと言える。

曲率半径と破堤幅の関係を調べた結果を図-3に示す。曲率半径は曲率の逆数であるため、値が小さいほど曲がり具合がきつくなる。図に引いた近似曲線は右下がりになったため、曲がり具合がきついほど破堤幅が大きくなっているが、相関を示す決定係数は 0.01 未満であるため、はっきりとした相関は見られなかった。

### 4. まとめ

本研究では、令和元年台風第 19 号の堤防決壊における破堤幅の拡幅現象に影響を与えうる河道特性として、洪水時の川幅、河床勾配、流路の曲率の 3 項目について検討した。その結果、川幅、勾配、曲率のいずれもその値が大きくなるほど破堤幅が広がるが、相関が非常に弱いまたはほとんどなかった。

### 参考文献

- 1) 島田友典・渡邊康玄・深澤アダム翔・前田俊一・横山洋：背水影響が堤防決壊拡幅現象に与える影響，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.75，No.2，I\_1405-I\_1410，2019。
- 2) 建設省土木研究所，氾濫シミュレーション・マニュアル（案），土木研究所資料第 3400 号，1996。

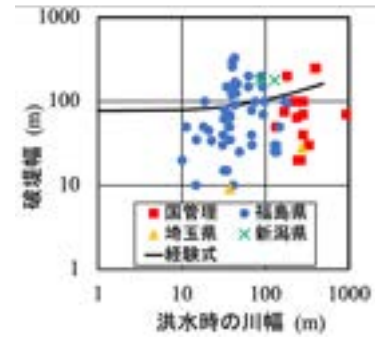


図-1 川幅と破堤幅の関係

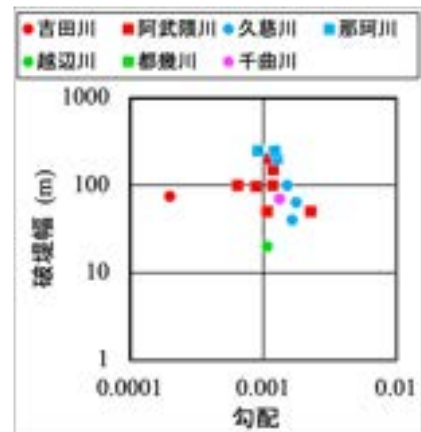


図-2 勾配と破堤幅の関係

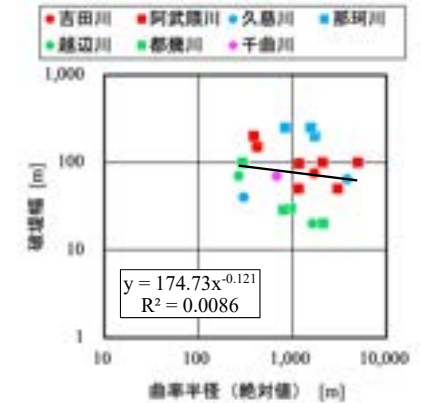


図-3 曲率と破堤幅の関係

# 令和5年7月豪雨時の馬場目川における洪水について\*

秋田大学工学部	秋葉海志
秋田大学大学院理工学研究科	自見寿孝
秋田大学大学院理工学研究科	齋藤憲寿
秋田大学大学院理工学研究科	渡辺一也

## 1. はじめに

秋田県では記録的な大雨による洪水の影響で馬場目川が氾濫しており<sup>1)</sup>、住宅に被害が及んでいる。河川の断面図の変化や河床変動の年による変化を調査し、洪水と比較しながら関係性を明らかにしていく。断面図の変化と洪水の関係性の調査は河川管理・水害対策において重要な課題である。そこで、断面図と水位、流量データなどを収集することで洪水前後の断面図の変化を調査する。

## 2. 研究方法

図1は馬場目川と水位局である久保観測所であり、図中の白線が測量地点を表しており、赤い矢印は流れを表している。上流側から測線1、測線2、測線3と定義した。その白線に沿って測量したデータに基づいて、断面図を作成した。2020年～2023年における水位のデータと比較し、洪水前後における河床変動との関係性について検討した。なお、2020年～2022年の断面図のデータは光波測量によるデータであり、2023年の断面図はGNSS-RTK測量を使用した。

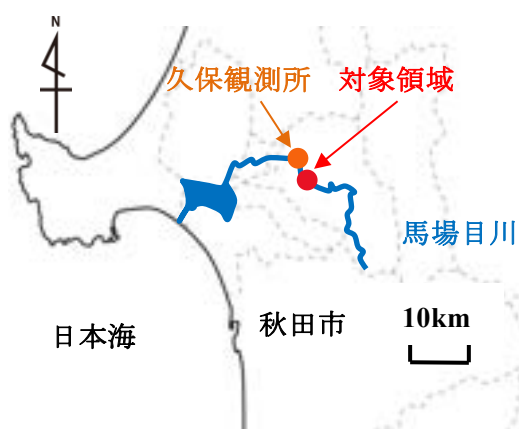


図1 対象領域



図2 馬場目川航空写真(2023年10月19日撮影)

## 3. 結果

図3は2021年から2023年にかけての水位の変動であり、赤線は測量時期を表している。図4、図5、図6は2020年～2023年の断面図を重ねた。図4が測線1、図5が測線2、図6は測線3という様になっている。横軸の目盛りは左岸からの水平距離を表しており、縦軸の目盛りが左岸に対する標高差となっている。図3の水位を見てみると、2022年、2023年の7月の水位の値が著しく高くなっていた。図4、図5、図6の断面図を見ると、毎年少しずつ変化していた。

\* Damage caused by the Flood generated to Heavy Rain at Akita in July 2023 by Kaishi AKIBA, Yoshitaka JIKEN, Noritoshi SAITO and Kazuya WATANABE

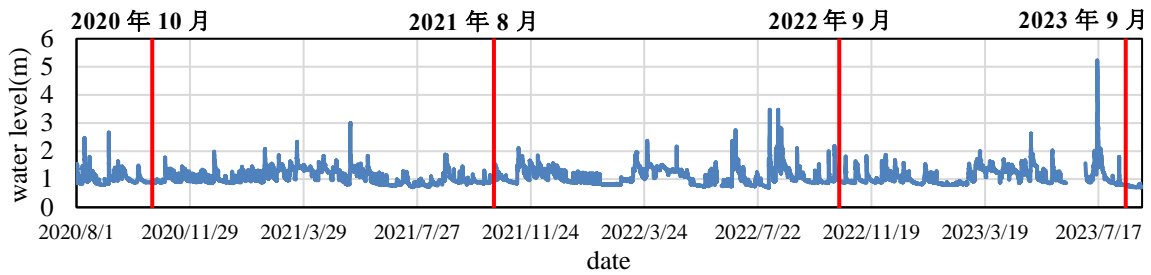


図3 2020年～2023年の水位

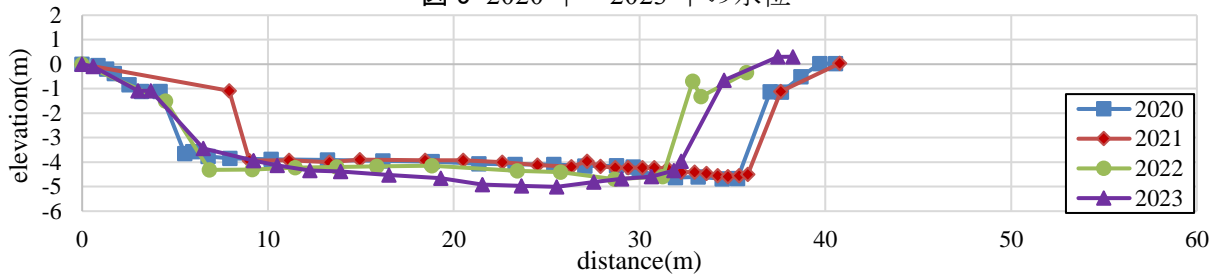


図4 測線1の断面図

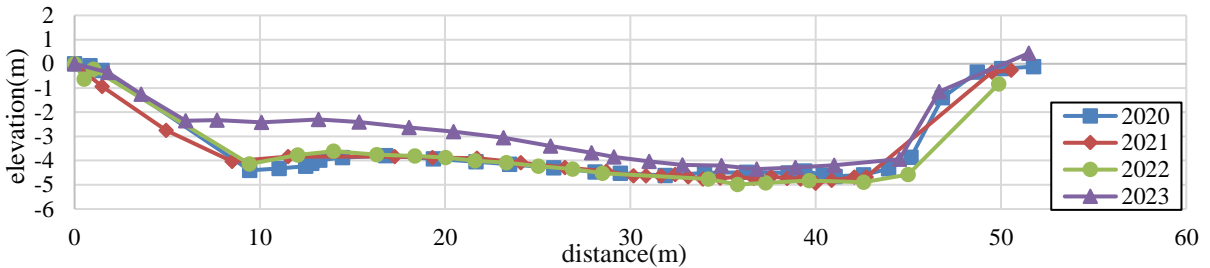


図5 測線2の断面図

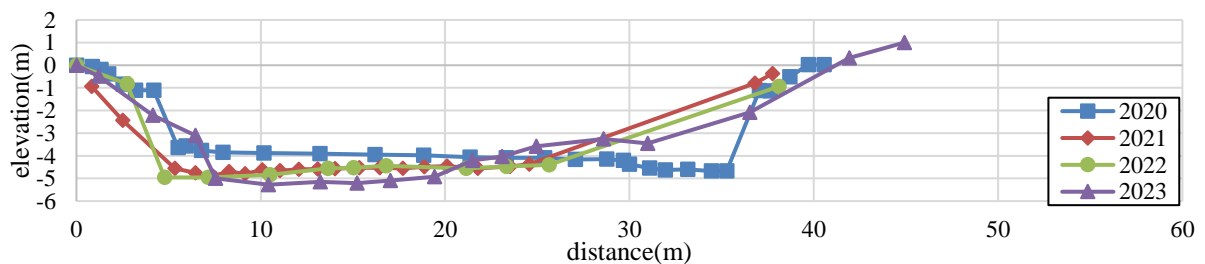


図6 測線3の断面図

#### 4. おわりに

本研究では2020年から2023年の馬場目川について調査した。その結果、2023年の堆積、洗堀の量が大きかった。これは2023年の洪水が特に大きくその洪水によって河川の流速・流量が大きくなり、大量の土砂が運ばれてきたことが原因であると考えられる。

#### 謝辞

本研究を行うにあたり科学研究費補助金（20H00256、代表：風間 聡）の助成を受けた。ここに記し、謝意を表す。

#### 参考文献

- 1)秋田県総務部総合防災課：秋田県防災ポータルサイト<[https://www.bousai-akita.jp/pages/?article\\_id=71](https://www.bousai-akita.jp/pages/?article_id=71)>，（2023年11月18日アクセス）

# 2023年7月秋田豪雨による秋田市中心市街地の氾濫について\*

中央大学研究開発機構 松富英夫  
岡山理科大学理学部 鎌滝孝信  
日本工営（株） 今野史子

## 1. はじめに

秋田県では2023年7月14日～16日の記録的な停滞前線性豪雨により県内各地で外水や内水の氾濫が発生した。

豪雨時の氾濫には大なり小なり内水が関与する。したがって、豪雨時の氾濫は(1)主に外水氾濫、(2)外水氾濫+内水氾濫、(3)主に内水氾濫の3ケースに大別されよう。

雄物川の一次支川旭川と二次支川太平川、羽越本線、奥羽本線に囲まれた地域（図-1）の南半分の秋田市中心市街地で発生した今回の氾濫はケース(3)、太平川と奥羽本線に挟まれた秋田駅東側地域の今回の氾濫はケース(2)に相当しよう。ただし、貢献度は不明であるが、明田地下道を通じた秋田駅東地域の氾濫水（後述）が中心市街地の氾濫に関与している。

著者らは津波波力評価や歴史津波規模評価の高度化を目指し、水理実験や現地調査を通して、氾濫水密度 $\rho$ の検討を行ってきた。氾濫水密度は、相対的であるが、ケース(1)では高く、ケース(3)では低く、ケース(2)では前二者の間と予想される。

著者らは、(1)氾濫状況の実態把握、(2)氾濫ケース毎の氾濫水密度の把握、(3)外水氾濫による土砂堆積状況の把握を目的に今回豪雨による氾濫の現地調査を実施した。目的(3)は津波氾濫と洪水氾濫による土砂堆積状況の違いを解明するためである。この解明は歴史津波規模評価の高度化に役立つことになる。

本研究は現段階での目的(1)の成果報告を目的とする。

## 2. 現地調査

目的(1)における現地調査地域は水収支を検討し易いと考えた旭川、太平川、羽越本線、奥羽本線に囲まれた地域の南半分（以下、中心市街地）を中心とした。この秋田市中心市街地と明田地下道の東口近傍の氾濫域における現地調査は2023年7月29日～10月4日にかけて行った。調査時の天気は晴れや曇りである。

現地調査項目は氾濫域内の各調査地点（図-2中の●）における最大の氾濫浸水痕跡位と氾濫浸水深 $h$ （調査地点の地面からでない場合あり）である。したがって、水面勾配や氾濫流向、流速などの推定が可能である。調査地点は氾濫域内で偏りがないように心がけた。氾濫浸水痕跡は家屋でのものが主で、その位置特定は現地撮影写



図-1 現地調査地域（Google Earthに加筆）

真とGoogle Earthで行った。選定した氾濫浸水痕跡は瞬時的に堰上がったものでないことを断っておく。

測量は自動レベルと標尺を用いて行った。

## 3. 結果と考察

図-2に氾濫浸水痕跡位置（●）と測器の移器点位置（●）を示す。図中の黄色数値は最大氾濫浸水痕跡位、白数値は移器点の地面高である。基準はT.P.である。明田地下道の東西両口近傍における痕跡位に0.4 m程度の差が認められる。この差は明田地下道を通して中心市街地へ氾濫水が流入したことを示す。中心市街地への水供給は降水と明田地下道からの流入水だけではない。影響範囲は限定的であるが、太平川からの外水もある。また、痕跡位等位線が明田地下道の西口からほぼ同心半円状に広がっていることが判る。これは中心市街地の氾濫に明田地下道からの流入水が無視できないことを示している。

中心市街地の地形とそこでの推定氾濫流向（⇒）を図-3に示す。図中には古地図（出羽国秋田郡久保田城画図）

\* On inundation in the central district of Akita city caused by the Akita torrential rainfall in July, 2023 by Hideo MATSUTOMI, Takanobu KAMATAKI and Fumiko KONNO

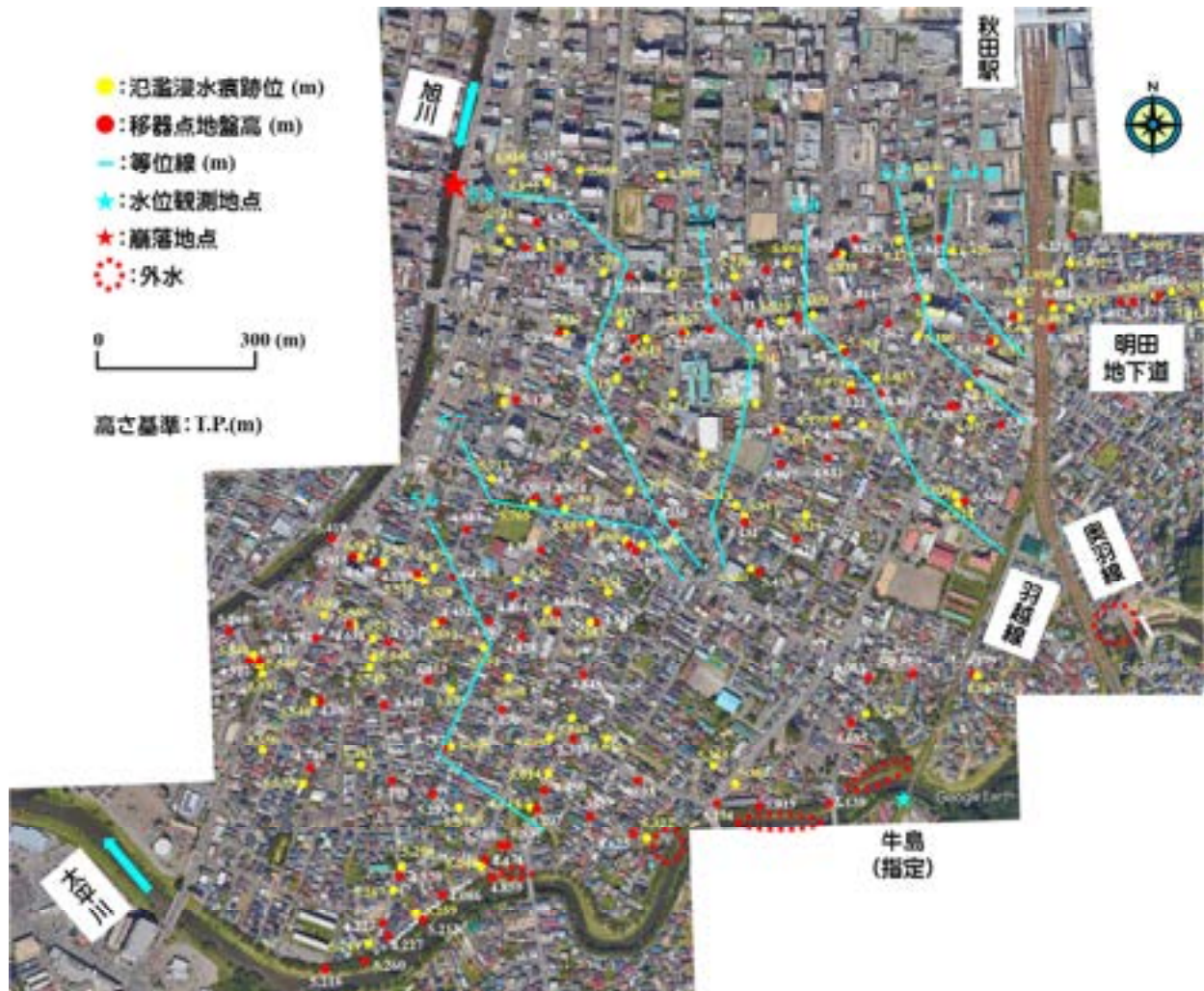


図-2 現地調査地域における氾濫浸水痕跡位に関する調査結果 (Google Earthに加筆)

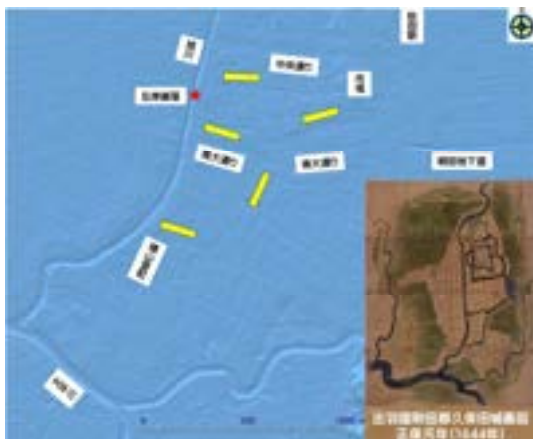


図-3 調査地域での地形と氾濫流向(国土地理院データに加筆)

を加筆している。秋田駅前から南大通りや檜山登町にかけて低地の連なりが認められる。この低地の連なりは現在は道路であり、昔はみず道であった。氾濫流はこのみず道に沿っているように判断される。

#### 4. 主な結果

- (1)秋田市中心市街地における内水氾濫規模は秋田市が公表している150 mm/h (1000年に1度程度) の想定降水による内水氾濫規模を超えている。その根拠は秋田市の想定氾濫における浸水深に比べて実測浸水深が深いこと (中央通りの一部など、浅いところも認められる)、秋田市の想定氾濫において氾濫水が河川 (旭川) へ戻る場所以外でも河川への戻りが確認されたことである。
- (2)中心市街地における氾濫は明田地下道から流入した氾濫水の影響を受けている。その根拠は明田地下道の東西両口近傍における最大氾濫浸水痕跡位に有意な差があり、東口側が0.4 m程度高いこと、西口を原点に最大氾濫浸水痕跡位の等位線が地形や街並みの影響を受け、低くなりながらほぼ同心半円状に広がっていることである。
- (3)秋田市檜山登町地区の最大氾濫浸水痕跡位時、旭川中島水位観測所 (指定) の最大水位時と秋田港の満潮位時はほぼ同じ16日02:00~03:00であり、潮汐が檜山登町地区の氾濫に少なからず影響を及ぼしたと考えられる。

# 2023 年秋田県豪雨における馬場目川の河床変動特性\*

秋田大学大学院理工学研究科 自見寿孝・齋藤憲寿・渡辺一也

## 1. はじめに

全国で台風などの大雨に伴い、河川流量が増加することで洪水被害が多発している。秋田県においては 2023 年 7 月 14 日から 16 日にかけて広い範囲で大雨となり、白神山地や太平山地付近を中心に、激しい雨や非常に激しい雨となった所があった<sup>1)</sup>。総降水量は、多い所で 400 ミリを超え、解析雨量では局地的に約 500 ミリとなるなど記録的な大雨となり、秋田市、五城目町などで河川が氾濫し、床上・床下浸水が発生した。秋田県の五城目町に流れる馬場目川は、2 年連続で大雨による洪水が発生しており、今年の大雨では中流域などで氾濫が発生した。

本研究では、馬場目川の中流域を対象とし、砂州上における土砂を採取し、粒度分析から 2023 年に発生した洪水の影響による河床変動特性について検討した。

## 2. 研究方法

馬場目川は流域面積 910.5 m<sup>2</sup>、幹川流路延長 47.5 km の秋田県内最大の二級河川である。図 1 に対象領域である秋田県五城目町平の下地区に位置する河川湾曲部後の左岸の砂州を示す。図中の St.1, 2, 3 を横断方向、St.4, 2, 5, 6 を縦断方向とし、土砂の採取を行った。対象領域から 4 km 下流にある久保観測所氾濫危険水位は 3.4 m であるが、2023 年 7/15 から 7/16 にかけて氾濫危険水位を超える 5 m 超えの水位を確認された。その結果、対象地域では氾濫が発生した。

ここでは図中における St.1~St.6 において表層、深さ 30 cm, 50 cm, 70 cm の土砂を採取した。土砂は各 6000 g 採取し、JIS A1204<sup>2)</sup>に則りふるい分け試験を行った。

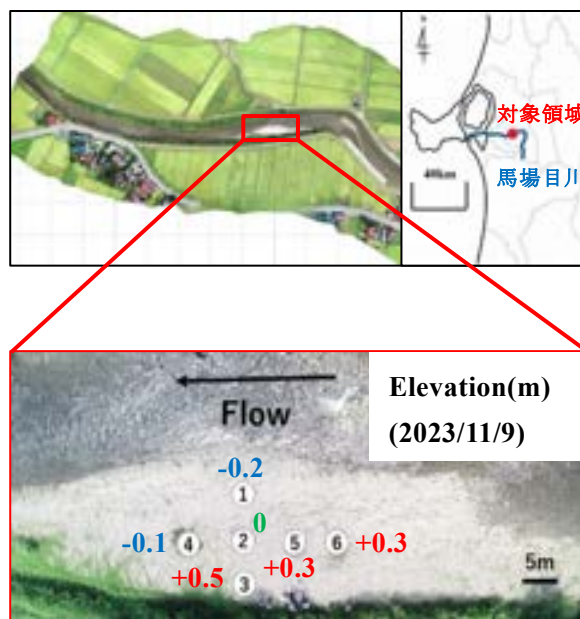


図 1 対象領域および土砂採取場所の詳細

## 3. 結果

土砂分析結果の代表として図 2 に 2020 年から 2023 年の久保観測所の水位データと St.2 の表層における中央粒径 D50 を示す。また、(A)~(D)は横断測量日を示している。これを見ると、2022 年の 8 月や 2023 年の 7 月の洪水など、氾濫危険水位 3.4 m と同様またはそれを超えるような大規模な洪水のケースは深さに関わらず洪水後 D50 が小さくなることが分かった。また、氾濫危険水位を下回る小規模な洪水のケースは、洪水後 D50 の変化が大規模洪水のケースより

\*Characteristics of the riverbed fluctuation of the Babamegawa River during the 2023 heavy rains in Akita Prefecture by Yoshitaka JIKEN, Noritoshi SAITO and Kazuya WATANABE

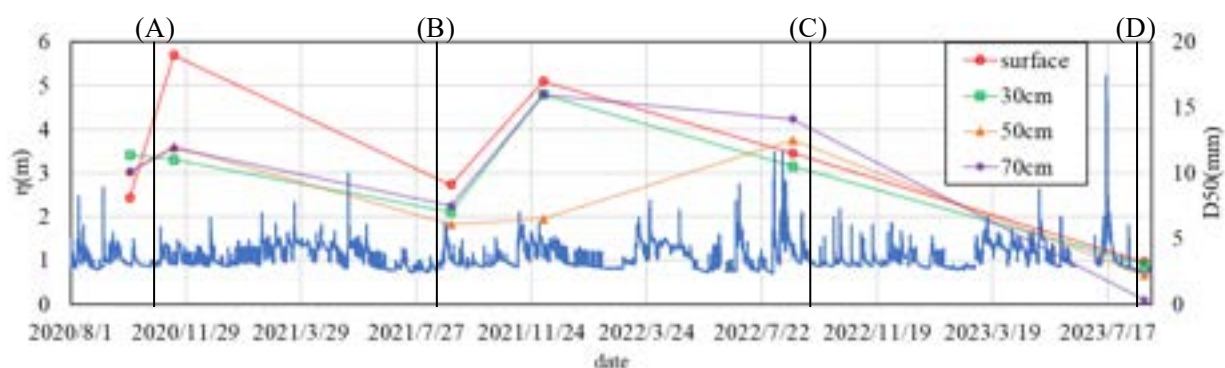


図2 St.2における水位とD50の時系列的関係

も大きくなったことが分かった。

図3に対象砂州上における洪水後の横断面図と、土砂採取範囲を示す。これを見ると2023年と2020年から2022年を比較すると、土砂を採取した時の標高が異なっていることが分かった。2023年の秋田県豪雨では、3年間で特に大規模な洪水であったため、昨年と比較して最大約2mの標高差があった。ここで、2023年は、洪水後粒径の小さい土砂を多く占める土砂が堆積し、その影響でD50が小さくなったと考えられる。

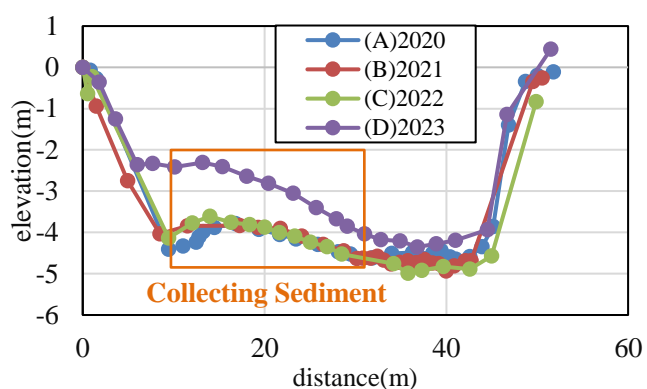


図3 対象砂州における横断面図

#### 4. おわりに

本研究では、馬場目川の中流域を対象とし、砂州上における土砂を採取し、粒度分析から洪水の影響による河床変動特性について検討した。その結果、大規模な洪水のケースは深さに関わらず洪水後D50が小さくなることが分かった。また、氾濫危険水位を下回る小規模な洪水のケースは、洪水後D50の変化が大規模洪水のケースよりも大きくなったことが分かった。また洪水後に堆積が見られるケースは、粒径の小さい土砂を多く含むため、D50が小さくなったと考えられる。

#### 謝辞

本研究を行うにあたり科学研究費補助金(20H00256, 代表: 風間 聡)の助成を受けた。ここに記し、謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 秋田地方気象台: 秋田県災害時気象資料<[https://www.data.jma.go.jp/stats/data/bosai/report/2023/20230808/pdf/2023\\_2\\_akita\\_1.pdf](https://www.data.jma.go.jp/stats/data/bosai/report/2023/20230808/pdf/2023_2_akita_1.pdf)> (2022/11/3 閲覧)
- 2) 日本産業規格 JIS A1204:2020: 土の粒度試験方法<<https://kikakurui.com/a1/A1204-2020-01.html>>(2023/11/1 閲覧)

# 柔軟性を有する植生および流木が洪水流に与える影響について\*

秋田大学理工学部 坂入海帆

秋田大学大学院理工学研究科 自見寿孝・齋藤憲寿・渡辺一也

## 1. はじめに

近年、大雨や融雪に伴い河川の流量が増加している。これにより堤防の侵食や決壊が起こり、越水が増えている。特に上流部からの流木は、河道周辺に大きな影響を及ぼすため、河道内の整備の重要性が高まっている。さらに、河道に分布している植生は、流水抵抗の働きを持ち、洪水時の水位上昇を促進する<sup>1)</sup>要因となっている。この背景を踏まえ、本研究の目的は、水理実験を通じて、植生と流木が相互作用する際の流木の挙動や水位上昇に関する詳細な検討を行う。また、既往研究では植生モデル材質を剛体で用いた<sup>2)</sup>が本実験では柔軟な植生モデルを用いて実験を行う。

## 2. 研究対象

本研究のコンセプトとして、2022年8月に発生した記録的大雨により氾濫した五城目町や内川川、富津内川のような中小河川を対象にする。馬場目川圏域河川整備計画より馬場目川圏域中流部である富津内川合流点の川幅は30~50 m、勾配は1/300である。したがって、本研究では川幅30 mの河川を想定し、縮尺を1/100として実験を行う。

## 3. 実験方法

実験で用いる矩形水路は、実験水路幅0.3 m、長さ15 m、勾配1/300である。植生モデルの材質は、底面に針葉樹の木材を用いた。植生を模擬するために竹ひごを用いた。径1.5 mmの植生モデルを図1に示す。実験条件は、流量30 m<sup>3</sup>/h（洪水時）、流木長200 mm、最大流木数40本、流木は植生モデルと距離をおかずに投下した。径1 mm、1.5 mm、1.8 mm、3.0 mm、4.0 mmで実験を行った。

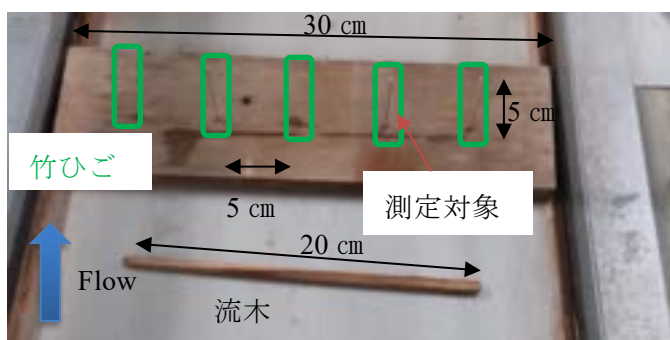


図1 植生（径1.5 mm）および流木モデル

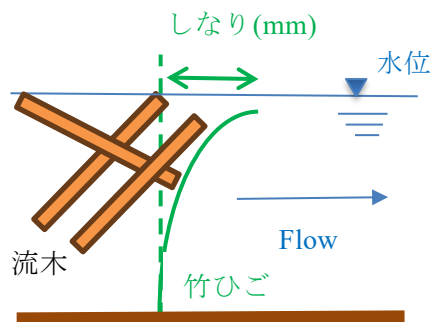


図2 実験方法

## 4. 結果

実験結果を図3に示す。流木本数0とは流量のみの場合を示す。実験結果から流木堆積数10

\* The impact of vegetation and driftwood with flexibility on flood flows by Kaiho SAKAIRI, Yoshitaka JIKEN, Noritoshi SAITO and Kazuya WATANABE



本で径 1.0 mm の側面図を図 4 に、流木堆積数 40 本で径 1.5 mm の側面図を図 5 に、流木堆積数 40 本で径 1.5 mm の側面図を図 6 に示す。図 3 のグラフより、最も細い径 1.0 mm では、流木数が増えるにつれてしなりが急激に増加した。これに対し、径 3.0 mm と 4.0 mm では流木数を増やしてもしならなかった。径 1.5 mm と 1.8 mm では、しなりの増加が緩やかであった。また、径が小さいほどしなり、流木本数が多いほどしなることがわかった。

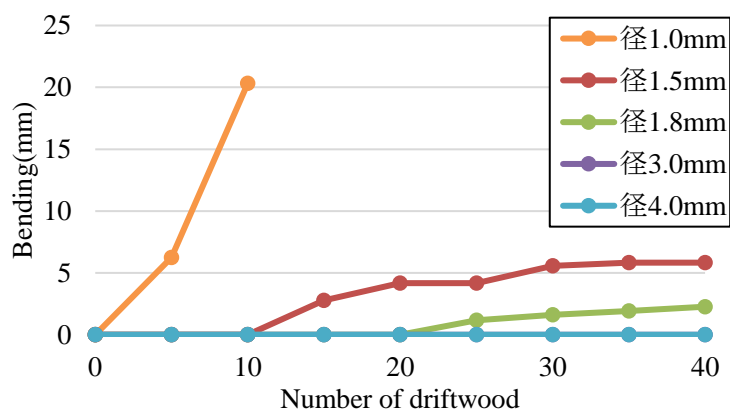


図 3 しなりと流木本数の関係

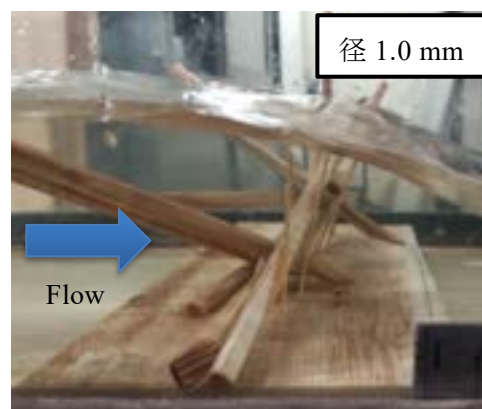


図 4 径 1.0 mm (堆積本数 10 本)

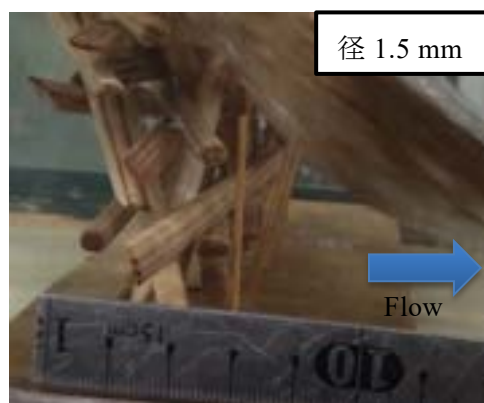


図 5 径 1.5 mm (堆積本数 40 本)

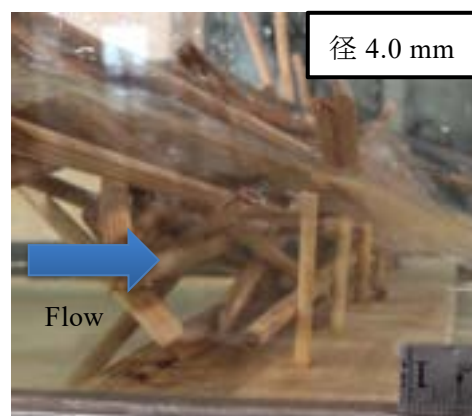


図 6 径 4.0 mm (堆積本数 40 本)

## 謝辞

本研究を行うにあたり科学研究費補助金 (20H00256, 代表: 風間 聡) の助成を受けた。ここに記し、謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 吉田圭介, 前野詩朗, 藤田駿佑, 松山悟, 岩城智大, 平井康隆: 旭川における植生分布の経年変化を考慮した洪水流の数値解析, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.71, No.4, I\_1039-I\_1044, 2015.
- 2) 大森蒼士, 自見寿孝, 齋藤憲寿, 渡辺一也: 植生及び流木が洪水流に与える影響について, 東北地域災害科学研究, 第 59 巻, pp 63-68, 2023.

<第2会場 共通224室>

— 第3部 (7題) —

司会：奥村 誠 先生

12月27日(水) 13:00~14:45

# 洪水浸水想定区域における避難関連施設の分布に関する研究\*

日本大学大学院工学研究科 橋本 直樹

日本大学大学院工学研究科 梅田 信

## 1. はじめに

近年、台風や大雨により河川での大規模な洪水災害が発生している。特に令和元年台風第19号では、広い範囲で河川の氾濫が相次いだほか、全壊3,273棟、半壊・一部損壊が63,743棟、浸水が29,556棟の極めて甚大な被害が広範囲で発生した。今後さらに、大雨や短時間強雨の発生頻度や降水量の増大などが予測されており、大規模な水災害が発生することが考えられる。

避難に関する既往研究のうち、牛山ら<sup>1)</sup>は、平成30年7月豪雨災害で、9割以上が地形的に洪水の可能性のある低地で発生し、これは近年の風水害と同傾向であると明らかにした。

本研究では、国土交通省が推計し公開している洪水浸水想定区域の情報のうち、福島県内を流れる1級水系と2級水系の浸水想定区域を対象に、氾濫時の浸水深、避難所・避難場所の位置、避難関連施設施設の分布を特定することを目的とする。

## 2. 研究方法

洪水浸水想定区域は、福島県内を対象として、国土交通省が公開している国土数値情報から収集した。浸水想定には、計画規模の洪水を対象としたものと、想定しうる最大規模の降雨を対象とした予測がある。本研究では、被害規模が非常に大きくなることから、危機管理としてはより重要であると考えられる想定最大規模を対象とした。

洪水時の避難に関わる施設を、各対象河川の流域内で抽出した。対象は、次の2通りに区分して考えた。まず、避難を優先的に考慮すべき住民が集まっていると考えられ、避難元となる場所を挙げた。これらは、教育施設、医療機関（病院）および福祉施設である。次に、流域住民の避難先となりうる場所である、避難場所および避難所である。これらは、指定緊急避難場所、指定避難所および指定福祉避難所に区分して情報を収集した。ただし、避難場所や避難所が、前者の避難元（教育施設や福祉施設）と重複している可能性が高いということに留意しておく必要がある。これらの情報は福島県のホームページから収集した。

収集した情報は、地理情報システムソフト（QGIS）を用いて、整理、解析を行った。GISソフト上で、対象河川の浸水域と、福島県内全体の避難所・避難場所を入力し、浸水範囲内の存在状況を分析した。浸水域のデータには、浸水深のデータも含まれていることから、各避難所・避難場所における想定浸水深も求めた。

## 3. 結果

対象河川水系について、浸水深別の避難所・避難場所の数を算出した結果を、表-1に示す。

---

\*Distribution of evacuation-related facilities in expected flooding areas by Naoki hashimoto

また件数に加えて、浸水域内にある避難所・避難場所での割合 (%) も示す (表-2)。このうち、0.5m という浸水深は、建物に対しては床上と床下の境目に概ねなることから、0.5m 以上の浸水深となった場合には避難所の利用可能性にも影響が大きいと考えられる。一方、緊急避難場所については、避難したときに多少でも浸水があると、それ以上に浸水が大きくなる危険性が想像されるなど、避難場所としての利用を諦めざるを得ないため浸水深ゼロが利用条件となりうると考えられる。

避難関連施設の中で最も多かったのは、0.5m 以上 3.0m 未満であった。0.5m 以上はハザードマップ上でも、床上浸水と判断されることが多く、対象流域内の総数に対する割合で 8 割近くの避難関連施設が危険に晒されていることが分かった。

本来、安全であるはずの指定緊急避難場所や指定避難所、指定福祉避難所ですら同じく 0.5m 以上 3.0m 未満が多く、対象流域内の総数に対する割合を見ても、4 から 5 割が占めていた。10.0m 以上 20.0m 未満の浸水箇所には避難施設や教育施設が含まれており危険箇所の把握ができた。

#### 4. まとめ

本研究では、洪水浸水想定区域の情報のうち、福島県内の浸水想定区域を対象に、氾濫時の浸水深、避難所・避難場所の位置、避難関連施設の分布を調査した。その結果、0.5m 以上 3.0m 未満の浸水箇所に避難関連施設が多く集まっていることがわかった。また、県内の総数に対する割合で、教育施設、福祉施設、医療機関の 1 割から 2 割が浸水範囲内に位置していることが分かった。

#### 参考文献

- 1) 牛山素行・本間基寛・横幕早季・杉村晃一：平成 30 年 7 月豪雨災害による人的被害の特徴,自然災害科学,38 巻 1 号,pp. 29-54,2019.
- 2) 秦康範・前田真孝:全国ならびに都道府県別の洪水浸水想定区域の人口の推移,18 巻 1 号,pp. 107-114,2020.

表-1 浸水深別の避難関連施設の数

浸水深	教育施設	福祉施設	医療機関	避難場所		避難所	
				指定緊急避難場所	指定避難所	指定福祉避難所	指定避難所
～0.5m	35	20	9	40	25	4	
0.5m～3.0m	83	45	10	62	48	7	
3.0m～5.0m	34	14	6	24	28	1	
5.0m～10.0m	27	12	4	26	13	1	
10.0m～20.0m	2	0	0	0	2	0	
流域内の総数	181	91	29	152	116	13	
福島県内の総数	1177	563	131	2466	2009	422	

表-2 避難関連施設の県内と流域内の割合

	浸水深	教育施設	福祉施設	医療機関	避難場所		避難所	
					指定緊急避難場所	指定避難場所	指定福祉避難所	指定避難所
県内の総数に対する割合(%)	～0.5m	2.97	3.55	6.87	1.62	1.24	0.95	
	0.5m～3.0m	7.05	7.99	7.63	2.51	2.39	1.66	
	3.0m～5.0m	2.89	2.49	4.58	0.97	1.39	0.24	
	5.0m～10.0m	2.29	2.13	3.05	1.05	0.85	0.24	
	10.0m～20.0m	0.17	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	
	全体(県内の総数)	15.38	16.16	22.14	6.16	5.77	3.08	
	浸水想定区域内の割合(%)	～0.5m	19.34	21.98	31.03	26.32	21.55	30.77
0.5m～3.0m	45.86	49.45	34.48	40.79	41.38	53.85		
3.0m～5.0m	18.78	15.38	20.69	15.79	24.14	7.69		
5.0m～10.0m	14.92	13.19	13.79	17.11	11.21	7.69		
10.0m～20.0m	1.10	0.00	0.00	0.00	1.72	0.00		

# 水害リスク情報に対する情報利用者の認識\*

静岡大学防災総合センター 牛山素行  
山梨大学地域防災・マネジメント研究センター 佐藤史弥  
山梨大学地域防災・マネジメント研究センター 秦 康範

## 1. はじめに

水害時に個人1人1人に対し行政機関が適切な行動を手取り足取り指南することは技術的に困難であり、各自が「自らの命は自らが守る」事が重要であることが、内閣府(2022)等でも強調されている。こうした判断を支えるためにハザードマップや防災気象情報などが積極的に整備されているが、ハザードマップで示された危険性が適切に読み取られていない懸念や(村越ら, 2020), 防災気象情報の意味が十分理解されていない可能性(牛山, 2014)などが指摘されている。筆者らはこうした問題意識から調査を行い、すでに秦ら(2023)として一部を発表している。本報では水害に関する基本的な言葉や概念に対する認識について報告する。

## 2. 調査手法

調査は、楽天インサイトに登録するネットモニターを対象に、2023年3月10日～13日に実施した。対象者は東京都、神奈川県、埼玉県に居住するモニター計684名である。調査対象は、3県ごとに性別、年代(20代、30代、40代、50代、60代、70代)で割付を行い、各性別・年代の回答者数が同数となるようにしている。

## 3. 結果

### (1)外水氾濫・内水氾濫の言葉について

「水害を発生させる氾濫には主に以下の2つがあります」と述べた上で、「それぞれの氾濫についてご存じですか」と尋ねた結果が図1である。外水氾濫について「内容を含めてよく知っている」「ある程度知っている」との回答は全回答の32.9%、内水氾濫は31.5%と少数派である。

「内容を含めてよく知っている」「ある程度知っている」と回答した人に対し、水害を発生させる氾濫の説明文を2つ挙げ、外水氾濫と内水氾濫のどちらにあてはまるかを尋ねた結果が図2である。「川の水位が上がり、川から水が宅地などに流れ出す現象」を外水氾濫と「正解」した回答者が全体の76.6%、「雨水が排水できなくなり、宅地などにあふれる現象」を内水氾濫と「正解」した回答者は同78.7%で、いずれも「正解」が多数派ではあるが、誤答や「わからない」が2割以上存在する。

### (2)水害の危険性がある場所に対する認識

ハザードマップに関して説明した文を挙げ、それらについて正しいと思うかを4件法で尋ねた。図は省略する。「川に沿った場所であっても、洪水の浸水想定区域でなければ、洪水災害が起こる可能性は低い」は正しいとは言えない説明文だが、「どちらかと言えば正しくない」「正

---

\*An analysis of understanding of users for flood disaster risk information by Motoyuki Ushiyama, Fumiya Sato and Yasunori Hada

しくない」の回答は全体で 58.6%と、半数強にとどまる。「川に沿った場所であっても、標高が 50m 以上であれば、洪水災害が起こる可能性は低い」も正しいとは言えない説明文だが、「どちらかと言えば正しくない」「正しくない」の回答は全体で 48.2%である。

#### 4. おわりに

「内水氾濫」「外水氾濫」の言葉を知っている人は 3 割程度で、知っていると思っても意味を適切に理解していない人も少なくない。「内水氾濫」はありふれた現象でそれ自体が破壊的な被害を生じやすいような現象ではないにも関わらず、水害時に被害をもたらした元凶であるかのように取り上げられることがある。「内水氾濫」という語が一般によく知られていないことが、未知の怖い現象であるかのような誤解を生んでいることも考えられる。水害の危険性がある場所に対する回答でも、河川関係者には常識的と思われる概念を適切に理解していない人が多数いる事が確認された。災害時、あるいはハザードマップ等を活用していく際には、ごく基本的なところから丁寧な説明をしていくことが重要ではなかろうか。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 18H03793 の助成を受けたものである。

#### 引用文献

- 内閣府：避難情報に関するガイドライン 令和 3 年 5 月(令和 4 年 6 月更新), 2022  
 村越真・満下健太・小山真人：自然災害リスクはハザードマップから適切に読み取れているか?, 地図, Vol.58, No.4, pp.1-16, 2020  
 牛山素行：大雨特別警報に対する洪水浸水想定区域付近の住民の認識, 自然災害科学, Vol.33, 特別号, pp.75-86, 2014  
 秦康範・佐藤史弥・牛山素行：土砂災害ハザードマップの判読に関する基礎的調査, 日本災害情報学会第 27 回研究発表大会予稿集, pp.134-135, 2023

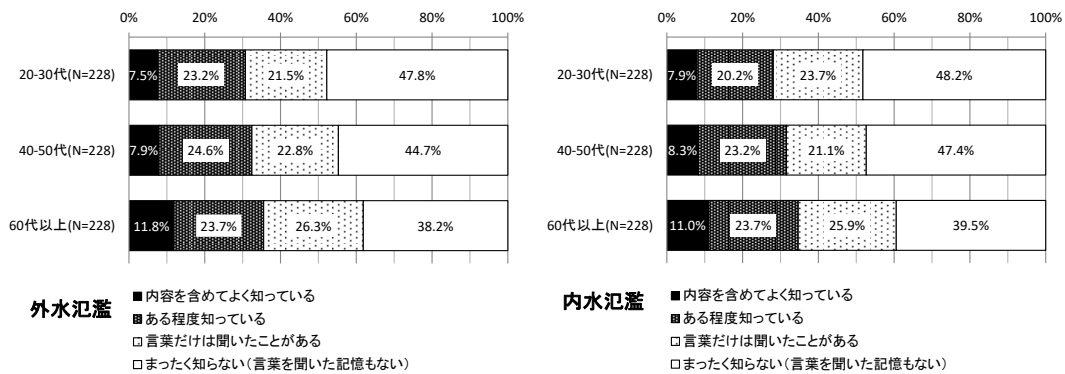


図 1 外水氾濫・内水氾濫という言葉に対する認識

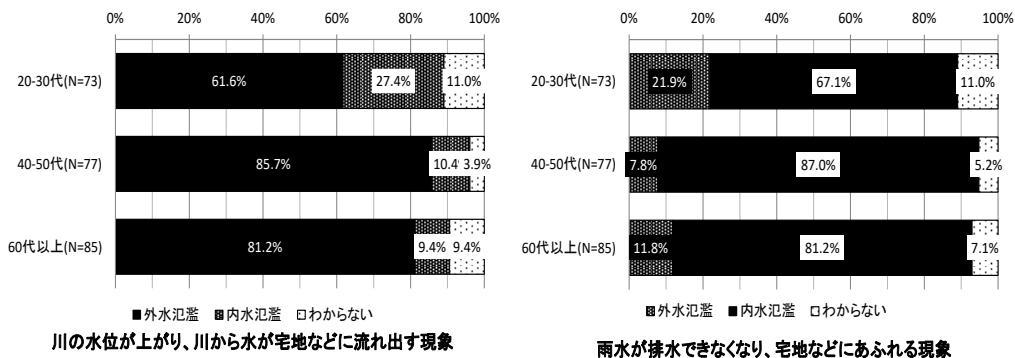


図 2 外水氾濫・内水氾濫の意味に対する認識

# 津波避難計画における自動車利用と事前周知の可能性\*

東北大学災害科学国際研究所 奥村 誠

## 1. 津波避難手段に関する国の考え方

内閣府のアンケート調査<sup>1)</sup>から、2011年3月の東日本大震災において、岩手県・宮城県・福島県の沿岸市町村の住民の56.7%が自動車避難を行い、住民の32.6%が渋滞に直面したとされている。この中には、徒歩避難でも十分間に合う事例が多く含まれていたと考えられるものの、近年発表された最大規模の津波想定によれば、東日本大震災時の津波よりも早い到達時刻や広い浸水域が想定され、自動車を併用した避難が必要となる地域が少なくないと考えられる。

津波避難における自動車の利用は震災直後から中央防災会議の専門調査会<sup>2)</sup>などで検討がなされ、「家屋の倒壊、落下物、道路の損傷や段差、渋滞、交通事故の発生などの多くの課題があることから、引き続き徒歩避難の原則を維持する」ことが確認された。その一方、「津波到達時間、避難場所までの距離や要援護者の存在、避難路の状況等を踏まえて、やむを得ず自動車により避難せざるを得ない場合において、避難者が自動車で安全かつ確実に避難できる方策について、今後十分に検討する必要がある」と指摘している。

消防庁は、市町村における避難計画の策定手順として、浸水想定区域を出発点として、避難対象地域、避難目標地点、避難困難地域を分析し、津波避難ビルの指定を行う手順を示した<sup>3)</sup>。高いビルが存在しない場合には、鉄道や道路等の高架部分、歩道橋等の利用、公園等への人工的な盛土の設置、津波避難タワーの整備を検討するよう求めている。自動車の利用は「災害時用要援護者等の円滑な避難が非常に困難であり、かつ渋滞や交通事故等のおそれや徒歩による避難者の円滑な避難を妨げるおそれのない場合」で、地域の実情に応じた避難方法を予め検討した場合に限定している。

## 2. 市町村の津波避難計画における自動車の扱い

東日本大震災の被災市町村では、復興計画を策定する上で事業地域の安全性の確保が課題であったことから、津波避難計画の検討を並行して行う例が見られた。上記の消防庁の報告書<sup>3)</sup>の中のアンケート結果から、徒歩避難の原則を堅持しつつも、要援護者や一部の福祉施設などの自動車避難の容認を記述する市町村が存在することがわかる。

さらに、浸水想定区域に基づく避難困難地域の分析が進められた結果、徒歩避難では間に合わない集落で、既存のビルが存在せず緊急避難施設の設置も難しい集落の避難手段として自動車を位置付ける市町村が現れた。青森県三沢市は、2013年3月の津波避難計画において住民が自動車による避難を行う地域と、避難経路、避難所を明記した<sup>4)</sup>。なおこの計画では住民のほかに、海水浴場や花火大会への来場者の避難方法も検討しており、スピーカー等の呼びかけによる避難開始時間の短縮や、徒歩避難路の拡幅の必要性に言及している。宮城県では県南の平野部に位置する亘理町(2014年2月)と岩沼市(2015年3月)で、一部集落の自動車利用を明記した津波避難計画が策定された。

さらに、復興事業が一段落して沿岸部の土地利用や人口分布が落ち着いてきたこと、新しい津波

---

\*Automobile tsunami evacuation and previous information to the residents by Makoto Okumura

浸水想定に対応するため津波避難計画の見直しが進むなかで、地域的に自動車利用を認める動きが広がっている。岩手県宮古市(2022年9月)、宮城県山元町(2023年5月)、東松島市(2023年度改訂予定)では、自動車を用いる地区の明記がなされ、塩竈市(2023年3月)でもハザードマップ上に自動車による避難ルートが記載されている。

これらの計画では、所要の徒歩での移動速度において避難時間が確保できない地域に自動車利用を認め、所与の自動車の速度での所要時間を確認している。しかし渋滞の発生による速度の低下や歩行者との錯綜の影響は考慮されていない。

### 3. 避難者の空間分布の影響

季節や曜日、時間帯による避難者の空間分布は、避難所などの施設の必要容量に大きな影響を与えるとともに、歩行者の密集による移動速度の低下や自動車の集中による交通渋滞の発生をもたらし、避難の安全性を大きく左右する危険性がある。国土交通省都市局は2023年6月に津波防災まちづくりの計画策定指針を発表した<sup>5)</sup>。その中で、対象地域の人口が昼夜間で異なり空間的に変動していることから、国勢調査、地域メッシュ統計、パーソントリップ調査データを用いて定量的に把握するとともに、広域的な来訪者についても他の既存データは現地踏査で補完することを求めている。さらに、避難シミュレーションなどで、避難困難者数を確認しつつ、住民への情報提供と意見把握のなかで、実効性のある津波避難対策を立案することが望ましいとしている。

### 4. 避難者の多様な空間分布に対応できる避難計画方法の提案

本研究は多様な避難者の空間分布に対応できる避難方法として、「避難経路の事前周知+指示」という方法を想定する。すなわち、地区ごとに使用する可能性のある避難経路を複数設定し、各地区の住民や来訪者を受け入れる施設に周知して避難訓練を行なっておく(事前周知)。次に、季節や曜日、時間帯による人口の空間分布パターンの変化を分析し、将来の任意の時点における避難者の空間分布の予測を行う。また、それらの空間分布に対して最も安全に避難できるような各地区の自動車利用率と使用すべき経路を計算し、その結果をハザードマップ等で地域住民や施設と共有しておく。津波の発災時には、予測しておいた避難者の空間分布パターンと、それに対応する地域の自動車利用率、使用経路を指示して、住民等に避難を促す(指示)。

以上の「避難経路の事前周知+指示」の実現のためには、発災時に発生しうる人口分布パターンをあらかじめ把握し、効率的な避難が可能な少数の避難経路をどう設定するか、という技術的な課題と、住民や来訪者にどのように周知し指示に沿った行動をさせるのかという運用上の課題の、両者を解決する必要があると考える。今回の発表会では、最適避難計画モデルに関する研究に基づき前者の技術的な課題の解決方法を検討した結果を紹介する。その上で、住民等に提供すべき情報や、説明方法など、運用面での研究課題についての議論ができるとありがたい。

- 
- 1) 内閣府(防災担当): 東日本大震災における地震・津波時の避難に関する実態調査, 平成24年12月
  - 2) 中央防災会議: 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告, 平成23年
  - 3) 消防庁: 津波避難対策推進マニュアル検討会 報告書, 平成25年3月
  - 4) 青森県三沢市: 平成24年度 津波避難計画, 三沢市HP, 平成25年3月公表
  - 5) 国土交通省都市局: 津波防災まちづくりの計画策定に係る指針(第1版), 平成25年6月公表



# 青森県八戸市における日本海溝地震を想定した津波避難解析\*

八戸工業大学大学院 堀合 紳弥  
八戸工業大学大学院 尾崎 壮一  
八戸工業大学大学院 高瀬 慎介  
日本工営(株)中央研究所 野島 和也  
八戸工業大学大学院 武山 泰

## 1. はじめに

東北地方の太平洋沿岸部では、千島海溝および日本海溝沿いを震源とする地震(以下、日本海溝地震)が想定され、東日本大震災津波を超える規模の津波襲来が予想される。また、同地方では、冬季間において降雪や積雪など、気象条件の悪化による避難行動への影響が懸念される。

本研究では、積雪寒冷地での冬季避難時において、津波による犠牲率の低減に向けた、車両避難の有用性を検証する。

## 2. 日本海溝地震を想定した津波遡上解析

日本海溝地震にて発生した津波の遡上状況を再現するため、日本工営(株)の津波解析コードによる遡上解析を行った。解析条件(表-1)を示す。内閣府が公開する日本海溝地震断層パラメータから、断層モデルにより地殻変動量と水位変動量を算出した。その後、水位変動量を用いて、非線形長波方程式に基づく津波遡上計算を実施し、陸上部での浸水深データを作成した。

解析結果の一例(図-1)を示す。地震により堤防は破壊、堅ろう建物のみ残置とした地形ケースの場合、市街部での最大水位は15mに及ぶことが確認された。

表-1 遡上解析条件

計算格子間隔	領域1：450m 領域2：150m 領域3：50m 領域4：10m 領域5：2m
陸海境界条件	領域1,2：反射条件 領域3,4,5：遡上条件
基礎方程式	非線形長波方程式
計算手法	Staggerd格子・Leap-Frog法
断層モデル	Fujii-SatakeモデルVer8.0
断層パラメータ	日本海溝モデル2(青森沖開始)
初期波源	Okada(1992)で地殻変動量計算
粗度係数	小西ら(1998)
構造物	堅ろう建物のみ、堤防なし

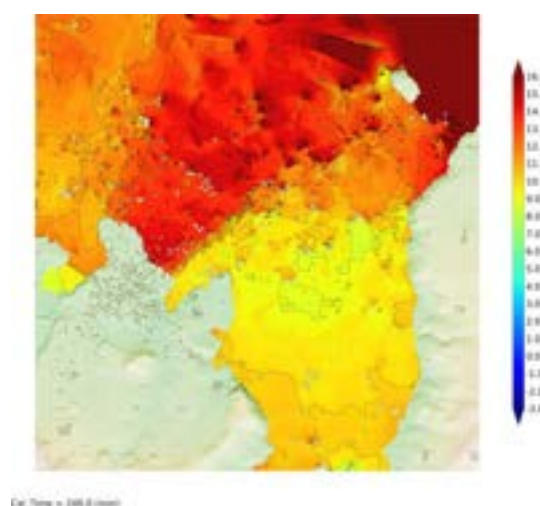


図-1 市街部の最大水位

\* Tsunami evacuation analysis in Hachinohe City, Aomori Prefecture assuming a Japan Trench earthquake by Shin-ya HORIAI, Soichi OZAKI, Shinsuke TAKASE, Kazuya NOJIMA and Yasushi TAKEYAMA

### 3. 積雪および夜間帯を想定した避難行動解析

遡上解析により得られた遡上データを活用し、マルチエージェントシミュレーションによる積雪時を想定した避難行動解析(図-2)を行った。避難解析条件(表-2)を示す。避難方法は歩行または車両とし、歩行避難者エージェントは年齢別で6区分、車両避難者エージェントは年齢および世帯構成別で6区分、合計12区分とした。歩行速度は、小坂通りの避難速度を基準とし、これに内閣府の被害想定で適用している積雪・凍結・夜間の各係数を考慮した値を用いた。車両速度は、未除雪条件を再現するため、基準速度40km/hに未除雪・夜間係数を考慮した18.5 km/hを最大速度とした。エージェントの避難目標として、浸水区域内における避難可能な避難場所、浸水区域外の指定避難所、地理的に安全な地点の3地点を設定し、水平避難および垂直避難を避難先属性として与えた。なお、今回は避難先の収容制限を設けない条件としている。

解析結果(表-3)に示す。避難方法の選択割合を変化させて検証した結果、車両選択割合が増加すると、全体の犠牲率は減少する傾向が見られた。

### 4. おわりに

本研究の解析では、犠牲率低減に向けて、車両による避難行動が有効と考えられる結果が得られた。現在、解析中のケースもあるため、詳細な結果については講演時に示す。

### 5. 参考文献

1)小坂陽介,野村尚樹,大藤愛子,宮島昌克:マルチエージェントシステムを用いた津波避難に関する解析-輪島市臨海地域を対象とした事例研究-,土木学会論文集 A1(構造・地震工学),Vol.73,No.4(地震工学論文集第36巻),pp.11010-11017, 2017.

表-2 避難解析条件

解析環境	NetLogo6.2.2												
経路探索法	A*アルゴリズム法												
解析ステップ	1ticks(step)=1sec												
想定環境	冬季積雪状態の夜間避難												
夜間速度歩行	<table border="0" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>男性</td> <td>女性</td> </tr> <tr> <td>20歳未満</td> <td>: 0.56m/s</td> <td>0.51m/s</td> </tr> <tr> <td>20~59歳</td> <td>: 0.50m/s</td> <td>0.48m/s</td> </tr> <tr> <td>60歳以上</td> <td>: 0.44m/s</td> <td>0.44m/s</td> </tr> </table>		男性	女性	20歳未満	: 0.56m/s	0.51m/s	20~59歳	: 0.50m/s	0.48m/s	60歳以上	: 0.44m/s	0.44m/s
	男性	女性											
20歳未満	: 0.56m/s	0.51m/s											
20~59歳	: 0.50m/s	0.48m/s											
60歳以上	: 0.44m/s	0.44m/s											
速度偏差	標準偏差に基づく												
最大運転速度	冬季18.5km/h												
避難開始時間	歩行避難者 10min~順次 車両避難者 25min~順次												
遡上開始時間	地震発生32min~												

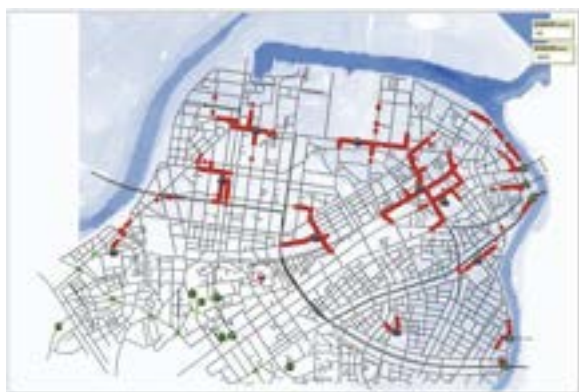


図-2 NetLogo 解析画面

表-3 解析結果まとめ

割合 歩：車	歩車 避難数	車両 犠牲率	歩行 犠牲率	全体 犠牲率
9：1	18,499	0.01%	13.37%	13.38%
7：3	17,081	0.03%	11.24%	11.27%
5：5	15,629	0.04%	8.78%	8.82%
3：7	14,177	0.08%	6.22%	6.30%
1：9	12,431	0.08%	2.00%	2.08%

# 仙台市における帰宅困難者対策の現状とその地域特性の評価\*

東北大学工学部 ○佐藤 奨真

東北大学災害科学国際研究所 佐藤 健

東北大学災害科学国際研究所 柴山 明寛

## 1. はじめに

東日本大震災時、首都圏をはじめとして各地で新幹線などの公共交通機関が運行停止したことにより、帰宅困難者が発生した。仙台市においても、通勤・通学者の一斉帰宅行動による駅周辺の混雑や、最寄りの指定避難所に帰宅困難者が殺到したことによる混乱が見られた。それらを踏まえ、仙台市では仙台駅周辺で発生する帰宅困難者数を 11,000 人と推定し、帰宅困難者対策を推進している<sup>1)</sup>。

首都圏などで災害時の意思決定モデルやパーソントリップ調査の結果等を用いた帰宅困難者数の推計は行われているが、時期や時間帯による帰宅困難者数パラメータ変化に着目した研究は十分とは言えない。そこで、本研究では、仙台市における帰宅困難者対策の現状を明らかにし、時期や時間帯による帰宅困難者数のパラメータ変化を推定することで仙台市における帰宅困難者の地域特性を明らかにすることを目的とする。

## 2. 仙台市の対策の概要

仙台市では仙台駅、長町駅、泉中央駅の 3 カ所について帰宅困難者対策を行っている。主な対策としては、自助として一斉帰宅の抑制、情報連絡員の派遣、共助として関係者による連携、公助として緊急待避場所の確保、一時滞在場所の確保を行っている<sup>2)</sup>。緊急待避場所と一時滞在場所に選定されている場所について表 1 に示す<sup>1)</sup>。

表 1：緊急待避場所および一時滞在場所

	緊急待避場所	一時滞在場所
仙台駅周辺	仙台駅西口駅前広場 仙台駅東口駅前広場	仙台国際ホテル AER など 23 カ所
長町駅周辺	長町駅西口広場公園	ゼビオアリーナ仙台など 3 カ所
泉中央駅周辺	—	七北田公園体育館など 4 カ所

## 3. ヒアリング調査

仙台市における帰宅困難者対策の現状を把握するために仙台市危機管理局減災推進課へヒアリング調査を行った。

### 3.1. 仙台駅周辺の帰宅困難者数の推計方法

仙台市では、仙台駅周辺の帰宅困難者数を 2 つの手法を用いて推計しており、安全策をとって

\*Evaluation of the current state of measures for displaced persons in Sendai City and its regional characteristics by Shoma Sato, Takeshi Sato, and Akihiro Shibayama

11,000人としている。1つ目の方法は、東日本大震災時における仙台駅周辺地区の指定避難所の学区人口に対する避難率からの推計である。ここでの避難率は当該地区の学区人口に対する東日本大震災時の当該地区の避難者数の割合である。この方法では、仙台駅周辺の帰宅困難者数は9,000人と推定される。2つ目の方法は、パーソントリップ調査とモバイル空間統計からの推計である。この方法では、仙台駅周辺の帰宅困難者数は13時台で8,500～9,500人、19時台で7,000人と推定される。

### 3.2. 一時滞在場所の収容可能人数

令和4年1月時点で仙台市と協定を結んでいる一時滞在場所の収容可能人数を各駅周辺の合計にて表2に示す。3地点ともに収容可能人数が推定帰宅困難者数を上回っているが、七夕祭りなどのイベント時には推定帰宅困難者数を越える可能性があることなどを踏まえて、今後も一時滞在場所の確保を進めていく。

表2：推定帰宅困難者数と一時滞在場所の収容可能人数

	推定帰宅困難者数	収容可能人数
仙台駅周辺	11,000	11,110
長町駅周辺	2,000	2,080
泉中央駅周辺	1,000	1,200

### 4. まとめ

ヒアリング調査より、仙台市では2つの手法を用いて帰宅困難者数を推計しており、安全策をとって11,000人としている。また、一時滞在場所の収容可能人数は推定帰宅困難者数を超えているが、今後も引き続き一時滞在場所の確保を進めていく。

〈参考文献〉

1) 仙台市：帰宅困難者対策

<https://www.city.sendai.jp/anzensuishin/kurashi/anzen/saigaitaisaku/torikumi/kitaku.htm>  
1

2) 仙台駅・長町駅周辺帰宅困難者対応指針概要版

[https://www.city.sendai.jp/anzensuishin/kurashi/anzen/saigaitaisaku/torikumi/documents/20230401\\_gaiyoubanshishin.pdf](https://www.city.sendai.jp/anzensuishin/kurashi/anzen/saigaitaisaku/torikumi/documents/20230401_gaiyoubanshishin.pdf)

# 仙台市「杜の都防災力向上マンション」と マンションタイプの「がんばる避難施設」との連携効果\*

東北大学災害科学国際研究所 ○佐藤 健

## 1. 背景と目的

仙台市は、都市整備局が所掌する「杜の都防災力向上マンション」の認定と、危機管理局が所掌する「がんばる避難施設（マンションタイプを含む）」の運用に同時に取り組んでいる。両者の主目的は異なっているながらも、相互に機能が発揮された結果、もし共通する効果を生み出せるならば、積極的に連携していくことの有効性が考えられる。しかし、現時点までの両者の連携は極めて少なく、2022年3月末時点で認定されている杜の都防災力向上マンション56棟のうち、マンションタイプの「がんばる避難施設」にもなっているマンションは5棟に過ぎない<sup>1)</sup>。

そこで、本報告は、両者が連携できた場合の指定避難所に与える波及効果の変動幅について示すとともに、連携することによる地域防災上の有効性について論じる。

## 2. 仙台市「杜の都防災力向上マンション」

仙台市は、マンションにおける防災活動のさらなる充実や建物性能の向上を図ることを目的に、杜の都防災力向上マンションの認定制度を平成25年度から実施している<sup>2)</sup>。「防災性能」と「防災活動」に関する項目からなる評価基準によりマンションの防災力が認定される（詳細は紙面の都合で割愛）。また、継続的な活動を後押しするために、評価を段階的に高めていける制度としていることや、平常時からの「地域の避難所運営委員会事前協議等への参加」や「地域の防災訓練への参加」の評価項目を設け、単に良質な住宅ストックの形成だけでなく地域コミュニティとの連携を促進していることが東日本大震災の教訓を踏まえた特徴にもなっている。

## 3. マンションタイプの「がんばる避難施設」

仙台市は、東日本大震災の経験をふまえ、平成25年に仙台市地域防災計画の改訂を行っている。その中で、避難場所等の区分として、地区避難施設（別称：「がんばる避難施設」、以降、「がんばる避難施設」と呼ぶ）を新たに設けた<sup>3)</sup>。「がんばる避難施設」は、開設から運営まで地域住民が自主的に行うものであり、地元の指定避難所運営委員会に対して事前に登録する必要がある。主には、町内会の集会所等に避難者を受け入れるタイプであるが、中には、マンションの居住者が当該マンションの集会所への避難や在宅避難を志向するマンションタイプの「がんばる避難施設」も存在する。「がんばる避難施設」の機能が発揮されることにより、災害の規模にもよるものの、指定避難所への避難者数が大幅に減少する可能性が生まれ、避難所空間の環境改善や避難所施設となることの多い学校の早期再開につながるなど、さまざまな波及効果が生まれる。その一方で、指定避難所以外に開設・運営される避難所数が増えることから、運営者側のマンパワーも分散され、地域コミュニティとしてのマネジメント力が問われることにもなる<sup>4)</sup>。

## 4. 検討事例

本報告では、マンションタイプの「がんばる避難施設」に着目し、杜の都防災力向上マンションとの連携効果について、仙台市立長町南小学校区（図1）を検討対象地区として選び、結果と考察を述べる。なお、東日本大震災発生当日の長町南小学校の避難者数は約2,200人であった。

\* Impact of collaboration between condominiums with improved disaster resilience and *Gambaru Hinanshisetsu* of condominium type in Sendai city by Takeshi Sato



図1 仙台市立長町南小学校とその周辺概況

表1 検討マンションの諸元と避難者数の推定例

マンション	築年	免震	階数	戸数	推定人員	推定避難者数	備考 (町内会との関係性)
A	2005.1	—	10	106	186	58	あり：町内会に世帯加入し町内会の班を構成
B	2005.3	—	15	114	200	62	あり：町内会に世帯加入し町内会の班を構成
C	2016.1	○	15	192	337	104	あり：独自の町内会を結成し連合町内会に加盟
D	2007.3	—	12	119	209	65	なし
E	2013.9	—	14	91	160	50	あり：独自の町内会を結成し連合町内会に加盟
計				622	1,092	339	

検討マンションの諸元と、東日本大震災時の長町地区における持ち家共同住宅の世帯避難率31%<sup>5)</sup>を採用した場合の推定避難者数を表1に示す。各マンションの推定人員の算出にあたっては、11階から14階の共同住宅の1世帯あたり人員として2.04（仙台市統計書：平成27年）、共同住宅の空き家率として13.9%（住宅・土地統計調査（仙台市）：平成30年）を採用する。長町南小学校の避難施設としての収容人員は1,097人であることから、この5つのマンションの全人員が避難した場合（1,092人）は、それだけで避難所の収容人員に達するほどインパクトが大きい。それだけに、がんばる避難施設のマンションとして機能を発揮することが期待されるが、在宅避難の可能性を高めやすい免震構造が採用されたCマンションだけが、杜の都防災力向上マンションの認定を受けているものの、検討対象の中でがんばる避難施設は存在しない。

## 5. まとめ

杜の都防災力向上マンションとがんばる避難施設との連携による指定避難所に与えるインパクトの変動幅を示した。なお、高齢者や妊産婦など居住者属性による避難率の違いを考慮する必要があるものの、マンションの大規模化が進む状況下において、その影響を受けやすい立地条件にある指定避難所運営委員会は、地域特性をふまえた事前の協議や対策が求められる。

## 参考文献

- 1) 酒井悠里, 佐藤 健: 仙台市のがんばる避難施設に着目したマンション防災力の評価, 自然災害科学, Vol.41, 特別号, pp.55-64, 2022年10月
- 2) 仙台市: 杜の都防災力向上マンション認定制度—震災に強いまちを目指して—  
<https://www.city.sendai.jp/mansion/kurashi/machi/sumai/bunjo/bosai/morinomiya.html>
- 3) 仙台市防災会議: 仙台市地域防災計画【共通編】, pp.107, 令和5年9月
- 4) 佐藤 健, 桜井愛子ほか: 仙台市における「がんばる避難施設」の社会的意義と東北大学への導入, 第37回日本自然災害学会学術講演会講演梗概集, pp.183-184, 2018年10月

# 杜の都防災力向上マンション認定制度の現状分析\*

東北大学大学院工学研究科○酒井悠里  
東北大学災害科学国際研究所 佐藤 健  
同 柴山明寛

## 1. 研究の背景と目的

東日本大震災時の仙台市では、市内のほぼ全てのマンションでライフラインの供給支障が生じ、水や食料の調達や運搬、高層階からの避難困難など高層建築特有の課題が浮き彫りになった。そこで、仙台市はこれらの東日本大震災におけるマンションの被害と対応に関する教訓から、分譲マンションの防災力向上を目的とした「杜の都防災力向上マンション認定制度」<sup>1)</sup>を、平成25年に創設した。これは、仙台市が独自の評価基準をもとに、防災性能と防災活動のそれぞれ星0から3つで評価と認定を行う。そして、この認定を受けるためには、マンションの管理組合または町内会、不動産開発業者のいずれかが仙台市に申請を行う必要がある。著者の先行研究<sup>2)</sup>では、申請者が管理組合または町内会である場合の防災活動の評価平均値が高いことを明らかにしたが、個別の実態については明らかではない。本研究では、申請者が管理組合または町内会である「杜の都防災力向上マンション」のうちの2件に着目し、ヒアリング調査を通して、防災活動の取り組みの現状を明らかにすることを目的とする。

## 2. 杜の都防災力向上マンション認定制度

現在(2023年11月18日)までに60件のマンションが認定を受けている<sup>3)</sup>。表1に、認定マンションを申請主の属性別で見た防災力の分析結果を示す。

表1:申請主の属性別で見た特徴

	認定件数	防災性能評価の平均(星3満点中)	防災活動評価の平均(星3満点中)
管理組合・町内会	34件	1.62	2.26
不動産開発業者	26件	2.96	0.00
全体	60件	2.15	1.28

## 3. ヒアリング調査

### 3.1 調査マンションの概要と認定取得状況

Vマンションは、SRC造14階の154戸数であり、Lマンションは、SRC造8階の27戸数であり、どちらも免震構造は採用されていない。表2,3に評価項目別の適合状況と認定状況を示す。

表2:防災性能の評価項目別の適合と認定状況

	Vマンション	Lマンション
① 建物性能	○	○
② 非構造部材の落下防止	-	○
③ 防災備蓄倉庫設置	○	-
④ 避難場所の確保	○	○
⑤ 耐震ドアの設置	-	-
⑥ エレベーター対策	○	○
仙台市による実際の認定状況(星3満点中)	★★	★★
★:①かつ②~⑥から2つ,★★:①かつ②~⑥から3~4つ,★★★:全てを満たす		

\*Fundamental research on Certification standards for condominiums with improved disaster preparedness in Sendai the City of tree by Yuri Sakai

表 3:防災活動の評価項目別の適合と認定状況

	V マンション	L マンション
① 自主防災組織の結成	○	○
② 防災マニュアルの作成	○	○
③ 自主防災組織の防災訓練の実施	○	○
④ 各住戸の家具固定	○	○
⑤ 地域の防災訓練への参加	○	○
⑥ 地域の避難所運営に関する連携	○	○
⑦ 非常用電源の確保	○	○
⑧ 災害用簡易トイレの確保	○	○
⑨ 救急資機材等の整備	○	○
⑩ 飲料水および食糧の確保	○	○
仙台市による実際の認定状況	★★★	★★★
★：①を満たす，★★：①と②かつ③～⑩から4～7つ，★★★：全てを満たす		

### 3.2 ヒアリング調査結果

表 4 にヒアリング調査結果を示す。

表 4:ヒアリング調査結果

	V マンション	L マンション
東日本大震災以前のマンションの防災対策について	マンション内に防災クラブを設置し、定期的に防災訓練を実施していた	特になし コミュニティ活動も 0
東日本大震災後のマンションの防災対策について	夜間の防災訓練の充実 サブメシ料理教室の開催	統括班が中心に活動 顔の見える関係づくり
「杜の都防災力向上マンション認定」の取得理由	仙台市との交流により、情報が入ってきた 震災後に復興委員会を設置したことで、防災に対する組織体制が整っていた	居住者からの情報提供
防災活動が継続できている要因	防災組織がある	自主防災組織がある 緩く周りの人を巻き込む
地域との関わり	マンションで単位町内会を形成し、地域の連合町内会に加盟 がんばる避難施設として登録	地域の単位町内会に世帯加入 代表者が地域の避難所運営委員会と交流を持つ

### 3.3 ヒアリング調査結果の考察

両者とも、居住者組織の主体性により防災活動が行われており、キーパーソンとなる人がいる。さらに、居住者のコミュニティ形成を目的に防災活動が取り組まれていることが分かった。地域との関わりでは、V マンションは単位町内会を形成して地域の連合町内会に加入していることで、持続可能な地域とマンションの関係継続ができると考える。

## 4. おわりに

匿名性の高さがマンションの特徴であるが、災害時に在宅避難を行う上で、居住者同士の助け合いが必要であり、そのためには日頃から顔の見える関係作りが欠かせない。それぞれのマンションの事情に合わせた防災活動を行うことで、災害時のマンション居住者の在宅避難率の向上につながると考える。

<参考文献>

- 1) 仙台市：杜の都防災力向上マンション認定制度－震災に強いまちを目指して－，2022.10.7，<http://www.city.sendai.jp/mansion/kurashi/machi/sumai/bunjo/bosai/h2761.html> 最終閲覧(2023.11.18)
- 2) 酒井悠里・佐藤健：仙台市のがんばる避難施設に着目したマンション防災力の評価，日本自然災害学会学 特別号，第 41 回，pp.55-64，2022
- 3) 仙台市：杜の都防災力向上マンション<認定マンション一覧>，<https://www.city.sendai.jp/mansion/kurashi/machi/sumai/bunjo/bosai/documents/ninteitiran230324.pdf>，最終閲覧(2023.11.18)



<第2会場 共通224室>

— 第4部 (7題) —

司会：熊谷 誠 先生

12月27日(水) 15:00~16:45

# 災害時における仙台市の医療救護計画の現状とその都市間比較\*

東北大学工学部 ○久保 公佑  
東北大学災害科学国際研究所 佐藤 健

## 1. はじめに

### 1-1. 研究の背景

都市直下型の地震は多くの自治体で想定されている。人が住んでいるエリアの直下が震源であるため、発生すると医療機関の機能低下、強い揺れに伴う建物の倒壊・火災などによる多数の負傷者の発生が予想される。仙台市では都市直下型の地震として長町-利府断層の地震が想定されている。

都市直下型の地震はたびたび発生しているが、災害医療について見直されるきっかけとなった地震が1995年の阪神淡路大震災である。災害発生してから72時間では、病院外でのトリアージはほとんど行われず、医療機関には負傷者が選別されずに殺到した。また医師による慣れないトリアージにより患者選別が行われた<sup>1)</sup>。その後トリアージの重要性が指摘され、マニュアルの作成、研修の実施が必要とされた<sup>2)</sup>。現在、災害時には医療救護所を設置して災害時の軽傷者の対応、トリアージを行うといった対策は多くの自治体でなされている。しかし、自治体によって医療救護所の定義や設置方法は多様であるのが現状である。

江川ら<sup>3) 4)</sup>の研究では災害時に医療救護所を設置する施設における建築計画的な配置や設営の仕方について言及している。ただ医療救護所に関して、都市空間での配置計画や自治体間での取り組みの違いに着目した研究は十分ではない。また大規模災害時に医療救護所が運用された実績は少ない。

### 1-2. 研究の目的

仙台市での医療救護計画の特色について他の自治体と比較、調査することで都市直下型の地震を想定した際の医療救護所のあり方について考察することを目的とする。都市直下型の地震の発生時における医療救護所の役割について検討することで、地域特性に即した地域防災計画の策定に有益な情報を提供できると考えられる。

## 2. 医療救護計画と比較対象とする自治体

### 2-1. 医療救護計画における医療救護所

大規模災害時に負傷者が大量に発生した際の自治体の医療救護体制は大きく分けると2種類ある。一つは医療機関(病院・診療所)でできるだけ対応する対策。(医療救護所は被災状況を見て設置)。もう一つは医療救護所を災害発生後に早急に開設して病院と医療救護所の機能分担を図る対策である。医療救護所の役割、位置づけは自治体によって異なっており仙台市の計画は一つ目の型である。

---

\*Status of Sendai City's medical relief plan in case of disaster and its city - to - city comparison  
by Kosuke Kubo and Takeshi Sato

## 2-2. 比較対象とする自治体の選定

まず仙台市を対象とする。仙台市の直下には断層帯が通っており都市直下型の地震である長町-利府断層の地震が想定されている。同様に断層帯が直下にあること、被害エリアの広さ、人口規模などの地域特性に加えて仙台市とは異なる医療救護計画を採用している点から横須賀市を比較対象とした。

## 3. 仙台市での医療救護計画

仙台市では大規模災害が発生した際は、多数の負傷者に対してできるだけ医療機関を早期に再開することで対応する。応急救護所は被災状況に応じて避難所や消防署所に設置される<sup>5)</sup>。また災害拠点病院には重傷者から軽傷者まで多くの負傷者の来院が予想されるが、入り口周辺でトリアージを行うことでできるだけ重傷者に適切な治療が行われるように患者の治療の優先順位を付ける。仙台市の医療救護計画は医療機関の早期再開を目指し、その数で負傷者に対応するといったコンセプトであるといえる。

## 4. 横須賀市での医療救護計画

横須賀市では直下型の地震として三浦半島断層帯の地震が想定されている。

大規模災害が発生すると地域医療救護所が開設される。市内で 11 カ所が設置予定場所として指定されており、医療機関から医師・看護師らが派遣される。病院で重傷者の治療に専念できるように、地域医療救護所では軽傷者(外科的負傷者)に対応する<sup>6)</sup>。横須賀市の災害時の医療救護計画は、リソースを割いて機能を分担し負傷者を分散させるといったコンセプトであるといえる。

## 5. まとめ

仙台市と横須賀市どちらの対策も災害拠点病院等の大病院での重傷者への治療の効率をあげるといった目的は共通でありながら、その具体的な達成方法は両者では異なる医療救護計画となっていることが分かった。

### <参考文献>

1) 内閣府防災情報のページ 阪神淡路大震災教訓情報

([https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin\\_awaji/data/detail/1-4-2.html](https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin_awaji/data/detail/1-4-2.html))

2) 厚生労働省 災害医療のあり方に関する検討会報告書

3) 江川香奈・木村敦・依田育士:災害時の緊急医療救護所の設営内容に関する考察 -医療関係者を対象とした施設の活用方法の調査報告-, 日本建築学会技術報告集, 第 22 巻, 第 51 号, 661-666, 2016 年 6 月.

4) 江川香奈・木村敦・依田育士:災害時の病院における医療救護所の設営に関する考察, 日本建築学会技術報告集, 第 26 巻, 第 62 号, 221-226, 2020 年 2 月.

5) 仙台市防災会議:仙台市地域防災計画【地震・津波災害対策編】, pp82-88, 令和 4 年 11 月.

6) 横須賀市 災害時の医療体制 地域医療救護所案内ちらし

(<https://www.city.yokosuka.kanagawa.jp/3110/saigaiiryouchiikiiryoukyugosho.html>)

# 広域防災拠点と道の駅の協働による災害支援の多様性\*

東北大学大学院工学研究科 ○鈴木 貫太  
東北大学災害科学国際研究所 佐藤 健

## 1. 研究の背景と目的

1993年に登録が始まった道の駅は、通過する道路利用者へのサービス提供の場として広まった。道の駅の基本コンセプトである休憩機能、情報発信機能、地域連携機能の3つに加え、2004年の新潟県中越地震を契機に防災機能も期待されるようになり、以降降水害、大雪、地震など種別を問わない様々な災害時においても支援の実績がある。

道の駅は幹線道路沿いという立地面、通信機能・広い駐車場などの設備面、それらを活かした地域振興拠点としての平時利用という3点で広域的な防災拠点として利用することに対し強みがあり、2020年よりスタートした「道の駅第3ステージ」における取り組みの一環としても、国から広域的な防災拠点機能を持つ道の駅への支援がなされるなど、道の駅の災害時における広域支援の期待は高まっている。

一方、道の駅はほとんどが市町村によって設置されており、広域支援におけるポテンシャルの如何に関わらず、都道府県との取り決めがない限り道の駅としては地域住民や、利用者への支援に注力することが考えられる。そこで本研究では、広域防災拠点としての活躍を期待されている道の駅の現状を調査することを目的とする。

## 2. 防災道の駅制度

防災道の駅とは、広域的な復旧、復興活動拠点となる道の駅のことであり、国土交通省によって選定され、指定されることによって国からハード面（交付金による耐震化・通信設備などの整備援助）、ソフト面（BCP策定や防災訓練のノウハウ提供）両面の支援を受けることができるようになる。2021年6月に39駅が選定され、現在でもその増減はなく、図1の選定要件を満たした道の駅の中から選定される。

表1は「防災道の駅」39駅と道の駅全体の属性を比較したものである。管理・運営者について、防災道の駅の内訳は、道の駅全体の内訳と近い状況になっている。一方整備体系（一体型：道路管理者である国・県と市町村等で一体となって整備する型、単独型：整備を市町村ですべて行う型）については大きな差異があり、防災道の駅では道路管理者である国・県と市町村等で一体となって整備する、一体型の道の駅の割合が多く、平時の負担を減らしたい市町村と、災害時広域的な災害支援を実施したい県とで、相互扶助の関係が進んでいるためだと考えられる。

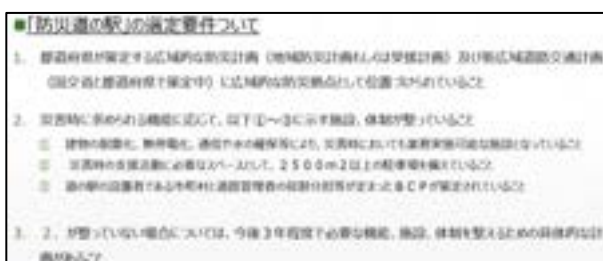


図1 「防災道の駅」の選定要件

\*The diversity in disaster support according to collaboration between Wide-area disaster management bases and roadside stations by Kanta Suzuki and Takeshi Sato

表 1 防災道の駅の属性

	管理・運営				整備体系		
	自治体	三セク	財団法人	民間	一体型	単独型	
防災道の駅	15.0%	27.5%	10.0%	47.5%	84.6%	15.4%	
	6/39	11/39	4/39	19/39	33/39	6/39	
全道の駅	15.7%	31.1%	8.9%	44.3%	54.8%	45.2%	
	158/1004	312/1004	89/1004	445/1004	H25 7月 663/1209	546/1209	R5 8月

### 3. 岐阜県の事例

道の駅の第3ステージで目指す姿である「世界ブランド化」、「防災機能強化」、「あらゆる世代の活躍の場」の3つのうち、岐阜県にある道の駅「パレットピアおおの」では、「防災機能強化」と「あらゆる世代の活躍の場」という2つの取り組みを行っているなど先進的な取り組みに前向きであるため、「パレットピアおおの」がある岐阜県に着目して調査を行った。

#### 3.1 岐阜県の受援体制

岐阜県内には計 18 施設の広域防災拠点が設定されており、「パレットピアおおの」はそのひとつである。岐阜県の広域防災拠点は、物資や人員など何を一次的に集積するかにより3種類の役割が期待され、「パレットピアおおの」は自衛隊などの活動拠点また、重傷者を災害拠点病院や県内外の病院に搬送するための広域医療搬送等拠点としての2つの役割を期待されている。



図 2 岐阜県の受援体制

#### 3.2 道の駅「パレットピアおおの」への現地調査

ここでは、岐阜県大野町の道の駅「パレットピアおおの」内にある、子育て支援施設「子育てはうす ぱすてる」に特に注目して調査を行った。

##### 3.2.1 調査概要

2023年9月16日に、「子育てはうす ぱすてる」の職員にヒアリングを行った。

##### 3.2.2 調査結果

県外からの利用者も多いこと、また災害時において道の駅の広場は指定緊急避難所として利用されるものの、発災後24時間をめどにゲストクリアされる。子育て支援施設も同様であり、施設は指令拠点として利用され、職員についても正職員を除く職員はすぐに家に帰らされることになり、正職員についても引き渡し完了次第、大野町庁舎へ行く決まりになっており災害時において、子育てに秀でた人的リソースを有効に活用しきれていないことが分かった。

### 4. 総論と今後の展望

岐阜県の事例から、広域的な支援を積極的に推進している道の駅があることが分かった一方で、防災道の駅の中でも指定避難所選ばれている道の駅もあり、広域的な支援とローカルな支援の両立ができてきている場合もある。

今後は、都道府県の地域防災計画内で広域的な防災拠点と位置付けられている道の駅を対象としたアンケート調査を通し、大規模災害時において広域的な支援が可能な道の駅の条件を明らかにしていく。

# 秋田市飯島地区におけるブロック塀の実態調査\*

秋田工業高等専門学校 寺本 尚史、安井 柊

## 1. はじめに

2016年の熊本地震や2018年の大阪府北部地震など、近年の地震でもブロック塀の被害が多発している。特に2018年大阪府北部地震でのブロック塀被害を受け、秋田市でも小学校の通学路に面するブロック塀等の安全点検を実施したところ、倒壊の危険性のあるブロック塀等が550件確認されている。また秋田市では平成18年1月に改正された「建築物の促進に関する法律」に基づき、「秋田市耐震改修促進計画」<sup>1)</sup>を策定しているが、この計画では令和7年度末までに小学校通学路の危険ブロック塀の解消率を30%にすることを目標にしており、危険ブロック塀については除去工事費用の一部を補助している。しかしながら現時点で目標値を下回っており、その要因として危険ブロック塀の耐震改修への関心が低いことが挙げられる。またブロック塀の除去工事費用の補助についても小学校通学路に限定されており、それ以外の道路については補助対象外で調査も行なわれていないのが現状である。

そこで本研究では、秋田市飯島地区を対象としてブロック塀の耐震診断の調査を行い、損傷したブロック塀の割合や、通学路とそれ以外の道のブロック塀の損傷度の違いについての検討を行う。

## 2. 調査概要

調査対象は秋田市飯島松根地区とした。調査対象範囲の地図を図1に示す。図中の赤線が通学路、青色の線が通学路以外の道路を示す。調査したブロック塀は、通学路66件、通学路以外129件、計195件のブロック塀である。なお、調査対象のブロック塀は道路沿いのものとし、



図1 飯島松根町地区の周辺地図

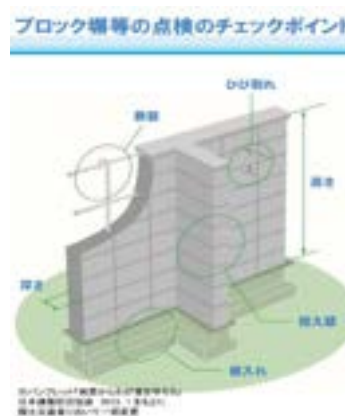


図2 ブロック塀の耐震診断内容

\* A survey of the actual conditions of the concrete block walls in Iijima area of Akita City by Naofumi Teramoto and Shu Yasui

耐震診断は日本建築防災協会が提供している「地震から我が家を守ろう」の診断表（図 2）を用いる。この診断表は、①塀の高さ②塀の厚さ③控え壁の有無（※1.2m 超の場合控えを必要とする）④基礎の有無⑤塀の損傷具合⑥塀内の鉄筋の有無の 6 項目の点検項目で診断する。本研究では、このうち⑥を除く①～⑤の項目を調査した。なお③の控え壁とは、ブロック塀が風や地震で倒れないようにするもので、ブロック塀が 1.2m 超の場合控え壁を必要とする。また⑤の塀の損傷具合を評価する項目では、損傷度に応じ高い順に A, B, C の 3 段階で判定した。

### 3. 調査結果

ブロック塀の耐震診断の結果のうち、通学路と通学路以外における損傷度の割合(項目⑤)を示したものを図 3 に示す。通学路に面するブロック塀と通学路以外の道に面するブロック塀を比べると、損傷のあるブロック塀の割合はいずれも約 30%で大きな差はみられなかった。しかし損傷度の大きさをみると、通学路以外

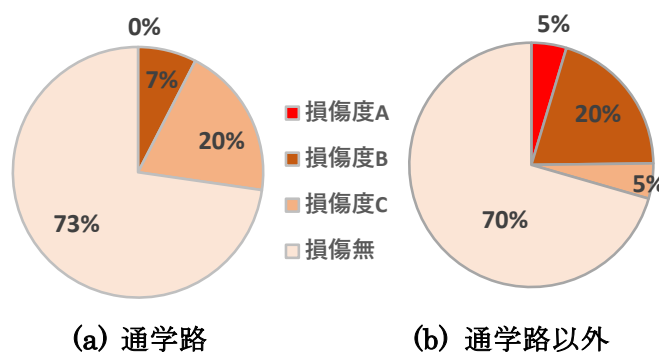


図 3 損傷度の比較

の道には損傷度の大きい損傷度 A や損傷度 B 判定が多いのに対し、通学路に面するブロック塀の道では損傷度 A は見られず、損傷度低い損傷度 C のが大半を占めた。ことから、通学路以外の道に面するブロック塀の方が損傷度の高い判定が多いことが分かった。この原因としては、秋田市が小学校通学路のブロック塀に対して一度耐震調査を行っていることやその際見つかった危険ブロック塀の除去工事費用の一部を補助しており、特に危険度の高いブロック塀の除去が進んだ可能性がある事が考えられる。

また、⑤の損傷度以外の判定項目のうち、①塀の高さおよび②塀の厚さの 2 項目は共にすべてのブロック塀が条件を満たしていたのに対し、③控え壁の有無については、必要な控え壁がないブロック塀が 69%と高い割合になった。これは、耐震診断では高さ 1.2m 超のブロック塀には控え壁が必要と判断しているのに対し、施工時の基準では、基礎の形状や改良土を埋め戻した場合、控え壁なしの高さ限度が 1.6m になることも影響していると考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、秋田市飯島松根町地区を対象に通学路と通学路以外の道のブロック塀の耐震性の違いについての検討を行った。その結果、通学路と通学路以外の道でブロック塀の損傷度の割合に大きな違いは見られなかったが、損傷度の大きさに違いが見られることが分かった。

### 参考文献

- 1) 秋田市都市整備部建築指導課：第 2 秋田市耐震改修促進計画[令和 3 年度～令和 7 年度], pp. 19-20, 2021 年 3 月  
([https://www.city.akita.lg.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page\\_/001/007/901/r3keikaku/zenbun.pdf](https://www.city.akita.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/007/901/r3keikaku/zenbun.pdf))

# **Interdisciplinary research on disaster mitigation: An example from a research institute based in the UK**

Anawat Suppasri<sup>1</sup>, Fumihiko Imamura<sup>1</sup>, Miwako Kitamura<sup>1</sup>, Punam Yadav<sup>2</sup>, Fatemeh Jalayer<sup>2</sup>,  
Gianluca Pescaroli<sup>2</sup>, David Alexander<sup>2</sup> and Joanna Faure Walker<sup>2</sup>

## **1. Introduction**

Institute for Risk and Disaster Reduction (IRDR), University College London (UCL) is one of the world's leading disaster research institute using interdisciplinary approach. IRDR has wide range of research related to disaster mitigation and resilience such as cascading crises, natural hazards, humanitarian crisis response, public health in emergencies, conflict and migration, climate change adaptation, and gender-responsive strategies as well as its newly established undergraduate program on Global Humanitarian Studies BSc. Our aim in this abstract is to delve into the extensive research landscape of IRDR, and elucidate how their interdisciplinary approach has advanced our understanding of disaster risk reduction and resilience strategies. Furthermore, we will highlight the significance of collaborative efforts between IRDR and the International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS) in advancing the field of disaster research and fostering global resilience especially during research sabbatical period of Dr. Anawat Suppasri from April to December 2023. This abstract will provide valuable insights into the combined expertise and contributions of these two esteemed institutions in addressing the complex challenges posed by disasters and enhancing resilience on both local and global scales.

## **2. Research activities**

IRDR has several research themes namely Risk society, Understanding natural hazards: Geological and meteorological, Understanding climate change and natural hazards, Engineering for hazards and disasters, Technological hazards and Managing hazards and disasters. There are several research groups under IRDR namely Cascading disasters, Everyday disasters and violences, digital public health in emergencies, space health risks and Centre for gender and disaster as well as collaboration with the recently founded Warning Research Centre. There are several research projects are underway that have been being conducted through collaboration among IRDR and IRIDeS. The cascading disasters research group has recently launched a new project with EU and IRIDeS as a new counterpart called A Gnostic risk management for High Impact Low Probability Events (AGILE) which aims at designing, developing, and applying a holistic methodological framework and practical tools for understanding, anticipating, and managing low probability high impact events with a systemic risk and resilience perspective. Collaboration in tsunami engineering is expanded to sharing of various tsunami fragility functions and related data via European Tsunami Risk Service (ETRiS) which is a part of the candidate Thematic Core Service for tsunami and is integrated into the Integrated Core Service Data Portal of the European Plate Observing System (EPOS). The primary objective of this service is virtual access provision for Data, Data products, Software, and Services for tsunami vulnerability and risk components. We are also currently working

---

<sup>1</sup>International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku University

<sup>2</sup>Institute for Risk and Disaster Reduction (IRDR), University College London (UCL)



on the efficacy of warnings for the elderly population affected by the Great East Japan Earthquake and Tsunami, and changes in risk perception and anticipated warning actions following a major event. We are focusing on recently occurred earthquake and future earthquakes through interviews with local residents along the 2011 disaster affected areas and online questionnaire survey. The study encompasses not only engineering and statistical findings but also incorporates interviews conducted through fieldwork and a sociological perspective. It references the culture and history of the areas affected by the Great East Japan Earthquake and involves researchers from a diverse range of fields. Centre for gender and disaster aims to develop awareness of, and responsiveness to, gender considerations in the contexts of risks, disasters and conflicts, through excellence in research and teaching. We are currently continuing our joint research on LGBTQ+ and disaster resilience in Japan via interview, questionnaire survey to related organizations and mapping of various kinds of disasters. To further enhance our disaster research efforts, the team collaborates with archaeological and historical researchers at UCL. Additionally, we are partnering with the curators of the Museum of London on community-participatory disaster and art projects. Through these collaborations with a diverse range of stakeholders and researchers, we are able to conduct research that makes a more significant contribution to society.

### **3. Conclusions**

Based on the above-mentioned research activities, there are several main outputs that can be highlighted. Firstly, the concept of cascading disasters was proposed as a magnitude scale using practical examples to illustrate the different levels of the scale. This magnitude scale represents a crucial foundational element for future development, involving the creation of a quantitative means of its application, its integration with other scales designed to measure or assess disaster impacts, and its utilisation in comprehending the broader implications of infrastructure management decisions. Tsunami engineering perspective on important of international scientific network and data sharing in tackling disaster risks and focusing on the most vulnerable was presented during the 2023 IRDR annual conference. In addition, formal agreement has been made between IRIDeS and EPOS on data sharing on tsunami fragility functions and other related damage data through EPOS` s platform. Results from the direct interview and internet survey on early earthquake warning are being analysed. Such finding will not be useful only for Japan but also other earthquake prone countries where such early earthquake warning system is being developed. In addition to LGBTQ+ and DRR in the context of gender and disaster research, research on Disaster Risk Reduction (DRR) for people with disabilities during disasters is also being conducted. This is particularly relevant given the current situation where mothers often serve as the primary caregivers for family members with disabilities. Additionally, a study on women's empowerment during disasters is underway in collaboration with case studies in Nepal and Japan, with further research planned in Turkey. In this manner, international research collaboration is being undertaken with the aim of emphasizing that gender and disasters are not solely issues affecting women, but rather encompass diverse genders. The goal is to incorporate these findings into Disaster Risk Reduction practices from an international perspective and demonstrate their significance as a scientific contribution.

## ALT に向けた防災練習帳の紹介\*

越谷 信 (岩手大学)、原田宏子 (アラスカ大学アンカレッジ校)、小笠原敏記、福留邦洋、山本英和、岡田真介、坂口奈央 (岩手大学)、ダグラス昌子 (カリフォルニア州立大学ロングビーチ校)、泉ゆりか (ユタ州立大学)、片岡裕子 (カリフォルニア州立大学ロングビーチ校)、増山和恵 (カリフォルニア州立大学サクラメント校)、村上千恵 (アラスカ大学フェアバンクス校)、徳田淳子 (カリフォルニア大学サンディエゴ校)

### 1. はじめに

日本では、地震、津波、土砂災害、火山噴火などの様々な災害が頻繁に発生する。このためハードおよびソフトの両面から各種の防災対策が進められてきている。このような防災におけるソフト対策において重要なものの一つが、災害に関わる情報の伝達である。特に、地震や津波など、事前に予知することが難しく、突発的に生起する現象では、短時間で、正確な情報の取得とそれに基づく対応が必要である。このような非常時において、日本語を母語としない外国人は、現場ではほとんど日本語で発信される情報を、時間をかけず、より正しく理解しなければならない。しかしながら、このことは簡単ではないと推測する。私たちの調査でも、対象者は少ないものの、岩手県内で勤務する ALT (外国語指導助手, Assistant Language Teacher) にヒアリングを行ったところ、津波警報などで流れる文言のうち、「地震」や「津波」という言葉は聞き取れていても、「大地震」や「東日本大震災クラスの津波」のようになると、十分に理解できないという例があった。

2022 年度の ALT は約 19,000 人と報告されている (文部科学省, 2023)。2023 年度にはなるが、JET プログラム (語学指導等を行う外国青年招致事業, The Japan Exchange and Teaching Programme) による ALT の出身地は、米国が最も多く、次いで英国、カナダと続き (2023 年 7 月現在, JET プログラムホームページ, <https://jetprogramme.org/ja/>による), 英語を母国語としているものが多い。これはたいへん悲劇的な例であるが、2011 年の東日本大震災においても、岩手県陸前高田市と宮城県石巻市で米国出身の ALT が亡くなっている。

言語が障壁となって災害時の情報伝達が妨げられることなく、このような災禍をなくすため、本研究では、主に ALT を対象とした防災練習帳 Disaster Preparedness Drill Book の作成を行っている。防災練習帳は現在も作成の途上にあるが、講演では、その概要を示す。

### 2. 防災練習帳の構成と内容

本練習帳は、災害の経験、知識および意識が多様な ALT を対象とし、災害時における言語による障壁を取り除くことを目的としていることから、次の 6 章から構成される。それらの内容は、第 1 章: 本練習帳の趣旨、第 2 章: 日本における災害の概要、第 3 章: 災害時に音声として理解しておく必要のある基礎的な用語やフレーズ、第 4・5 章: 地震および津波の基礎知識や時系列に沿って起こる現象や発せられる音声情報 (以下、災害シナリオと呼ぶ)、および第 6 章: 実際の避難訓練を題材にした音声情報の紹介から構成される。なお、各章の詳細については、

---

\*Introducing Disaster Preparedness Drill Book for ALTs by Shin Koshiya, Hiroko Harada, Toshinori Ogasawara, Kunihiko Fukutome, Hidekazu Yamamoto, Shinsuke Okada, Nao Sakaguchi, Masako Douglas, Yurika Izumi, Hiroko Kataoka, Kazue Masuyama, Chisato Murakami, Junko Tokuda

暫定的なもので、今後変更がありうる。災害としては、地震、津波、土砂災害および火山噴火を対象としているが、今回の発表では、災害の基礎知識やシナリオは、地震と津波に関してのみ説明する。その他の災害については、今後、作成することを目指している。本練習帳は、岩手大学の有する Google 社のアカウントを使って、Google サイト、同スライド、および同フォームを利用し、インターネット上で公表する予定である。

本練習帳を利用する者は、Google サイト上にある Top Page にアクセスし、第 1・2 章に進む。第 2 章では、日本には自然災害が多いことおよびそれぞれの災害の概要を学び、防災対策、ここでは災害に関連する日本語習得の重要性を理解してもらう。この学習を経てから、実際の音声練習に進む。第 3 章では、防災のための基本的な日本語を学習する。本章は、4 つのパートに分かれており、(1) 日本の主要災害、(2) テレビ、ラジオ、防災行政無線などで発せられる言葉、(3) 災害時に周囲から発せられる指示に関する言葉、および(4) 否定語を用いた指示に関する言葉の項目から構成される。それぞれの項目内では、言葉をイラスト入りの画面で音声を再生することで学習し (Introduction)、理解度を音声を聞き取り、正解を選ぶというクイズ形式で確認する (Practice)。いくつかの項目では、実際のテレビなどの放送に似せた音声クイズにより内容の理解度を確認する (Challenge)。これらは、馴染みやすいイラストを多く使用し、学習を体系化し、さらに繰り返し練習を行うという言語学習に基づいた構成になっている。第 4・5 章では、それぞれ地震と津波について、(1) 科学的な基礎知識、(2) 時系列的起こる現象とその時の災害情報、および(3) 覚えておきたい言葉の例から構成される。(1) と(2) は、はじめに基礎知識を学習し、それに関連したクイズに解答し、解答をチェックするという形式で作成している。第 6 章は、利用者の理解の促進を図るため、岩手県大船渡市防災管理室および大槌町安渡地区町内会から提供いただいた地震・津波防災訓練の実際の音声や動画を編集し、提供する。

### 3. おわりに

田村 (2017) によると、災害時に外国人がスムーズに避難行動などに移行できるためには、ストック情報とフロー情報の両方が機能することが重要であるとしている。ストック情報とは、事前に自分のいる地域での災害の特徴、地域の地理、避難方法や避難先などの事前に蓄えておく知識のことであり、フロー情報とは、災害発生時に発せられる危険情報や対応情報のことである。本練習帳では、フロー情報である災害時に発せられる言語の理解力を向上させることを主な目的としていることから、ストック情報の提供は、必要最小限に留めている。ストック情報の外国語による提供は様々な機関の努力がなされてきているが、十分とはいえないところがある。今後、ALT 等の外国人が、災害の地域性や個別性に対応できるように、ストック情報とフロー情報の両方を含む災害情報の整備が一層望まれる。

**謝辞:** 本研究は、JSPS 科研費 21K04583 の助成を受けた。また、いわて防人リーダーBANK (防災の学び・交流の場) プロジェクト (トヨタ財団 2022 年度国内助成プログラム) を使用した。

**文献:** 文部科学省, 2023, 令和 4 年度「英語教育実施状況調査」概要. [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/kokusai/gaikokugo/1415043\\_00004.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/kokusai/gaikokugo/1415043_00004.htm); 田村太郎, 2017, 災害時における外国人への対応, 自治体国際フォーラム, 332, 6, 2-4.

# 岩手県内の自主防災組織における災害曝露認識の変化について\*

山形大学地域教育文化学部 熊谷 誠

岩手大学理工学部 南 正昭

## 1. はじめに

岩手県では令和4年度に自主防災組織の組織率が88.5%に達しており、全国平均を上回る。平成29年度、令和3年度には岩手県が県内の組織を対象に活動実態調査を行っており、筆者らは、これらの調査データを用いて自主防災組織における災害曝露可能性の認識とその傾向、活動実態の経年変化といった点に着目して分析した結果をこれまで報告してきた。

## 2. 本調査の目的

本調査では、自主防災組織における災害曝露可能性の認識の推移、そして「地域防災マップの作成」や「避難訓練」といった減災に直結する取り組みを行っている組織の傾向について捉えることを目的とした。

## 3. 調査の方法・概要

本調査では、先に述べた岩手県がこれまで行った2度の自主防災組織活動実態調査の結果を用いた分析を行う。岩手県の調査の概要は右表1に示す通り。

表-1 調査の概要

調査対象	岩手県内の自主防災組織	
調査方法	市町村窓口より配布・郵送回収	
調査期間	平成29年11月～ 平成30年3月	令和3年12月～ 令和4年2月
対象数	2,236	2,123
回収数	1,794	1,503
回収率	80.2%	70.8%

## 4. 結果

### (1) 自地域の災害曝露可能性の認識

自主防災組織において自然災害の曝露可能性がある範囲の認識を尋ねた結果について平成29年度、令和3年度の結果を並記したのが右図1である。これをみると「洪水浸水想定地域」、「土砂災害警戒区域」、「火山災害警戒区域」は令和3年度調査時にポイントの増加傾向がみられた。一方、「津波災害警戒区域」、「いずれもない」は減少傾向がみられた。

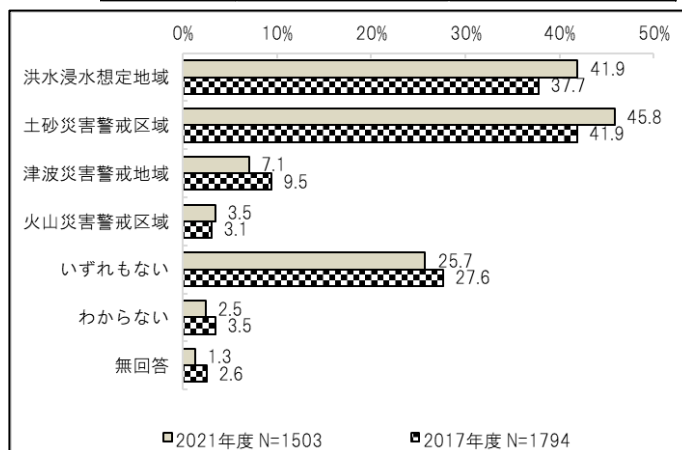


図-1 自地域の災害危険性の認識<sup>1)</sup>

### (2) 災害曝露可能性の認識と防災（避難）訓練の実施状況

災害曝露可能性を認識している災害の危険範囲について、その自然災害の種別に対応した防災（避難）訓練の実施状況についてクロス集計表にまとめたものが右の図2である。図中では、地域で認識している災害に対応した防災（避難）訓練が十分に行われている組み合わせについてはセルを青色で、対応がなされていない、あるいは不足している組み合わせについてはセル

\* Changes in recognition of disaster risks in Iwate Prefecture's voluntary disaster prevention organizations by Makoto Kumagai

を赤色でマークしている。結果をみると訓練に不足がない組織数は 103，不足があった組織数は 114 となっており，不足のある組織のうち「地震」，または「火災」のみの訓練を実施して不足の判定となったものが 62 組織（54.3%）あった。

	災害曝露可能性の認識											総計
	1洪水浸水	2土砂災害	3津波	4火山	7洪水・土砂	8洪水・津波	9洪水・火山	10土砂・津波	11土砂・火山	5いずれもない	6わからない	
1地震	6	9		1	4				1	15		36
2火災	11	15		1	14					15	1	57
3洪水	16	2			3					4		25
4土砂災害		9			1				1			11
5津波		3	6		6	1		9				25
6火山												0
7種別は不明	10	6		2	2		1	1		11		33
8地震・火災	3	4		1	4					10		22
9地震・洪水	5				4							9
10地震・土砂		2										2
11地震・津波			1		3							4
12地震・火山							1					1
13火災・洪水	4	1										5
14火災・土砂		1										1
15火災・火山				1								1
16洪水・土砂	1	7			11							19
17洪水・津波			1		1							2
18土砂・津波		1			2			1				4
19土砂・火山									1			1
20地震・火災・洪水	7				2	1				1		11
21地震・洪水・土砂	1	2			4					1		8
22地震・土砂・津波		1						1				2
23火災・洪水・土砂					3							3
24洪水・土砂・津波					4							4
25地震・火災・土砂		1			1							2
26地震・火災・洪水・土砂		2			2							4
27地震・火災・土砂・津波					1							1
28地震・火災・洪水・火山	1											1
29地震・洪水・土砂・津波					5							5
30地震・洪水・土砂・火山				1								1
31火災・洪水・土砂・火山					1							1
無回答	240	271	9	15	216	6	12	26	3	322	36	1156
総計	305	337	17	22	294	8	14	39	5	379	37	1457

曝露可能性の認識と防災（避難）訓練の実施状況

■ 認識している災害に対応する訓練を実施している=103

■ 認識している災害に対応する訓練の実施が不足している=114

図-2 災害危険範囲の認識と防災（避難）訓練の実施状況

## 5. 考察

自地域の災害危険性の認識において「洪水浸水想定地域」，「土砂災害警戒区域」の項目が増加傾向となった理由として，洪水浸水では前回調査の前後に指定河川の想定最大規模の洪水予測が示されたこと，土砂災害では新たに警戒区域に指定された箇所が生じたこと，そしてこれらを反映した新たなハザードマップや防災マップの作成配布がなされたことなどが考えられる。対して「津波災害警戒地域」の減少傾向については，新たな警戒区域の設定や復興工事の完了による地域の変容等が影響している可能性がある。

災害曝露可能性の認識と防災（避難）訓練の実施状況の結果では，認識している災害が単独かつ実施している訓練種類も単独とする組織が 79 あり，そのうち認識する災害に対応した訓練実績を持つ組織は 31 で約 3 割程度の対応にとどまっていた。また，単独での訓練実績では「火災」，「地震」が群を抜いて多く，他に曝露可能性の認識を持つ災害がある場合も，優先的に取り組まれてきたことがうかがわれる。このことは，複数の訓練を組み合わせた場合でも「地震」または「火災」が基本的な組み合わせの要素として多分に含まれることから察せられる。

## 参考文献

- 1) 岩手県：令和 3 年度岩手県自主防災組織実態調査

# 災害時における水素燃料電池の活用に関する一考察\*

東北大学災害科学国際研究所 柴山明寛，鎌田健一，今村文彦

東北大学大学院工学研究科 王義飛

トヨタ自動車株式会社 山崎大地，原弘毅

## 1. はじめに

地震等の大規模災害時において送電線の断線や発電所・変電所の停止などにより，停電が発生し，社会生活が著しく低下するとともに，医療などの生命維持が困難を極め，さらに，応急対応や復旧の遅延に繋がる．近年の大規模災害において長期間の大規模な停電が発生した事例としては，2011年3月11日東北地方大平沖地震（以下，東日本大震災）や2018年北海道胆振東部地震（以下，胆振東部地震）と言える．東日本大震災では，東北電力管内において，約486万戸の停電が発生し，発災から3日目で80%の停電が解消，8日目で94%の停電が解消，同年6月18日に停電復旧が可能な箇所のすべてが復旧し，3ヵ月間に及ぶ停電が発生した<sup>1)</sup>．胆振東部地震では，日本初のブラックアウトとなり，発災当日に北海道全戸の約295万戸が約1日間の停電が発生し，3日後には厚真町の一部を除いて停電が解消された<sup>2)</sup>．また，1995年兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）では，約6日間で停電解消，2016年熊本地震では約5日間で停電解消，令和元年台風15号（令和元年房総半島台風）では2週間で停電解消，令和元年台風19号（令和元年東日本台風）では，4日間で停電が解消された．このように地震や風水害により，数日から数週間の停電が発生している．また，小規模な地震や風水害でも短期間ではあるが停電が発生している．

自然災害の影響による停電が発生しても社会機能や社会生活が低下しないように，BCP対策として企業や避難施設等は，非常用発電設備の導入を進めている．しかしながら，非常用発電設備の石油関連で稼働するものも多く，カーボンニュートラルを目指す世界的な環境対策には適しているとは言えない．そのため，近年水素燃料電池に着目した非常用発電の利用などの研究が進められている．そこで本研究では，災害時における水素燃料電池の活用の一考察をするとともに，FCバスによる避難所への冷房実験について報告する．

## 2. 避難所における非常用発電設備について

文部科学省では，「避難所となる公立学校施設の防災機能に関する調査」<sup>3)</sup>を定期的実施しており，平成29年4月時点の調査結果では，自家発電設備等を保有状況が30,994校の内，53.4%であった．令和4年12月時点の調査結果では，29,856校の内，60.9%と徐々に導入率が高まっている．避難所に導入されている自家発電設備としては，可搬式の発電機や再生可能エネルギー設備（太陽光発電設備，風力発電設備，小水発電設備，バイオマス発電設備と燃料電池等），蓄電池（電気自動車）などが挙げられる．特に多いのは，導入費も安く，扱いが容易な可搬式の発電機ではあるが，小型のタイプでガソリン式の場合，ガソリンを継ぎ足し無しで1日程度使用できるものはほとんど無い．常時1500W程度の家電を接続して出力した場合は，半日程度

---

\*Consideration of the Use of Hydrogen Fuel Cells in Disaster Situations by Akihiro Shibayama

しか使用できない。その他にも欠点としては、排気ガスや稼働騒音などが発生する問題もある。

再生エネルギー設備の導入も盛んに行われているが、普及途上であるために導入費用が比較的高額である。また、その他にそれぞれの設備で一長一短があり、太陽光発電は日射の問題、風力発電では常時風量の確保の問題、小水発電では設置できる場所が限定される問題、バイオマス発電は資源の収集・運搬等の問題などがある。本研究の対象である水素による燃料電池についても全体的にコストが高いなどの問題がある。携帯電話の充電などの必要最低限の電源供給であれば、小型発電機でも対応は可能である。しかしながら、夏場での大規模災害の場合、小型発電機では熱中症予防のための空調機の稼働までには対応することが難しい。したがって、空調機の稼働まで視野に入れた場合、大規模な非常用発電機の導入が必要であるが、上記の通り、コストが高い問題がある。そのため、定置型の大規模な非常用発電機ではなく、移動が可能かつ発電が可能なものとして、電気自動車(EV)や水素を燃料とした燃料電池車などがある。そこで、定置型に代わる大規模発電容量を持ったFCバスによる実験することとした。

### 3. FCバスによる避難所への冷房実験

2023年8月24日、25日に福島県いわき市においてFCバスを用いた冷房実験を実施した。実験に用いた車両は、常磐交通社所有のFCバス(トヨタ自動車製SORA)を用いた。実験場所としては、指定避難所である中央台公民館のほぼ同じ室内面積の会議室を2部屋で行った。実験では、一つの会議室には、FCバスから外部給電器を用いてポータブル空調機(1,500W)を2台で冷やす実験、もう一つの会議室には、FCバスの空調から直接冷気を送り込む実験を実施した。その結果、屋外が35℃、空調なしの部屋温度が33℃の状況から5℃程度低下させることができ、両方法ともに会議室を暑さ指標(WBGT)について嚴重警戒から注意まで下げることができた。また、FCバスの水素燃料が満タン状態であれば、2日間程度が使用できることがわかった。

### 4. まとめ

災害時における水素燃料電池の活用として、指定避難所の非常用発電設備での活用について一考察をするとともに、FCバスによる避難所への冷房実験について報告した。今後も様々な実証実験を行い、その他の使用方法についても検証する予定である。

### 参考文献

- 1) 内閣府, 東日本大震災関連情報, <https://www.bousai.go.jp/2011daishinsai/index.html>, (参照: 2023.10.1)
- 2) 内閣府, 平成30年北海道胆振東部地震に係る被害状況等について, [https://www.bousai.go.jp/updates/h30jishin\\_hokkaido/index.html](https://www.bousai.go.jp/updates/h30jishin_hokkaido/index.html), (参照: 2023.10.1)
- 3) 文部科学省, 避難所となる公立学校施設の防災機能に関する調査の結果について, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shisetu/bousai/1420458.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/bousai/1420458.htm), (参照: 2023.10.1)