令和4年度 東北地域災害科学研究集会 講演予稿集

開催: 令和4年12月26日(月) · 27日(火)

会場:弘前大学創立50周年記念会館

<第1会場>

弘前大学創立50周年記念会館 岩木ホール

第1部 12月26日(月)13:00~14:15

(司会:渡辺 一也先生)

第2部 12月27日(火)10:00~11:30

(司会:梅田 浩司先生)

第3部 12月27日(火)12:30~14:00

(司会:佐藤 健先生)

第4部 12月27日(火)14:15~15:30

(司会:熊谷 誠先生)

R4東北地域災害科学研究集会 発表プログラム 第1会場(岩木ホール)

	【第1部】司会:	会: 渡辺一也先生						
		13:00-13:15	河道内の植生および流木が洪水流に与える影響に関する検討	○大森蒼士(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)				
		13:15-13:30	豪雨に伴い発生する流木の樹皮剥離過程に関する水理実験	〇高谷快斗(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月26日(月)	第1部	13:30-13:45	UAVを用いた馬場目川の砂州挙動と河床変動に関する研究	〇自見寿孝·齋藤憲寿·渡辺一也(秋田大学大学院理工学研究科)				
(第1会場)		13:45-14:00	東北地方の高速道路法面の豪雨による崩壊に関する素因・誘因分析	〇米澤翔吾·大塚智貴·加村晃良·風間基樹(東北大学)				
		14:00-14:15	令和4年8月3日の大雨による岩手県一戸町内の被害について	松林由里子(岩手大学理工学部),〇紺野矩彦(岩手大学大学院 総合科学研究科)				
		14:15-15:00	休憩					
		15:00-17:00	公開講演(みちの〈ホール)					

		9:00~9:50	0~9:50 地区総会(岩木ホール)						
	【第2部】司会	: 梅田浩司	先生						
		10:00-10:15	Preliminary report of multi-descriptional analyses on sandy event deposits at Ajigasawa, northern Japan	〇岡田里奈·梅田浩司(弘前大学)、鎌滝孝信(岡山理科大学)					
		10:15-10:30	津軽半島,中里川の破堤堆積物について:令和4年8月前線大雨に伴う現世イベント堆積物	○小林祐登·岡田里奈·井口沙綾·梅田浩司(弘前大学理工学部)、鄒 青穎(弘前大学農学生命学部)					
	第2部	10:30-10:45	イベント堆積物と通常堆積物中の石英砕屑粒子の微細構造	○佐藤紗理奈·長尾優樹·梅田浩司(弘前大学理工学部)					
	Na T Mb	10:45-11:00	下北半島、関根浜のイベント堆積物について	○木村雄大,阿保隆二,岡田里奈,梅田浩司(弘前大学理工学部)					
		11:00-11:15	秋田県、象潟層に含まれるイベント堆積物と珪藻化石	〇阿保隆二·岡田里奈·梅田浩司(弘前大学理工学部)、鎌滝孝信(岡山理科大学)					
		11:15-11:30	八郎潟干拓地に湧出する高濃度リン酸の回収に適した副産物の探求	○齋藤憲寿·加賀谷史(秋田大学大学院理工学研究科)					
		1130-1230	昼食						
	【第3部】司会	: 佐藤健先	生						
12月27日(火) (第1会場)		12:30-12:45	十和田石端材を原料とする石材の作製法に関する検討	〇加賀谷 史, 齋藤 憲寿, 南田 悠(秋田大学)					
(为1五物)		12:45-13:00	高炉スラグ微粉末を用いた田沢湖の水質改善に関する検討	○南田悠・齋藤憲寿・加賀谷史・佐々木明日香・網田和宏(秋田大学大学院理工学研究科)					
	第3部	13:00-13:15	ロードセルを用いた津波漂流物の衝突力に関する検討	高橋陸(秋田大学理工学部)、齋藤憲寿・渡辺一也(秋田大学大学院理工学研究科)					
	Эзоць	13:15-13:30	複数のオイルタンク群に作用する津波荷重の水理模型実験	〇寺本尚史、丁 威、植松 康(秋田工業高等専門学校)、小幡 昭彦(秋田県立大学)					
		13:30-13:45	津波氾濫流による抗力の評価におけるフルード数と抗力係数	松冨英夫(中央大学研究開発機構)					
		13:45-14:00	津波に対する緊急避難場所の学校教員による優先度評価	〇佐藤 健(東北大学災害科学国際研究所)、桜井愛子(東北大学災害科学国際研究所)、村山良之(山形大学)、熊谷 誠(山形大学)、北浦早苗					
ı		14:00-14:15	休憩						
	【第4部】司会	: 熊谷誠名	先生						
		14:15-14:30	避難行動解析に基づく地域条件を考慮した津波避難に関する研究	○堀合紳弥・立花郁巳・遠藤貫太・高瀬慎介・加藤雅也・武山泰〈八戸工業大学大学院〉					
		14:30-14:45	集客施設による避難訓練の取組みと観光危機管理の観点からの考察	〇山田修司(東日本大震災·原子力災害伝承館)					
	第4部	14:45-15:00	岩手県内における自主防災組織の活動実態について	〇熊谷誠(山形大学地域教育文化学部)、南正昭(岩手大学理工学部)					
		15:00-15:15	名取市閖上地区における人口増減と学校再建に着目した持続可能な地域再建に関する考察	〇五十嵐凜(東北大学工学研究科) 佐藤健(東北大学災害科学国際研究所)					
		15:15-15:30	災害後人口移動の年齢別構造の分析	○奥村誠(東北大学災害科学国際研究所),元井初音(復建調査設計株式会社)					

<第1会場 岩木ホール>

一 第 1 部 (5 題) -

司会:渡辺 一也 先生

12月26日(月)13:00~14:15

河道内の植生および流木が洪水流に与える影響に関する検討*

秋田大学理工学部 大森蒼士 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

河川流域には多くの植生と樹木が存在している。河道内の植生は流水抵抗の働きをし、洪水時の水位上昇を促す。河道周辺の樹木は洪水時や大規模出水時に発生する土砂崩れや河岸の崩壊により流木となる。これにより、氾濫水とともに市街地に流木が流入し、市民や家屋に被害が生じることがあるため、適切な河川整備が必要である。既往研究 1)2)では植生に関する洪水時の検討や、洪水時の流木の挙動に関する研究が行われてきたが、植生と流木が相互作用した際の洪水時の検討については行われていない。そこで本研究では水理模型実験を行い、植生の密度と流木長による水位上昇量について検討した。

2. 研究方法

本研究で用いた植生モデルと水位計測箇所を図 1 に示す。植生モデルは剛体な植生を模擬するため真鍮を用い,直径 6 mm 高さ 50 mm とした。密生度は 2 種類とし,高密生度(50 mm 間隔 25 本)と低密生度(100 mm 間隔 9 本)とした。実験で用いる流木モデルを図 2 に示す。材質は秋田県に広く分布している杉を用い,流木長を 200 mm, 150 mm, 100 mm とした。実験方法として,流量は $0.005 \, \mathrm{m}^3/\mathrm{s}$ 流し,流木モデルを上流から流木長別に $40 \, \mathrm{a}$ 本流下させ流木の挙動を撮影し,各地点の水位をポイントゲージで計測した。

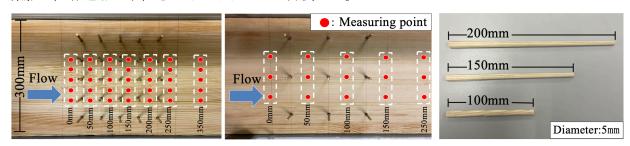


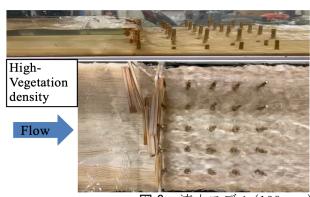
図1 用いた植生モデルと計測箇所(左:高密生度,右:低密生度)

図2 流木モデル

3. 結果

流木の挙動を撮影したものを図3に示す。写真は密生度の違いによる影響が顕著に見られた 流木長100 mm を用いた実験であり、流木モデルが植生モデルに堆積した時のものである。高 密生度時は38本堆積し、低密生度時は22本堆積した。堆積時の様子を比較すると、高密生度 時の方が堆積した流木の影響で1列目の水位が大幅に上昇し、2列目の水位が低下しているこ とが分かった。低密生度の植生モデルの場合、流木モデルの殆どが植生間を通過し下流へと流 下したため、流木による影響は少なかった。

^{*}Study of the influence of vegetation and driftwood in the river channel by Soshi OMORI, Yoshitaka JIKEN, Noritoshi SAITO and Kazuya WATANABE



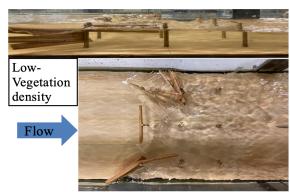
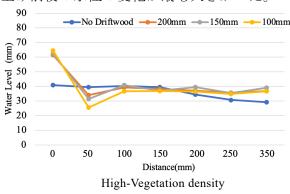


図 3 流木モデル (100 mm) が植生モデルに堆積した様子

また、各列における水位の変化を**図 4** に示す。流木長に関係なく、1 列目の水位が大幅に上昇し2 列目に大きく下降している。流木モデルの長さ別に結果を比較すると、高密生度モデルの場合、100 mm の流木が堰上げ前と堰上げ後の水位の変化が最も大きかった。また、低密生度モデルの場合、200 mm の流木の流下量が少なく、堰上がる流木の本数が最も多かったため、堰上げ前後の水位の変化が最も大きかった。



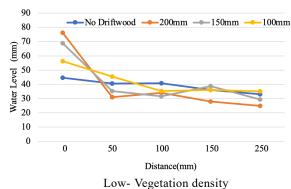


図4 植生と水位の関係

4. おわりに

本研究では、植生の密度と流木長による水位上昇量について検討を行った。その結果、流木が堆積した際に密生度に関わらず水位が大きく上昇した。高密生度の場合どの流木長も1列目に上昇し2列目に低下しており、低密生度の場合1列目に上昇し2列目以降は流木なしの状態に近い水位となっている。よって、流木長の影響は高密生度のみに現れると考えられる。また、水位の変化に伴って流速も変化することから、上流から流下してくる流木が河道内障害物に衝突せずに下流まで流れていくような河川環境整備が重要になると考えられる。

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、謝意を表する。

参考文献

1)溝口敦子: 直立性植生内の流速鉛直分布荷底面粗度が及ぼす影響の実験的検討, 土木学会論 文集 A2 (応用力学), Vol.74, No.1, 38-50, 2018.

2)初田直彦, 赤堀良介, 清水康行: 蛇行流路の流体場と流木の挙動に関する実験と数値解析, 土木学会論文集 A2(応用力学), Vol68, No.2(応用力学論文集 Vol.15), I 415-I 422, 2012.

豪雨に伴い発生する流木の樹皮剥離に関する水理実験*

秋田大学理工学部 高谷快斗 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

近年全国各地で台風などの豪雨に伴い、大量の水や土砂とともに流域の森林から樹木が流木となり流出し周辺地域の家屋や橋梁に被害を与えている 1)。流木の樹皮は流下中に剥離が進行するが、この樹皮剥離過程を明らかにすることで、流木の流下時間と樹皮剥離の進行度の関係から、流木の発生源を推定することに繋がり、今後の森林管理にとって有用である。また、既往の研究 2/3)では杉の枝や杉の樹皮から作製された流木モデルを用いているが、実験のケースが少なかった。

そこで本研究では、樹皮を用いた流木モデルでの実験のケースを増やし流木の樹皮剥離過程を検 討した。

2. 実験方法

実験に使用した平面循環水路の概要を図1 に示す。図2に作製した流木モデルの側面図と 断面図を示す。流木モデルは全長 22.0 cm, 樹 皮の部分を17.0 cm とした。さらに剥離箇所を 画像で確認するために樹皮全体に白色のスプ レーを塗布した。固定方法としては、クランプ で流木モデル上部の芯材を挟むことで水路に 固定した。使用土砂に関して既往研究で使用さ れた粒径に近似させるため各粒径の土砂量を 調整した。均等係数は 7.79 である。土砂層厚 は 4.0 cm, 水位は 14.0 cm である。また土砂を 常に衝突させるため、流木モデル下流側に堆積 した土砂を循環させながら実験を行った。実験 時間は480分とし、30分おきにポンプを止め、 流木モデルの樹皮部分計4面を撮影した。剥離 の評価は画像解析で行い, 樹皮全体の面積 (pixel) と剥離した箇所の面積 (pixel) を求め、 以下の式(1)に示す剥離率(%)とした。

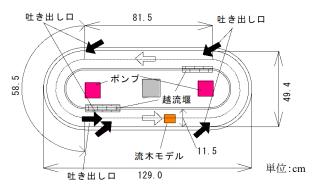


図1 平面循環水路図 3)



図2 流木モデル

^{*}Hydraulic Experiment on the Bark Peeling of Driftwood generated by Heavy Rainfall by Kaito TAKAYA, Yoshitaka JIKEN, Noritoshi SAITO and Kazuya WATANABE

3. 結果

本研究 1 回目の実験から得られた剥離率の結果を図 3 に示す。上流側(Upstream)では 480 分後に13.96%,側面 2 (Side2)でも13.50%という近い値となった。一方,上流側よりも土砂が衝突しにくい下流側(Downstream)は最大剥離率 3.51%となり,側面 1 (Side1)でも剥離の進行が見られず 3.25%となった。下流側には土砂が堆積して衝突が生じないためこのような結果となった。側面 1 と側面 2 で差が生じた原因としては,土砂を衝突させる際に左右で偏りが生じたことが考えられる。

さらに、本研究 (Case1) と既往研究 3) (Case2) の上流側の剥離率を比較した結果を図4に示す。本研究では計3回の実験を行い、平均値をとった。最大剥離率では9.13%ほどの差が確認できた。また序盤は本研究で剥離率が高かったが240分以降は既往研究よりも剥離の進行が緩やかになっている。これは240分までに大きめの樹皮部分が剥離し、その後細かい樹皮の剥離が確認できたため、このような結果になったと考えられる。剥離の例として流木モデル上流側の流下時間ごとの樹皮剥離の様子を図5に示す。大きい土砂は河床に沿って流れ流木モデルに衝突し、細かい粒径の土砂は水中で浮き上部に衝突しやすいため、下部と比較して上部はより細かい剥離であると考えられる。

図3 流下時間ごとの剥離率

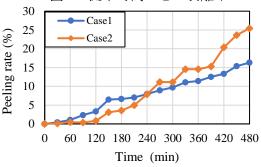


図4 上流側の剥離率比較

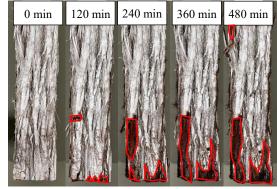


図5 流下時間ごとの剥離の様子

4. おわりに 木平空では

本研究では、平面循環水路を用いて流木モデルの樹皮が剥離する様子を観察した。その結果、流木モデル下部は、主に河床を移動する粒径が大きい土砂の影響で剥離し、粒径が細かい土砂は上部の剥離に影響していることが分かった。

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、謝意を表する。

参考文献

- 1) 石川芳治, 水山高久, 福澤 誠: 土石流に伴う流木の発生及び流下機構, 砂防学会誌, 第 42 巻 3 号, pp.4-10, 1989.
- 2) 谷口隼也,齋藤憲寿,渡辺一也:平面循環水路を用いた樹皮の剥離過程に関する検討,令和元年度土木学会東北支部技術研究発表会,II-40,2020.
- 3) 佐藤 丈,谷口隼也,齋藤憲寿,渡辺一也:流木モデルを用いた樹皮の剥離過程に関する水理 実験,東北地域災害科学研究集会,第 57 巻,pp.29-34,2020.

UAV を用いた馬場目川の砂州挙動と河床変動に関する研究*

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

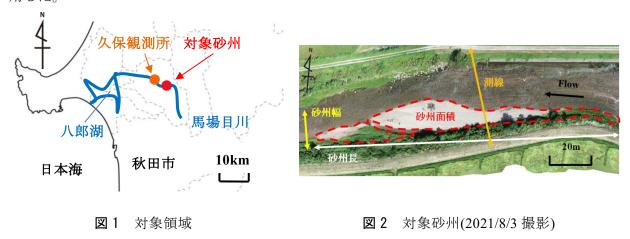
1. はじめに

近年,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 2022 年 8 月上旬から中旬にかけて県の北部を中心に総降水量 400 mm の大雨による河川氾濫,浸水被害などが生じている 1)。河道に形成される砂州は流れを蛇行させる大きな原因であり,河道の変遷および護岸の被災と大きく関係するため,河道管理において砂州の挙動の把握は重要な課題とされている。被害を少なくするためには,高頻度かつ高精度なデータの蓄積が必要であるが,現状として二級河川においてこのようなデータの取得は困難である。そこで,比較的容易かつ低コストで空中写真を入手できる UAV に着目した。

本研究では、馬場目川の中流域において UAV を用いて写真を撮影し、その写真から定量的に砂州の動きや変化を観察し、砂州の挙動について定量的に評価した。また、砂州上で横断測量を行い、洪水前後の河床変動を検討した。

2. 研究方法

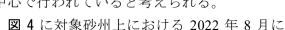
図 1 に対象領域である馬場目川中流域と久保観測所の位置を示す。馬場目川は流域面積910.5 m², 幹川流路延長 47.5 km の秋田県内最大の二級河川である。図 2 に現地の横断測線と対象砂州と砂州長、砂州幅の例を示す。本研究では、対象を UAV で撮影し、SfM 技術を用いて復元した画像を用いて水面上の砂州から面積、砂州幅(流路に対して垂直方向の最大の長さ)、砂州長(砂州の流路方向の最大の長さ)を求め、水位データとともにそれらの関係性を既往研究²⁾の結果に加えて検討した。対象領域は秋田県五城目町平の下地区に位置する河川湾曲部後の左岸の砂州である。また、水位は対象領域から数 km 下流に位置する久保観測所のデータを利用した。



^{*}Study on the Behavior of the Sandbar Using UAV and Riverbed Fluctuations in Babame River by Yoshitaka JIKEN, Noritoshi SAITO and Kazuya WATANABE

3. 結果

図3に既往研究2)(2017/9/11~2018/11/28) と本研究で観測した日の砂州面積 A (m²) と 久保観測所の水位 η(m), および砂州幅 B(m) の関係を示す。これをみると、平常水位であ る 0.88 m より水位が低い場合,砂州面積が急 激に増加する傾向にあった。砂州幅と砂州面 積の関係を見ると、砂州幅が1m長くなる毎 に砂州面積は 300 m² 増加していることが分 かった。また,砂州長と砂州幅の関係を検討 したところ,砂州長が大きくなると,砂州幅 が大きくなることが分かった。このことか ら,対象砂州において,砂州面積の変化には 水位と砂州幅,砂州長の全てが関わってい る。そのため、砂州の流出や再形成は砂州長 が変化する上流側と,砂州幅が変化する河道 中心で行われていると考えられる。



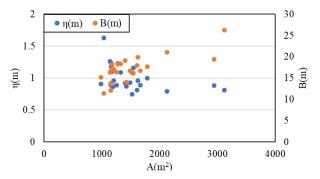


図3 砂州面積と水位・砂州幅の関係

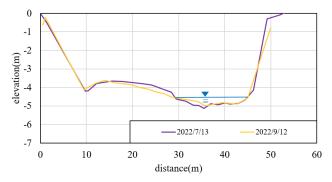


図4 対象砂州上の横断測量結果

発生した洪水前後の横断測量結果を示す。対象領域において平常水位は 0.88 m 付近であり、水位 2 m 前後の洪水で砂州は浸水していた。久保観測所のデータによると、この期間に氾濫危険水位 3.4 m を超えた日が 2 日間、水位 2 m を超えた日が 6 日間存在した。これを見ると、砂州が存在する左岸側で洪水後土砂が洗掘されており、河道中心では土砂が堆積していた。横断測量結果から、砂州面積の変化に水位と河道中心の影響が関係しているのではないかと考えられる。

4. おわりに

本研究では、UAVの空中写真から砂州面積と水位、砂州幅、砂州長の関係を定量的に検討した。その結果、砂州の流出や再形成は上流側と河道中心で行われていると考えられる。今後は砂州の挙動について時系列的な評価を検討していく予定である。

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、謝意を表する。

参考文献

1)秋田地方気象台:秋田県災害時気象資料

https://www.jma-net.go.jp/akita/data/saigai/pdf/saigai 20220808 15akita.pdf> (2022/11/3 閲覧)

2)藤澤尚矢,渡辺一也,齋藤憲寿,植木洸太朗:馬場目川を対象とした河道内砂州の挙動に関する検討,土木学会論文集 G(環境), Vol.75, No.5, I 275-I 280, 2019.

東北地方の高速道路法面の豪雨による崩壊に関する素因・誘因分析

東北大学 米澤翔吾 大塚智貴 加村晃良 風間基樹

1. はじめに

東北地方の高速道路法面において、降雨を誘因として崩壊した事例が切土で138件、盛土では103件報告されている(記録を残している1993年以降)。高速道路の予防保全の観点で、降雨による崩壊リスクが高い法面を効果的に抽出する手法が求められている。本研究では、東北地方の高速道路の切土・盛土全管理法面に対し、地山の特性である素因と、法面崩壊に関連付けられた降雨イベントを誘因としてデータベース化した。さらに、素因と誘因各々について法面崩壊との関連性を分析した。

2. 分析方法

本研究の分析方法として、ランダムフォレストを採用した。本手法は、素因の質的なデータと素因・誘因の量的なデータを混合した説明変数であっても、崩壊・非崩壊の二値分類問題を目的変数として分析可能なものである。説明変数を任意に変更でき、選択した説明変数の中での重要度を評価できる。本稿では、2019年までに蓄積された東北地方における高速道路の全切土法面(法面 6903 箇所、うち崩壊 138 箇所)および全盛土法面(法面 16896 箇所、うち崩壊 103 箇所)

を対象とした。これらの法面データを素因,崩壊 に関連する降雨イベントを誘因とし,分析を実施 した。

3. 分析結果

(1) 素因

切土と盛土各々について、素因の分析結果のうち上位にきた要因を表 1 および表 2 に示す。各素因が法面の崩壊判定にどの程度寄与しているかを指標「重要度」として示した。切土・盛土ともに、集水面積が最も上位となった。この傾向は、降雨を誘因とする法面崩壊においては、マクロな地形の集水効果が有意に影響していることを示すものである。ここで集水面積は、山崎らの公開データリの上流集水面積と各法面の位置座標との対応より算出したものである。地質については,スレーキング性や花崗岩、地形については集水型傾斜が上位にきており、長尾ら2)や大塚ら3)による先行研究と同様の傾向を示すが、この差が有意なのかどうかについては検討の余地がある。図 1 には、盛土

表1 降雨による崩壊を対象とした切土の 素因各項目の重要度(上位のみ表示)

来四百次日 <u>0</u> 0里安及(工匠00	X4X/11/
素因	重要度
集水面積	0.566
法面段数	0.119
法面勾配	0.087
地形 (集水型傾斜)	0.024
地質(花崗岩)	0.018
対策工無し	0.017
土砂災害危険個所指定無し	0.017
地質(スレーキング性の岩)	0.017
地質(土砂)	0.017

表2 降雨による崩壊を対象とした盛土の 素因各項目の重要度(上位のみ表示)

素因	重要度
 集水面積	0.661
法面段数	0.082
法面勾配	0.060
集水型傾斜地形	0.023
盛土材(スレーキング性の岩)	0.018
盛土材(粘性土)	0.016
盛土材(砂質土)	0.015

An Analysis of Predisposing and Inciting Factors for Failure of Expressway Slopes Due to Heavy Rainfall in the Tohoku Region by Shogo Yonezawa

を例として, 崩壊と非崩壊に分類した集水面積の確率密度分布を示している。崩壊の場合では, 有意に集水面積が大きい分布となっていることが分かる。

(2) 誘因

ランダムフォレストで分析した結果を表3および表4に示す。降雨データは、各時間区切りにおける時間雨量と、過去1週間(168時間)での時間最大雨量を用いた。各時間区切りは、法面崩壊の発見時刻から遡った時間帯であり、実際の崩壊時刻と必ずしも一致しないことに注意が必要である。結果を見ると、切土は崩壊発見前24時間の雨量、盛土は崩壊発見前24-48時間の雨量が最上位となっている。これは、崩壊直前にまとまった雨量があったことの影響であるが、盛土が切土よりも遡った時間雨量(24-48時間)の影響を受けることについては、実際の崩壊時刻と発見時刻のラグによる可能性も考えられる。ただし、切土・盛土ともに土壌雨量指数の重要度が高いことから、このような指標を各種雨量データと組み合わせて使用することで、誘因としてのデータベースの信頼性を向上できると考えられる。

4. 結論

本研究では以下の結論が得られた。

- 1) 素因項目の重要度では、集水面積は法面の崩壊・ 非崩壊判定において有意に寄与している。集水面 積が大きいほうが崩壊しやすい傾向にある。
- 2) 誘因項目の重要度では,切土は崩壊発見前 24 時間 の雨量,盛土は崩壊発見前 24-48 時間の雨量が最上 位となった。土壌雨量指数は切土,盛土ともに上 位となり,使用に値すると考えられる。

謝辞 多数のデータをご提供頂いた東日本高速道路株式会社東北支社,株式会社ネクスコエンジニアリング東北の関係各位に対し,ここに記して謝意を表します。

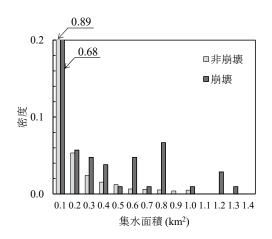


図1 崩壊と非崩壊に分類した場合の 集水面積の確率密度分布(盛土)

表3 降雨による崩壊を対象とした切土の 誘因各項目の重要度

誘因	重要度
0-24時間雨量	0.195
土壌雨量指数(SWI)	0.186
72-168時間雨量	0.170
24-48時間雨量	0.137
経過年数	0.115
48-72時間雨量	0.114
一時間最大雨量	0.083

表 4 降雨による崩壊を対象とした盛土の 誘因各項目の重要度

	重要度
24-48時間雨量	0.222
0-24時間雨量	0.181
土壌雨量指数(SWI)	0.175
72-168時間雨量	0.146
48-72時間雨量	0.145
経過年数	0.073
一時間最大雨量	0.057

参考文献

- 1) 山崎大, 冨樫冴佳, 竹島滉, 佐山敬洋:日本全域高解像度の表面流向データ整備,土木学会論文集 B1 (水工学),第 75 巻,5 号,I 163-I 168,2018.
- 2) 長尾和之,澤野幸輝, 松崎孝汰, 加村晃良, 風間基樹:被災のり面データに基づく東北地方の豪雨による高速道路のり面の 崩壊素因の評価の試み, 土木学会論文集 C (地圏工学),第 76 巻,3 号,pp.235-253,2020.
- 3) 大塚智貴, 加村晃良, 風間基樹:深層学習により高速道路切土法面の豪雨時崩壊確率を推定するための素因に関する―考察, AI・データサイエンス論文集, 第2巻, J2号, pp.194-201, 2021.

令和4年8月3日の大雨による岩手県一戸町内の被害について

岩手大学理工学部 松林由里子, 岩手大学大学院総合科学研究科 紺野矩彦

1. はじめに

令和4年8月1日から6日にかけて前線による大雨により、北海道地方から東北地方、北陸地方で記録的な降雨量を記録し、土砂災害や浸水被害が発生した。岩手県一戸町では、8月3日に24時間雨量で127.5 mm(奥中山観測所)[1]、125.0 mm(一方井観測所)[1]を記録し、馬淵川水系の河川の氾濫と、内水氾濫、土砂災害による被害が発生した。一戸町内の被害概要と、避難対応について現地調査、聞き取り調査を行った。

2. 一戸町内の被害の概要

8月3日に大雨(土砂災害)警報,洪水警報が発表され,町は避難指示を発令し,62人が避難した^[2].1名の人的被害があった.住家の浸水被害は,表1に示すように,市街地である一戸地区での床下浸水件数が多い.原因は内水氾濫と,馬淵川(県管理区間)からの氾濫だと推測される.岩根橋への流木と塵芥の堆積による堰上げと,岩根橋左岸下流の住宅街への越水の流入が確認されている.

表 1 一戸町内の浸水住家件数[3]

地区名	床上浸水	床下浸水
小鳥谷	1	1
奥中山	-	1
小繋	2	1
一戸	5	13
女鹿	1	-
西法寺	4	1
高善寺	-	1

3. 聞き取り調査

馬淵川を管理する岩手県庁県土整備部,一戸町の防災を担当する一戸町総務課,一戸町小鳥谷地区の指定避難場所を運営する小鳥谷地区センターに,災害発生状況,当時の対応などについて聞き取り調査を行った.結果について,論文に示す.

4. 馬淵川の流木堆積状況について

岩根橋への流木堆積の原因となった流木規模の推測のために,馬淵川の岩根橋上流部に堆積 している流木の長さ,周囲長,形状について調査を行った.結果について,論文に示す.

5. 参考文献

[1]国土交通省気象庁、アメダス観測所データ

[2]一戸町 HP, 町長メッセージ:令和4年8月3日に発生した大雨による災害について, 更新日:2022年08月12日

[3]岩手県復興防災部防災課 防災危機管理担当,令和4年8月3日(水)の大雨警報発表に伴う対応状況(第 14 報兼最終報),令和4年8月 17 日(水)17 時 00 分現在

^{*}Report on Survey of Flood Damage of August 2022 in Ichinohe town by Yuriko Matsubayashi and Norihiko Konno

<第1会場 岩木ホール>

一 第 2 部 (6 題) -

司会:梅田 浩司 先生

12月27日(火)10:00~11:30

Preliminary report of multi-descriptional analyses on sandy event deposits at Ajigasawa, northern Japan

Hirosaki University Rina Okada Hirosaki university Koji Umeda Okayama University of Science Takanobu Kamataki

We carried out sedimentological, mineralogical, and paleontological analyses on event deposits taken from Ajigasawa site facing to the Japan Sea, northern Japan. Historically, the Ajigasawa site was devastated by the 1793 Nishi-Tsugaru earthquake and tsunami, however there were few documents of other earthquake and tsunami damages. To extend history of earthquake and tsunamis of this region in centennial and millennium time scales, we performed geological survey at the study site. The two and more event deposits of different sedimentary structures were found in 20 cores taken from an alluvial plain along the Narusawa River. Previous studies have also reported the presence of event deposits (Kumagai et al., 2017; Kaji et al., 2018; Ishida et al., 2018). Sedimentary structures of the event deposits were observed by bare eyes in the field and computed tomography (CT) image in the laboratory. The samples were then carried out mineralogical analysis by microscopic observation and Electron Probe Micro Analyzer (EPMA) to compare with sand particles taken from the contemporary shore. Fossil diatom assemblages were also identified to detect origin of the event deposits. Ages of the event deposits were constrained from radiocarbon ages of plant macrofossils obtained from samples below/above the event deposits. Detailed data of the analyses will be displayed in this presentation.

津軽半島,中里川の破堤堆積物について: 令和4年8月前線大雨に伴う現世イベント堆積物

弘前大学理工学部 〇小林祐登・岡田里奈・井口紗綾・梅田浩司 弘前大学農学生命学部 鄒 青穎

1. はじめに

中里川は青森県北津軽郡中泊町に位置する袴腰岳中腹を源流とし、津軽平野を西流して 宮野沢川と合流する。流路長は 10.5km,流域面積は 9.4km² である。今回の災害の起因であ る大雨を降らせた前線は,2022年8月8日から13日にかけて華北から日本海を通って北日 本へのび、停滞した。前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み、大気の状態が非常に不 安定となり大雨に至る。青森県では8日昼過ぎから雨が降り始まり,9日朝から昼過ぎにか けて,津軽を中心に激しい雨が降った。8月8日13時から13日14時までの総雨量に関し て、中里川近辺の観測点では、五所川原市市浦では 361mm、五所川原では 246.5mm であっ た。中里川に設定されている氾濫注意水位は 4.6mT.P.であるが、今回観測された最大水位は 8月9日 18 時に観測された 5.75mT.P.であり,氾濫注意水位を大幅に超過していることが分 かる。しかしながら,破堤したのは 8 月 10 日 4 時頃であり,河川水位も 4.27mT.P.まで低下 していた。すなわち、今回の中里川の破堤は越水していないことから、河川水が浸透し、川 裏の法面が崩壊した浸透破堤と考えられる。 浸水した面積は約 100ha であり, 人家への浸水 はなく主に田畑が浸水した。今回の中里川の破堤幅は約 30m である。破堤箇所にはクレバ ス・スプレーが形成され、押堀とクレバス・チャネルの侵食地形と押堀から放射状に広がる 3条の舌状に伸びる高まり(ローブ)が認められた。8月21日,27日,28日に、このロー ブを形成する破堤堆積物について層序や堆積構造などの観察・記載を行ったので、それにつ いて報告する。

2. 調査地域および調査方法

図-1 は9月9日にUAVによる空中写真撮影を879枚撮影し、SfM多視点ステレオ写真測量によって作成したオルソ画像である。図-1 に示したように押堀から放射状に伸びるローブ上に東側からA~Cの3測線を設定した。各測線上では4~5m間隔で幅1m×1m、深さ80cm程度のピットをシャベルおよびポストホールディガーを用いて掘削し、その壁面において堆積物の層相観察・記載を行った。なお、掘削中に地下水が湧出してきた場

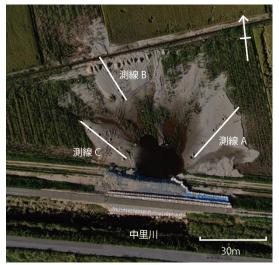


図-1 クレバス・スプレーのオルソ画像と 測線 A~C

合には、水中ポンプで排水作業を行いながら掘削および観察を行った。

3. 破堤堆積物の層序・堆積構造

層相観察の結果、下位から中礫混じりの粗粒砂層(ユニット A)、青灰色の細~中粒砂層(ユニット B)、淡褐色の泥混じりの中~粗粒砂層(ユニット C)、淡黄色の中粒砂層(ユニット D)に区分され、これらが耕作土を覆っている。ユニット A は、すべての測線で押堀から約 15m 以内に分布する。

ユニット A は多量の現世の植物片を含む中礫混じりの粗粒砂であり、人工堤防の法面を構成するものと極めて良く似ている。また、ユニット A は耕作土を直接覆うこと、その分布が押堀から約 15m 以内に限定されることから、河川水位の上昇に伴って堤防内に浸透してきた河川水によって川裏の法面が崩壊し、一部は洗掘して押堀を形成するとともに、その周辺に堆積したものと考えられる。

ユニット B は比較的淘汰の良い細粒砂であり、青灰色を呈することから、嫌気環境で堆積していたことを示唆する。中里川は通常は低水位で流れも遅く、河床の堆砂が進行しているらしい。このことから、ユニット B の堆積物は、河床に停滞していた砂が破堤に伴って流出したものと考えられる。また、堤防と直交する B 測線ではユニット B の上にユニット A が認められるピットが存在する。このことは、破堤前にパイピング現象によって河床の砂が噴出した可能性も考えられる。

ユニット C は波状の平行層理が発達する泥混じりの中~粗粒砂層,トラクションカーペット(多重逆級化層)を特徴とする。これらは多量の粒子を含んだ高濃度の流れから堆積したと考えられる.洪水で運ばれたウォッシュロード,浮遊砂,掃流砂が高水流領域の氾濫流でもたらされたものと考えられる。ユニット C の最上位にはマッドドレイプが形成されており,破堤箇所の応急締切によって,氾濫流は一旦,停滞したことを示唆する。

ユニット D は、フォーセット面を示すトラフ型斜交葉理が発達する淘汰の良い中粒砂層であり、ローブの平坦面に薄く分布するが、場所によってはユニット C の境界に侵食面が認められ、ローブ上に形成されたチャネルを 40cm 以上埋積している。8月10日の破堤後、8月12日7時には4.57mT.P.まで水位が上昇した。ユニット D は、ユニット C の形成後、流速がやや遅くなった氾濫水によって形成されたことを示唆する。

4. 今後の課題

このように、ローブを構成する破堤堆積物の層序・堆積構造から、クレバス・スプレーを 形成に至る土砂移動現象のシナリオは考えられる。現在、破堤堆積物を構成する各ユニット の堆積物の供給源や運搬プロセスを明らかにするため、鉱物組成や粒度分析、珪藻化石の同 定などを進めている。これらの結果についても、本講演にて報告する予定である。

イベント堆積物と通常堆積物中の石英砕屑粒子の微細構造

弘前大学理工学部 ○佐藤紗理奈・長尾優樹・梅田浩司

突発的な事象により地質学的な時間スケールに比べて瞬時に形成された堆積物を総称したものをイベント堆積物と呼ぶ(志岐, 1988)。過去の災害を引き起こしたイベントを特定するためには、堆積物の給源や給源からの運搬プロセスを明らかにすることが重要であり、様々な分析手法が用いられている。岩石や未固結な砕屑物を構成する主要な鉱物の1つに石英がある。その粒子表面には、母岩としての形成時、砕屑粒子としての運搬過程および堆積環境を反映した微細な形態が残されていることが知られており、法科学分野では、土の鑑定検査に使われている(板宮ほか、2020)。本研究では石英砕屑粒子の微細構造からイベントを特定する可能性を検討するため、通常堆積物とイベント堆積物に含まれる砂から石英を抽出し、石英粒子の形状および表面形態の解析を行った。

本研究での対象地域は北から順に、青森県下北半島むつ市関根に位置する関根浜(エリア 1)、青森県北津軽郡中泊町に位置する中里川(エリア 2)、青森県西津軽郡鰺ヶ沢町(エリア 3)、秋田県にかほ市象潟町(エリア 4)の 4 地点とした。エリア 1 では現世の前浜堆積物、風成堆積物の試料を用いた。エリア 2 では 2022 年 8 月 10 日に大雨で決壊した中里川の破堤堆積物(クレバススプレー堆積物)の試料を用いた。エリア 3 では 2022 年 8 月 9 日に越水した中村川の洪水堆積物を解析した。エリア 4 では 1804 年に発生した象潟地震(羽鳥、1986)に伴う津波堆積物と現世の浜堤堆積物を試料とした。分析方法として、まず、実体顕微鏡を用いて石英粒子を 20 粒子程度、抽出した後、カーボンテープの上に石英粒子を貼り付け、さらにカーボン蒸着を行った。導電処理した試料は、電子プローブマイクロアナライザ(EPMA)を用いて SEM 画像を撮影した。SEM画像より石英の表面形態を(Pedro et al.、2012;板宮ほか、2020; K.Vos et al.、2014)の形態分類表に従って分類した。また、粒子の画像解析には ImageJを用いて Circularity(真円度)、扁平率などを算出し、形状評価を行った。(板宮ほか、2020)

ImageJを用いた形状評価の結果,エリア 4 の津波堆積物が通常堆積物や他のイベント堆積物と比較して Circularity 等で表される丸さの指標の値が小さく,扁平率は高い傾向にあった。また, K.Vos et al.(2014)の 15.Crescentic percussion cracks の出現頻度が風成堆積物でより多く見られる傾向にあった。

引用文献:

志岐常正(1988)イベント堆積物と非イベント堆積物,月刊地球,10,438-440.

千釜 章ほか (1998) 下北半島における津波の伝承の解釈と埋没ヒバ林成因, 地震 第2輯, 51, 61-73.

羽鳥徳太郎 (1986) 文化元年 (1804年) 象潟地震の震度および津波調査, 地震研究所彙報, 61, 143-157.

Costa et al. (2012) Microtextural characteristics of quartz grains transported and deposited by tsunamis and storms, Sedimentary Geology, 275-276, 55-69.

板宮裕実ほか (2020) 石英粒子の形状および表面形態を用いた法科学的検査法の研究, 地質学雑誌, 126, 411-423.

K. Vos et al. (2014) Surface textural analysis of quartz grains by scanning electron microscopy (SEM), Earth-science Reviews, 128, 93-104.

下北半島、関根浜のイベント堆積物について

〇木村雄大, 阿保隆二, 岡田里奈, 梅田浩司(弘前大学理工学部)

2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震以降,日本全国で津波堆積物の調査が盛んに進められた。 特に東北地方太平洋岸では、多くの掘削調査により、津波によると考えられるイベント堆積物が数 多く発見されている。青森県太平洋岸は日本海溝のみならず千島海溝で発生した津波の被害も受け たと考えられており, 津波堆積物については, Minoura et al. (1994, 2013) や Tanigawa et al. (2014), 谷川ほか(2014)などが報告されている。歴史地震による主な津波については、青森県東方沖を震 源とする 1677 年, 1763 年, 1856 年, 1968 年津波と, 三陸沖を震源とする 869 年, 1611 年, 1896 年,1933年の津波が知られている(千釜ほか,1998)。今回,下北半島のむつ市関根浜にて,津波 の可能性があるイベント堆積物が発見された。そこで本報告では,層相観察・記載を行うとともに, 室内にてX線CT撮影、鉱物組成、粒度分析などを行ったので、それらの結果について報告する。 ここでは、上位が砂混じりの有機質シルト層、下位が泥炭を主体とし、そこにはイベント堆積物 と考えられる 10 層以上の砂層が挟まれている。深度 0.66~0.74m は泥炭層では 334 ± 49 BP という ¹4C 年代が得られていること,さらに下位には B-Tm が出現することから,今回は歴史史料との照 合が可能なその上位のイベント堆積物に着目した。層序は地表から深度 0.15mまでは中粒砂層で, 深度 0.15~0.28mは中粒砂層, 深度 0.28~0.30mは中粒砂層, 深度 0.30~0.46mは中粒砂混じりの有 機質シルト層, 深度 0.46~0.51mは中粒砂層, 深度 0.51~0.52mは有機質シルト層, 深度 0.52~0.66 mは中粒砂層であった。最下位の泥炭層とその上位の砂層(以下, Em1)の間には明瞭な侵食面が 認められる。また,やや上方細粒化する傾向があるが,明瞭な層理や葉理は認められない。 Em1 に 含まれる主な鉱物組成は石英(35%),斜長石(23%),輝石(12%)で,残りは岩片であった。一方, 周辺の海浜砂の構成鉱物は、石英(28%)、斜長石(22%)、輝石(10%)で、残りは岩片であり、 Em1 に類似する。Em1 と海浜砂の粒度分析の結果を下図に示す。粒径の頻度分布は極めて一致す る。以上のことから Em1 の起源は海浜砂と考えられるが, 津波で運ばれたものとは現時点では断 定できない。

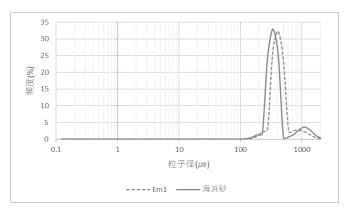


図 Em1 と海浜砂の粒度分析結果

秋田県、象潟層に含まれるイベント堆積物と珪藻化石

弘前大学理工学部 ○阿保隆二・岡田里奈・梅田浩司 岡山理科大学 鎌滝孝信

津波や洪水、高波、高潮といった何らかの外的な事象により地質学的な時間スケールでは瞬間的に堆積した堆積物をイベント堆積物という。このイベント堆積物の供給源を調べる方法として珪藻化石の分析がある。珪藻は、10~500μm 珪酸質殻を持つ単胞藻類で、殻の形や刻まれている模様などから多数の珪藻種が調べられ、現生の生態から特定環境を指標する珪藻種群が設定されている。様々な水域に生育している植物の一種で、海や川、湖などに生育していたり、水生環境以外の陸地においても、わずかに水分が供給される陸生環境に生育する珪藻種が知られている。この珪藻の特徴を利用することで、堆積物中の珪藻化石群集の分析から、イベント堆積物の給源の堆積環境について知ることができる。秋田県にかほ市象潟では、1804年(文化元年)に象潟地震が発生し、景勝地である象潟をはじめ、広い範囲で海岸隆起が起こり、象潟付近の海岸部で最大 1.8m の隆起が生じた(平野ほか、1979)。この隆起によって象潟湖が離水・陸化した。また秋田県能代から山形県三瀬の沿岸域には津波が到来した。津波の高さは象潟付近が最大で、4~5m と推定されている(羽鳥、1986)。しかしながら、この津波に関連するイベント堆積物については、これまで珪藻化石分析がなされていない。筆者らのグループでは、一昨年より象潟の水田においてイベント堆積物の調査を行っている。

調査地点は、秋田県にかほ市象潟町の海岸から約700m離れた水田で全長2mのハンディジオスライサーを用いてコアの掘削を行った。現地および室内での層相観察によると、耕作土の直下には砂混じりのシルト層を挟んで極細粒〜細粒からなる砂層が存在し、これが貝殻混じりの砂およびシルトを主体とする象潟層を覆っている。また、砂層と象潟層の境界には侵食面が認められる。砂層の下部には象潟層を起源とする偽礫が含まれる。また、砂層の層厚は、海側から内陸側に向かって薄層化していってる。これらのことから、この砂層は突発的な海水の侵入によって運搬・堆積したイベント堆積物であると考えられる。

本講演ではイベント堆積物およびその上下の平常時堆積物に出現する珪藻化石について報告する。顕微鏡観察には Nikon Eclipse E200 光学顕微鏡を用い、珪藻が分散した視野で、完全形の珪藻被殻を観察した。1 試料ごとに 200 体以上の珪藻を観察し、異なる形の珪藻をそれぞれ同定、計上した。

イベント堆積物と考えられている地点の珪藻分析を行った結果,淡水種 (Placoneis undulata, Placoneis anglupulia, Caloneis bacilium など),淡水~汽水種 (Pinnularia virdis, Diploneis smithii, Gomphonema parvulum など)が確認された。このイベント堆積物は、津波堆積物であると考えられていたが、今回の珪藻化石分析の結果からは推定には至らなかった。現在、他のコアのイベント堆積物および平常時堆積物の珪藻分析を行っており、講演ではその結果について報告する予定である。

^{*}Event deposits and diatom fossils in the Kisakata Formation,Akita Prefacture by Ryuji abo, Rina Okada, Koji Umeda and Takanobu Kamataki

八郎潟干拓地に湧出する高濃度リン酸の回収に適した副産物の探求*

秋田大学大学院理工学研究科 齋藤憲寿・加賀谷史

1. はじめに

八郎湖干拓地は秋田県の西方に位置し,琵琶湖に次ぐ面積を誇る八郎潟を干拓したものである。そして干拓地を囲む八郎潟調整池(八郎湖)は飲料原水,農業用水および内水面漁業など 多方面に利用されているが,アオコが異常発生するなど水質汚濁が顕在化している。そのため 秋田県は「八郎湖に係る湖沼水質保全計画(第3期)」を策定し,各種事業を実施している。

水質汚濁の要因の一つとして,干拓地南部の方上地区では高濃度リン酸を有する地下水が湧出しており,そのリン負荷量は調整池全体の約 27%に相当する ¹⁾。そこで本研究は,アオコ対策としてマグネシウムやカルシウムを含有する副産物に着目し,干拓地に湧出する高濃度リン酸を回収するための基礎的検討を行った。

2. 実験方法

既往研究 2)によると,2009 年 10 月に方上地区から採取された地下水の全リン濃度は $3.2 \sim 17.0~\text{mg/l}$ であった。このリンが全て PO_4^3 -の形態で存在すると仮定した場合, $9.6 \sim 51.0~\text{mg/l}$ となるため,本研究で用いる模擬水の PO_4^3 -初期濃度を 27.1~mg/l とした。図 1 に実験の様子を示

す。模擬水 $100 \, \text{ml}$ に副産物 (くん炭 , ごみ溶融スラグ , クリンカアッシュ , フライアッシュ , ペーパースラッジ灰) $1 \, \text{g}$ を加え , マグネチックスターラーを用いて $100 \, \text{rpm}$ の撹拌速度で室温にて $24 \, \text{時間撹拌した。 実験後は pH メーターを用いて pH を測定し ,多項目水質計を用いて <math>PO_4^{3-}$, Mg^{2+} および Ca^{2+} を測定した。ここで , 表 1 に EDS を用いた副産物の元素分析結果を示す。



図1 実験の様子

表 1 副産物の元素分析結果(原子数%)

副産物	略称	Si	Al	Ca	Fe	K	Ti	Mg	Na	P	S
くん炭	RHC	71.6	0.0	3.5	0.0	10.7	0.0	1.3	1.3	10.6	1.1
ごみ溶融スラグ	WMS	34.3	13.0	43.2	0.7	0.7	1.0	2.1	3.6	0.4	0.7
クリンカアッシュ	CA	50.9	27.8	6.5	6.2	1.1	1.9	0.6	1.9	1.0	0.1
フライアッシュ	FA	61.0	25.9	3.0	3.0	1.6	0.7	1.5	1.3	1.0	0.7
ペーパースラッジ灰	PSA	12.1	12.1	70.9	0.8	0.0	0.0	2.9	0.0	0.8	0.0

^{*}Investigation of suitable by-products for recovery of high-phosphate spring in Hachirogata land reclamation area by Noritoshi SAITO, Fumito KAGAYA

3. 実験結果

本研究ではリン酸と親和性が高く ,副産物に含まれるマグネシウムやカルシウムとの複合化を試みた。図 2 に溶出した Mg^{2+} 濃度と Ca^{2+} 濃度の関係 ,図 3 に模擬水の pH と PO_4^{3-} 回収率の関係を示す。副産物から Mg^{2+} や Ca^{2+} が溶出するほど模擬水がアルカリ性に傾き ,高い回収率を示すが ,濃度に差が生じているため Ca^{2+} が大きく寄与していたと考えられる。そして回収率を比較すると WMS は 0.4% ,CA は 2.6% ,FA は 32.8% ,最も高い PSA は 98.9%であったが ,RHC は表 1 よりリンを多く含んでいるため , PO_4^{3-} の溶出により-9.2%となった。

図 4 に PSA を添加した 150 分後の精製水および模擬水の様子を示す。精製水は PSA が沈殿することで透明となったが 模擬水は PSA と異なる白色の析出物が確認された。これは PO_4^{3-} および Ca^{2+} が反応することにより 難水溶性であるリン酸カルシウム化合物の形成が示唆された。

4.まとめ

本研究では八郎潟干拓地に湧出する高濃度リン酸を回収するため,副産物に着目して基礎的検討を行った。その結果, Mg^{2+} や Ca^{2+} が溶出するほど高い PO_4^{3-} 回収率を示すが,濃度の差より Ca^{2+} が大きく寄与していたと考えられる。そして回収率が最も高い PSA では難水溶性のリン酸カルシウム化合物の形成が示唆された。

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。

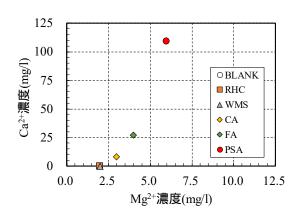


図 2 溶出した Mg²⁺濃度と Ca²⁺濃度の関係

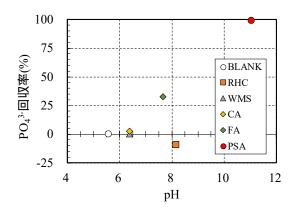


図3 模擬水の pH と PO₄3-回収率の関係





図 4 PSA を添加した 150 分後における 精製水および模擬水の様子

参考文献

- 1) 片野登:八郎潟残存湖に流入するリン負荷量に占める湧出水由来のリン負荷量の割合について, 日本土壌肥料学会誌, Vol.70, No.2, pp.177-184, 1999.
- 2) 川原谷浩, 石山大三, 世良耕一郎: 秋田県八郎潟干拓地に湧出する高濃度リン湧出水の地球化学的特徴, NMCC 共同利用研究成果報文集 17, pp.89-95, 2010.

<第1会場 岩木ホール>

一 第 3 部 (6 題) -

司会:佐藤 健先生

12月27日(火)12:30~14:00

十和田石端材を原料とする石材の作製法に関する検討*

秋田大学 加賀谷 史,齋藤 憲寿,南田 悠

1. 研究背景・目的

十和田石は、秋田県大館市比内町で年間約 3000 トンが採掘される緑色凝灰岩の商品名であり、Fe²⁺に由来する青緑色と、保温性、保湿性、脱臭性等を備えた石材として重宝されている1)。しかし、石材に適した部位は採掘量の約 3 割に過ぎず、残りは粉末や粗粒に加工されて農業資材等に用いられている。この端材は石材部位よりも Fe²⁺を多く含み、より青緑色が濃い。

近年発展が目覚ましいコンクリート作製法として、ジオポリマー反応がある。ジオポリマー 反応は、アルカリシリカ溶液と金属イオンによる縮合重合反応であり、これにより作製したコ ンクリートは、作製時の二酸化炭素の発生量が一般的なポルトランドセメントを原料とするそ れの約2割と非常に少なく2)、かつ耐腐食性や耐風化性に優れる等の利点を持つ。

本研究では、十和田石の端材を骨材に用いた硬化体を試作し、硬化の可否及びその物性(圧縮強度、耐水性、耐酸性)の検証、比較を行った。

2. 実験

2-1. 硬化体試料の作製

(1)十和田石の粉末($\varphi \le 10\mu m$)及び粗粒($1.5 < \varphi < 3.0 \ mm$)を粉末含有率 40 wt%で混合したものを骨材,アルカリシリカ溶液(Na_2SiO_3 及び NaOH を共に 2.5 M 含む水溶液)を硬化剤として調製した。 (2)作製した骨材と硬化剤を一定割合で混合し,円柱状の型($\varphi = 25 \ mm \times 10 \ mm$)に詰め,振動機を用いて気泡を可能な限り除去した。 (3)型に詰めた試料をパラフィルムで密閉し,40℃で 24 時間養生した。養生後は型から外し,40℃で重量変化が $0.1 \ g/day$ 以下となるまで乾燥させ,試料表面を紙やすり(# $100 \sim 2000$)を用いて水平に研磨した(Fig.1)。

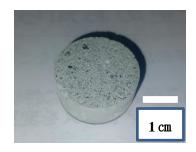


Fig.1 試作した硬化体

2-2. 耐水性, 耐酸性, 密度及び圧縮強度の調査

- (1)硬化体中の余分なアルカリ成分の除去及び耐水性試験として,2-1 で作製した試料を0.1 M 塩酸に浸漬させた。浸漬時はpH試験紙を用いて溶液のpHを1日ごとに確認し,アルカリ性に 傾いたところで新しく調製した同濃度の塩酸に移し替えた。
- (2)耐酸性試験として、溶液の pH が浸漬後も 1 以下を保つようになった時点から更に 1 週間浸漬を続けた。試験後は試料を取り出して流水で洗浄し、40°Cで数日間乾燥させた。
- (3)乾燥後の試料をダイヤモンドソーを用いて角柱型(約 10×10×20 mm)に切削し,万能試験機による圧縮強度試験を行った。また,試料密度をアルキメデス法により測定した。

^{*} Resarch about production of concrete which is comprised of towada green tuff's fragment by Fumito KAGAYA, Noritoshi SAITO and Yu MINAMIDA

3. 結果と考察

Table.1 に各試料の原料中の硬化剤体積比とその物性を示す。いずれの原料体積比においても硬化は成立し、かつ耐酸性試験において腐食も見られなかったものの、試料中の硬化剤の体積比率が35及び45 vol%の試料については、流水による洗浄時に一部損壊が見られた。一方で40 vol%の試料については、顕著な損壊は見られなかった。

圧縮強度試験においては,35 vol%の5.30 MPa,45 vol%の6.96 MPa に対し,40 vol%が8.31 MPa と最高値を示した。一方で密度は35 vol%が1.05 g/cm³,40 vol%が1.04 g/cm³,45 vol%が1.01 g/cm³と,圧縮強度との有意な相関は見られなかった(Fig.2)。

35 vol%試料において流水による損壊が見られ,かつ強度が最低値を示した理由としては,硬化剤から供給されるアルカリシリカ成分の不足により硬化が十分に進行していなかったことが考えられ

Table.1 試料の粉末割合と物性の比較

硬化剤/全原料 (vol%)	35	40	45
硬化の可否	可	口	可
表面の外観	O~A	0	0~Δ
耐水性	Δ	0	Δ
耐酸性	0	0	0

○:良好, △:損壞等有, ×:崩壞

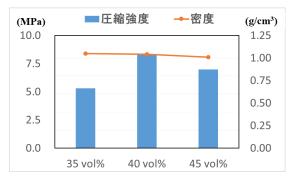


Fig.2 試料の圧縮強度と密度

る。一方で 45 vol%試料においては、硬化は十分に進行していたものの、硬化剤由来の水分が 過剰であったことから乾燥が急激に進んで大きく収縮し、その結果試料内部に残留した応力が より多くの微細な亀裂を生じさせ 3)、それらが破壊の起点となったことが流水による損壊及び 40 vol%試料に強度で劣る結果に繋がったと考えられる。

4. 結言

十和田石の端材を骨材に、アルカリシリカ溶液を硬化剤として硬化体試料の作製を試みたところ、骨材の粉末含有率 40 wt%かつ硬化剤の体積比率 35-45 vol%において硬化が成立した。特に体積比率 40 vol%の試料は、表面の外観、耐水性、耐酸性のいずれも良好な結果となり、この作製条件が最適である可能性が示唆された。

謝辞

本研究は、秋田大学総合技術部並びに JSPS 科研費 JP22H04236 の助成により行われた。

参考文献

- 1)中野産業株式会社カタログ: https://towadaishi.jp/assets/doc/towadaishi_catalog_202112.pdf
- 2) 相原直樹, 辻村太郎, 上原元樹, 土屋広志: 鉄道用材料の LCA による環境評価, 鉄道総研報告 Vol.23, pp.5-10(2009.6)
- 3)保科倖成:異なるメタカオリン及び SiO₂ 成分添加量がゼオライト硬化体の諸特性に及ぼす影響, 秋田大学理工学研究科物質科学専攻材料理工学コース修士論文(2022.3)

高炉スラグ微粉末を用いた田沢湖の水質改善に関する検討*

秋田大学大学院 理工学研究科 南田悠,齋藤憲寿,加賀谷史,佐々木明日香,網田和宏

1. 実験背景・目的

玉川温泉(秋田県仙北市)の大噴から流れ出す温泉水は玉川毒水と呼ばれており、pH 1.1程度と極めて酸性度が高い温泉水である。1940年以降、電源開発と農業振興を目的とした玉川毒水の田沢湖導入により、湖の水質が酸性となったことからクニマス等、日本固有種の生態系破壊が生じている。現在は、玉川毒水を中和処理施設で pH 3.5以上に調整してから放流しており、田沢湖に到達する頃には pH 5.8 程度まで上昇している。しかしながら、中和処理に年間 1.5万トン以上の石灰石を消費しており、湖水の pH に関しては、1930 年頃までに観測された pH 6.8 には達しておらず、1930 年当時の生態系を取り戻せていない。

以上の現状を踏まえて、我々は田沢湖水の中和剤としてアルカリ成分を含んだ種々の廃棄物に着目した。本研究では、製鉄所の高炉から副生物として得られる高炉スラグ微粉末(BFS:ground-granulated Blast-Furnace Slag)やフライアッシュ(FA:Fly Ash)単体及びそれらと消石灰、水を混合させて作製した造粒物で評価を行った。高炉スラグ微粉末やフライアッシュは、酸化カルシウムや酸化アルミニウム等を含んでおり、水に浸漬すると水がアルカリ性を呈する性質がある。そこで、高炉スラグ微粉末とフライアッシュの造粒前後の湖水の中和能と各造粒物の物性を比較・検討した。

2. 実験方法【使用材料】

BFS と FA (II種,能代火力発電所産)を原料として、転動造粒法により造粒した。造粒の過程として、低速回転するドラムへ BFS, FA,高炉セメント B種(BB: Blast furnace cement type B),消石灰(CH: Calcium Hydroxide)を連続投入し、水(W)を霧状に吹き付けた。造粒後は風乾させ、プラスチック製密閉容器に入れて常温(2



図1 BFS (左), FA (中央), FA+BB (右) の造粒物

0 - 25℃) で保存した (図 1)。なお,配合比は一定割合 (BFS 造粒物:BFS/CH/W = 20/2/5,FA 造粒物:FA/CH/W = 20/2/5,FA+BB 造粒物:FA/CH/BB/W = 20/1/1/5, w/w)とした。

^{*} Study on purification of water quality from Lake Tazawa in ground-granulated blast-furnace slag by Yu Minamida, Noritoshi SAITO, Fumito KAGAYA, Asuka SASAKI and Kazuhiro AMITA

【材齢別造粒物の品質評価方法】

材齢毎の各造粒物断面及び分子構造 の変化を走査型電子顕微鏡(SEM)及 び X 線回折装置(XRD)で分析した。

【各造粒物を用いた湖水の中和実験】

中和実験の概要を図 2 に示す。反応 槽に田沢湖水 1 L (pH 5.8) と粒径を $2 \sim 5$ mm に調整した材齢別の各造 粒物 5 g を入れ,撹拌子で 48 時間撹拌 した。 pH とカルシウムイオン濃度を pH メータと多項目水質計で測定した。また,BFS, FA, BB 単体の中和実験を行い, 造粒前後で結果の比較を行った。

3. 実験結果

【造粒物の物性評価】

材齢別各造粒物における SEM 観察, XRD 測定の結果から造粒物の断面や構造の変化は、確認されなかった。

【造粒物を用いた湖水の中和実験結果】

回文式反応器で副産物と田沢湖水を 反応させた結果、BFS、FA、BB共に造粒 物として反応させると単体で反応させた 時よりも pH 上昇幅が同程度もしくは増 加する傾向がみられた(図3)。一方、材 齢別の試験結果では、BFS、FA、FA+BB造 粒物とも pH 上昇幅に大きな変化は無か ったが、溶出したカルシウムイオン濃度 においては増減が確認された(図4)。

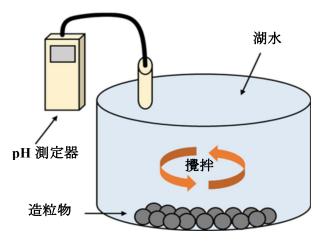


図2 回文式中和反応器の概略図



図3 各造粒物(材齢7日)による 中和処理後の湖水のpH値

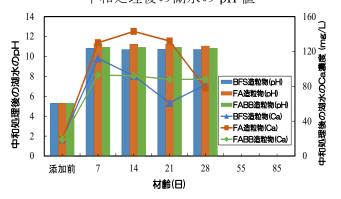


図4 各造粒物に対する中和反応後の湖水の pH (棒グラフ) 及びカルシウム溶出濃度 (折線グラフ)

4. 総括

本研究より、回文式の pH 反応器では各副産物単体よりも造粒物として反応させたほうが湖水を中和させる働きがあることが明らかとなった。また、本研究で作製した造粒物では材齢毎に pH の上昇幅に差異はなかったが、溶出したカルシウム濃度に変化が確認された。本発表にて、各造粒物の種類や溶出したカルシウム濃度と湖水の pH の関連について述べる。

5. 謝辞

本研究は、クリタ水・環境科学振興財団及び秋田大学総合技術部の助成金によって実施されました。記して感謝申し上げます。

ロードセルを用いた津波漂流物の衝突力に関する検討*

秋田大学理工学部 高橋 陸 秋田大学大学院理工学研究科 齋藤憲寿・渡辺一也

1. はじめに

2011年の三陸沖で発生した津波は、過去に起きた津波よりもはるかに上回り、東日本に大きな被害をもたらした。津波発生時の避難方法として、耐久性のある構造物¹⁾やシェルター等の漂流物を用いた避難方法が有効であることが示されており、それらの耐久性や安全性の検討を行うため、模型を用いた実験が行われている。

既往研究として, 蒔苗ら²⁾は水路に固定したシェルター模型を使用し, 石塚ら³⁾は漂流物模型を使用して波力を計測している。模型を固定した状態での津波による波力の検討は行われてきたが, 津波によって移動している漂流物の衝突力を計測している事例はあまり多くない。

本研究は、構造物および漂流物にロードセルを用いて津波によって作用する荷重を計測した。

2. 実験概要

漂流物模型は,既往研究と同様である直方体の浮体を使用した。浮体の喫水は5cm,内部のおもりは1051gである。

本実験では、構造物および漂流物の受ける力を計測するためにロードセル、また水位を計測するために超音波式水位計を用いた。ロードセルとは、受けた力やひずみを電気信号に変換し、荷重を計測する機械である。ロードセルの設置場所は、構造物上部とした。

実験水路の概略と構造物周辺に関して図-1に示す。実験水路は幅0.30 m, 高さ0.50 m, 全長11.0 m であり,海側5.0 m,陸側6.0 m,斜面勾配1/26の鋼製矩形水路を使用した。波高の計測には、超音波式水位計を用いる。

また、荷重の計測間隔は、0.02 秒ごと、水位の計測間隔は、0.01 秒とした。実験条件は、貯水浸30 cm になっている。浸水深は15 cm,10 cm になっている。水のみの場合と漂流物を流す場合の3回ずつ計測した。

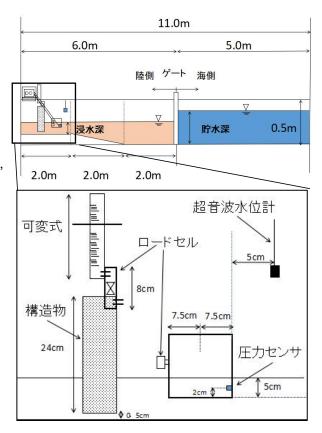


図-1 水路の概略と構造物周辺

^{*}Study on Impact Force of Tsunami Drifting Objects Using Load Cells by Riku TAKAHASHI, Noritoshi SAITO and Kazuya WATANABE

3. 実験結果

水のみの水位、構造物にかかる荷重の経時変化 を図-2に示す。貯水深10cm時, 衝突から衝突後 まで緩やかな挙動を示したが、15 cm の場合では、 一時的に大きな荷重が加わる挙動を示した。衝突 後の挙動が異なる要因として, 浸水深が高いほど 構造物に当たる水の表面積が大きく荷重の跳ね返 りを受け継続的な荷重ではなく瞬間的な荷重を計 測したと考えられる。次に、水のみの場合と漂流 物を配置した時の荷重の経時変化を図-3 (case1: 水のみ, case2:漂流物あり)に示す。今回使用した 構造物では、浸水深 15 cm の場合、ロードセルと 漂流物が衝突し, 正確なデータが得られなかった ため、試験的に底から6cm離して実験を行った。 荷重の経時変化において、水のみの場合は荷重の 波が一つに対し、図-4のように、漂流物がある場 合は、最初の波を計測してから約0.8秒後に大きな 波を計測している。要因としては,第一波到達後, その波に乗り漂流物が構造物に衝突したのではな いかと考えられる。

4. おわりに

本研究では、ロードセルを用いることで、津波 発生時の構造物に作用する荷重を計測することが 確認できた。今後は、条件を変え、挙動のパター ンを調査していく必要がある。また、漂流物に作 用する荷重の検討は行えていないため、漂流物に も構造物と同様にロードセルを用いて計測してい く必要がある。

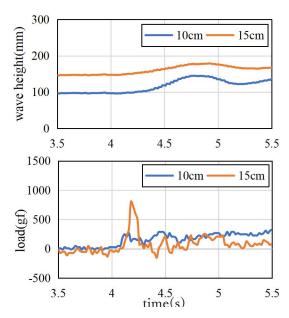


図-2 水のみの水位,荷重の経時変化

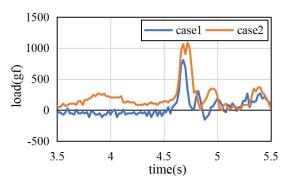


図-3 水路の概略と構造物周辺





第一波到達後

0.8 秒後

図-4 衝突の様子

参考文献

- 1) 小尾博俊: 津波避難タワーの構造形式と漂流物の衝突挙動に関する数値解析的検討, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol71, No.2, I_1201-I_1206, 2015.
- 2) 蒔苗 純, 齋藤憲寿, 渡辺一也: ロードセルを用いた浮体式津波避難シェルターの波力に関する検討, 東北地域災害科学研究, Vol55, No56, pp.101 106, 2020.
- 3) 石塚大智,齋藤憲寿,渡辺一也: 圧力センサを用いた漂流物の波力に関する検討,土木学会論 文集 B3 (海洋開発), Vol78, No.2, I 103-I 108, 2021.

複数のオイルタンク群に作用する津波荷重の水理模型実験*

秋田工業高等専門学校 寺本 尚史 丁 威 植松 康 秋田県立大学 小幡 昭彦

1. 研究の背景・目的

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震に伴って発生した大津波によって、沿岸部に建設されていた多数のオイルタンクに甚大な被害が発生した。また、流出したオイルは火災などの二次被害を引き起こした。このように、沿岸部のオイルタンクが津波によって崩壊すると、社会・経済に極めて大きな影響を及ぼす。東南海地震などの発生が危惧されている現在、オイルタンクの津波対策は急務の課題である。石油備蓄基地では複数のオイルタンクが建設されるため、津波荷重の評価においては相互作用の影響を考慮する必要があり、その影響を踏まえた上でオイルタンク群に作用する津波波圧・波力の特性を明らかにし、最適な耐津波設計を確立することが重要である。

そのため本研究では、沿岸部に建設される鋼製オイルタンク群を想定した水理実験を行い、 その実験結果に基づいて、タンク群の配置パターンが津波荷重に及ぼす影響を把握し、最適な 配置を提案することを目標とする。

2. 水理模型実験

2.1 実験水路

水理模型実験には秋田工業高等専門学校が所有する実験水路を使用する。実験水路の概要を図1,写真1に示す。水路の全長は約15 m,断面形状は長方形であり、水路内法幅0.6 m,高さ0.8 mである。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津波の押し波を再現する。模型は遮水壁から6.5 m離れた位置に設置した。

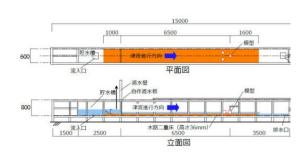






写真 1 実験水路

2.2 模型概要

本研究では、円筒形の中型オイルタンクを対象とする。幾何学的縮尺率を $\lambda_L = 1/250$ として、模型の外径を 80 mm, 高さを 80 mm とし、模型を単独で配置したもの(単棟)および周辺に同じ 寸法のダミー模型を $1\sim2$ 棟配置したもの(連棟)の実験を行う。模型には図 2 のように、模型の

^{*}Hydraulic model tests of tsunami force acting on oil tanks by Naofumi Teramoto, Wei Ding, Yasushi Uematsu and Akihiko Obata

表面に圧力センサーを 18 ヶ所設置する。模型の底部からの高さが 10 mm, 30mm, 50mm の位置に、片側 180 度の範囲にそれぞれ 7 点, 7 点, 4 点設置する。周辺に配置するダミー模型はステンレス製のものを使用し、水平波力作用時に自重による水路床面との摩擦力のみで滑動に耐えるようにする。

津波の大きさは貯水槽の貯水高さ h_w を変化させることによって調整する。本実験では貯水高さ $h_w=140\,\mathrm{mm}$, $180\,\mathrm{mm}$ の 2 種類とする。図 3 に示すように,プロペラ式流速計と容量式波高計を水路に設置し,津波の流速と波高は同時に測定する。模型を設置する所でのフルード数はそ

れぞれ F_r =1.54, 1.92 である。図 4 に津波力測定方法を示す。波力の測定には片持ちの鋼板を用いる。鋼板の先に模型を設置し、荷重が作用したときの曲げひずみを鋼板に貼り付けたひずみゲージから計測する。得られた曲げモーメント勾配からせん断力を算出,模型に作用する波力とする。サンプリング周波数はいずれも100 Hz,測定時間 T は約 60 秒である。

模型の配置パターンを図 5 に示す。単棟(Caee1),2 棟(Case2),3 棟を三角形に配置(Case3T),3 棟を直列に配置(Case3L)の 4 ケースとする。図の中に,S: 隣棟間隔,D: タンクの直径, β : 各配置の基準線に対して津波入射方向である。隣棟間隔は消防法に基づき S/D=0.25, 0.5, 1.0 とする。

2.3 実験結果

本研究では、各配置パターン最大波力と単棟配置時の最大波力を比較した。単棟配置に対する連棟配置の波力倍率を図 6 に示す。連棟の場合の配置パターン、隣棟間隔および津波入射方向が津波荷重に及ぼす影響を比較した結果、最大波力に関しては、連棟の配置

状況により,単棟配置と比較して大きくなる場合もある ことが分かった。

まとめ

オイルタンク群を対象とし、水理模型実験を行った。 水理実験の結果を基づき、タンク群の配置パターンが津 波荷重に及ぼす影響について把握した。

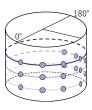




図2 実験模型

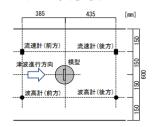


図3 測定機械の配置

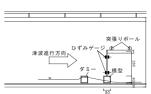


図 4 津波力測定方法

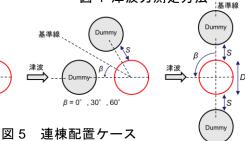


図6 単棟配置に対する 連棟配置の波力倍率

辂樵

本研究の一部は「オイルタンク群に作用する津波荷重および耐津波設計に関する研究」の研究活動スタート支援(2021年,研究代表者:丁威)によるものである。

 $\beta = 0^{\circ} , 30^{\circ} , 60^{\circ} , 90^{\circ}$

津波氾濫流による抗力の評価におけるフルード数と抗力係数*

中央大学研究開発機構 松冨英夫

1. 研究の背景と目的

津波先端部背後の入射氾濫流(準定常流)による建築 物等の構造物への津波荷重は抗力として評価される。抗 力の評価には抗力係数が必要であるが、抗力係数の入射 フルード数Fへの依存性がよく判っていない。

本研究は直方体の建築物等を対象に抗力係数の入射フ ルード数への依存性とともに値を考察する。

2. 入射氾濫水深と建築物等の背面浸水深の関係

津波の入射氾濫流(非定常流)が建築物等に衝突し過 ぎる過程において、氾濫流のエネルギー損失は大きく二 領域に分けられよう。一つは建築物等の前面側での反射 段波や跳水形成などによるエネルギー損失で、もう一つ は建築物等の前面から下流側でのものである。

前者でのエネルギー損失(局所的に増加の場合もある) は次式で評価されよう。

$$\frac{h_f}{h_i} = 1 + \frac{1}{2} \left\{ 1 - \left(\frac{v_f}{v_i} \right)^2 + \varsigma_i \right\} \frac{v_i^2}{gh_i} = 1 + \frac{1}{2} \left\{ 1 - \left(\frac{v_f}{v_i} \right)^2 + \varsigma_i \right\} F_r^2$$
 (1)

ここで、 hは建築物等の前面における最大浸水深(氾濫 流衝突初期の上方へのスプラッシュは除く), h,とvは津波 の最大入射氾濫水深とそのときの氾濫流速、ykt建築物等 の前面における流速、なは建築物等の前面側における広 義のエネルギー損失係数、gは重力加速度である。建築物 等の前面側に開口部がない場合は水のである。

後者でのエネルギー損失は次式で評価されよう。

$$C_v^2 = \frac{1}{1+\zeta} \cong \frac{v_i^2}{2g(h_f - h_r)}$$
 (2)

ここで、Cは流速係数、Cは建築物等の前・背面間でのエ ネルギー損失係数、hdは建築物等の背面における最大浸 水深(現地)または建築物等の前面における最大浸水深 時の背面浸水深(水理実験)である。

ζ, ζやCは水理量ばかりでなく、建築物等の大きさ、 形状や建築物等に対する入射氾濫流の流向、流れの非定 常性等にも依存するため、今後多くの経験を積んで定め ていく必要がある。

式(1)と式(2)から入射氾濫水深hと建築物等の背面浸水 深hの関係として次式が得られる。

$$h_r \cong h_i \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left(\zeta - \frac{v_f^2}{v_i^2} - \zeta_i \right) F_r^2 \right\}$$

$$C_{Dir} \cong 7.8 \left(1 - \frac{1}{2} \left(\zeta - \zeta_i \right) F_r^2 \right) \left(\frac{F_r}{\sqrt{\left\{ 1 - \left(\zeta - \zeta_i \right) F_r^2 / 2 \right\}}} \right)^{0.56} \chi^{-0.29}$$
(7)

ここで、 $F_r=v/vgh$ で、 CSC_r+2/F_r^2 が満たされる必要がある。 開度 λ が100%の場合は完全に孤立した建築物等における

3. 先端部背後の入射氾濫流による抗力の抗力係数

津波の入射氾濫流による抗力の評価法には二つの視点 があろう。一つは既往津波を対象とする場合のもの、も う一つは想定津波などの将来津波を対象とする場合のも のである。もちろん、どちらの視点のものであっても、 対象津波が同一の諸元・条件下であれば、評価結果は同 じでなければならない。

松富らは、既往津波を対象とする視点から、水理実験 に基づいて抗力式における投影面積4の評価に建築物等 の背面浸水深hを用いた場合の抗力係数Cpの評価実験式 (建築物等に開口部がない場合の回帰式) として次式を 提示している。

$$C_{Dr} \cong 13F_{r}^{0.56} \lambda^{-0.29}$$
 (4)

ここで、F,は代表流速として入射氾濫流速vを想定し、代 表水深として背面浸水深λを用いた場合のフルード数, λ (%) は入射氾濫流横断方向の建築物模型間の開度 (=100×(1-建築物模型幅/実験水路幅)) である。投影面 積Aの評価にhを用いた場合の抗力係数Coは開度か有意 に依存することが特徴である。

式(3)を用いて式(4)を書き換えれば次式を得る。

$$C_{Dr} \cong 13 \left(\frac{F_r}{\sqrt{\left\{ 1 - \left(\zeta - \zeta_i \right) F_r^2 / 2 \right\}}} \right)^{0.56} \chi^{-0.29}$$
 (5)

式(5)のF,は代表水深として最大入射氾濫水深h,を用いた 場合のものとなっている。

式(5)を入射氾濫流の諸元で示された抗力係数 C_{Dr} へ書 き換えるには式(5)にħ/ħ。を掛ければよく, その場合の抗力 係数評価式として次式を得る。

$$C_{Dir} \cong 13 \left(1 - \frac{1}{2} (\zeta - \zeta_i) F_r^2 \right) \left(\frac{F_r}{\sqrt{\{1 - (\zeta - \zeta_i) F_r^2 / 2\}}} \right)^{0.56} \lambda^{-0.29}$$
 (6)

式(4)は直方体の建築物模型を実験水路の底面と側壁の 両方に密着させた水理実験で得られたものである。した がって、氾濫流中に孤立して建つ建築物模型に対する抗 力係数とするには、過去の実験的知見や文献的知見から 推して、式(6)に0.6程度を掛ければよいと判断される。そ の場合の抗力係数評価式として次式を得る。

^{*} Froude number and drag coefficient in the evaluation of drag force due to a tsunami inundation flow by Hideo MATSUTOMI

ものとなる。ただし、式(4)はんの範囲が67~83%の水理実験で得られたものである。

今,実際にはあり得ないが,定常な一様水深の入射氾濫流が建築物等に衝突し,建築物等の前面側において氾濫流のエネルギーの損失や局所的な増加が一切ない場合を想定しよう。この場合は広義のエネルギー損失係数C=00、実際に比べて大きめのL=00、を想定していることになる。また,建築物等の前面から下流の流れでは建築物等にとって実際に起こり得る最悪な場合(大きな入射氾濫流速,すなわち大きな抗力)を想定して,エネルギー損失係数C=0235(流速係数C=09)を採用しよう。これらの場合,式C1以次式となる。

$$C_{Dir} \cong 7.8 \left(1 - 0.1175 F_r^2\right) \left(\frac{F_r}{\sqrt{1 - 0.1175 F_r^2}}\right)^{0.56} \chi^{-0.29}$$
 (8)

松冨らは投影面積4の評価に前面浸水深hを用いた場合の抗力係数 C_{y} の評価実験式(回帰式)として次式も提示している。

$$C_{DC} \cong 2.4F_r^{-0.62}$$
 (9)

投影面積4の評価にhを用いた場合の抗力係数CDは開度ん へ有意に依存しないことが特徴である。

式(9)に対して投影面積の評価にh,を用いた場合と同様な議論を展開すれば、順に次式群を得る。

$$C_{Df} \approx 2.4 \left(\frac{F_r}{\sqrt{\{1 - (\zeta - \zeta_i)F_r^2/2\}}} \right)^{-0.62}$$
 (10)

$$C_{Dif} \approx 2.4 \left(1 + \frac{1}{2} \left(1 + \zeta_i \right) F_r^2 \right) \left(\frac{F_r}{\sqrt{\left\{ 1 - \left(\zeta - \zeta_i \right) F_r^2 / 2 \right\}}} \right)^{-0.62}$$
 (11)

$$C_{Dif} \simeq 1.44 \left(1 + \frac{1}{2} \left(1 + \zeta_i \right) F_r^2 \right) \left(\frac{F_r}{\sqrt{\left(1 - (\zeta - \zeta_i) F_r^2 / 2 \right)}} \right)^{-0.62}$$
 (12)

ここで、 C_{Dr} は入射氾濫流の諸元で示された抗力係数である。

ζ=0, ζ=0.235とした場合, 式(12)は次式となる。

$$C_{Dif} \cong 1.44 \left(1 + \frac{1}{2}F_r^2\right) \left(\frac{F_r}{\sqrt{\{1 - 0.1175F_r^2\}}}\right)^{-0.62}$$
 (13)

式(8)と(13)の計算例を図ー1に示す。実線部分が水理実験 (式)の(適用)範囲である。図によれば、両式から評価された抗力係数値はほぼ同じである。このことは、水理実験式(6)と(11)への0.6掛けが関係しないこと、ζの値を

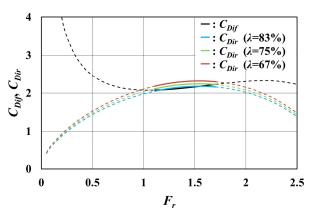


図-1 松富らの抗力係数評価実験式(8)と(13)の入射フルード数F, への依存性(実線の範囲は水理実験範囲)

変化させれば両式から評価される抗力係数値の差が拡大 することから、 ζ=0とζ=0.235の組み合わせが本水理実験値 に対しては妥当であることを示していよう。

松富らの水理実験範囲 (v/\gh=1.2~2.1。 ζ=0, ζ=0.235 として書き換えればv/vgh=1.1~1.7) における抗力係数値 は2.1~2.3である(図-1)。この値は自然河川を利用した 定常流の水理実験で得られた桑村の射流領域 (v/\gh=1.0 ~1.8) における水理実験値1.2±0.2に比べて1.8倍強とかな り大きい。参考までに松富らの抗力計数値を桑村のもの と一致させるには式(6)と式(11)~0.6掛けでなく, 0.33掛け にする必要がある。1.8倍強という大きな違いの一理由と して氾濫流(非定常流)と定常流における波力機構の違 いが考えられる。例えば、氾濫流では氾濫流先端部が建 築物等の前面鉛直壁へ衝突した後に鉛直方向へ投げ出さ れ、投げ出された水塊が後続の氾濫流へ落下着水したと きに最大波力 (> 建築物等への背面全静水圧を差し引い た全静水圧) が発生する。また、桑村は定常流による抗 力の大きさは建築物等への背面全静水圧を差し引いた全 静水圧の0.6~0.8倍と指摘している。一方、松富らの水理 実験における抗力の大きさは全静水圧の2倍程度である。 したがって、松富らの抗力は桑村のものの平均的に2.9倍 弱である。抗力係数比が1.8強,抗力比が2.9弱という両比 の違いはそ0と想定したことにより松富らの水理実験に おける入射氾濫流による流入運動量hx²が、換言して、式 (1)から理解されるように入射氾濫流のhiとviが過大評価 (既述) されることに一因していると考えられる。

氾濫流中に孤立して建つ建築物模型実験における抗力 係数については、既報水理実験からのものとなるが、講 演時に紹介する予定である。

津波に対する緊急避難場所の学校教員による優先度評価*

○佐藤 健(東北大学災害科学国際研究所)・桜井愛子(東北大学災害科学国際研究所)・ 村山良之(山形大学)・熊谷 誠(山形大学)・北浦早苗

1. はじめに

要配慮者利用施設として地域防災計画に位置付けられた学校は、避難確保計画の策定とそれに基づく避難訓練の実施が義務化されている。また、宮城県が 2022 年 5 月に新たな津波の浸水想定を公表したこともあり、学校防災マニュアルの見直しが求められている。しかし、津波のハザード環境や避難施設等の社会資源が大きく異なる状況下において、より実効性のある学校防災マニュアルの改善に向けて残された課題は少なくない。そこで、本論は石巻市防災主任研修会において共通検討課題とした石巻市立鹿妻小学校の事例をもとに、学校管理下における津波に対する緊急避難場所の優先順位の防災主任による考え方について明らかにする。

2. 防災主任研修の概要

宮城県は防災主任制度を設けており、防災主任を対象とした県や市町村が主催する研修会が開催されている。発表者らは、石巻市教育委員会が主催する令和4年度第2回防災主任研修会において、ワークショップを含む研修会の企画・運営を行った。

日時:2022年9月15日(木) 場所:石巻市立開北小学校体育館



図1 石巻市立鹿妻小学校校舎の前景

3. 検討課題の概要

石巻市立鹿妻小学校(図 1)の津波に対するこれまでの避難計画は、東日本大震災時の実績(図 2)に基づいて、0.5~1m未満の浸水深により校舎2階以上への垂直避難としていた。しかし、2022年5月に公表された宮城県による新しい津波浸水想定(図 3)では、3~5m未満の浸水深となったために、校舎2階の避難空間を利用することができない状況となり、校舎3階への垂直避難とするか、学校からの立退き避難とするかの検討が必要となった。

そこで、防災主任研修会における受講者である防災主任全員の共通検討課題と位置付けた。

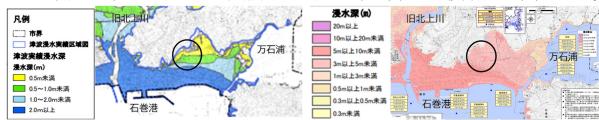


図2 東日本大震災時の津波浸水実績区域図

図3 新しい津波浸水想定図

^{*} School teacher's judgment about order of priority of emergency refuge place from Tsunami by Takeshi Sato, Aiko Sakurai, Yoshiyuki Murayama, Makoto Kumagai and Sanae Kitaura

なお、緊急避難先の選択肢は、鹿妻小学校校舎3階、菅原神社、鹿妻山入口、渡波稲井線トンネル、8階建てマンションの5か所とし、優先順位についての個人スタディとグループディスカッションを実施した。

4. 検討結果

個人スタディの集計結果を表1に示す。第1優先順位として最も選ばれたのは鹿妻小学校校舎3階で50名中32名(64%)であり、88%の防災主任が第2優先順位までに位置付けた。

また、高台の屋外空間や公共施設ではない民間施設でありながら8階建てマンションに対する防災主任の支持が得られた。50人名25名が第2優先順位とし、第1優先順位とした選んだ10名を加えると、70%の防災主任が第2優先順位までに位置付けたことがわかった。

さらに、優先順位の重み付き平均の結果は、鹿妻小学校校舎3階が1.5で最小、渡波稲井線トンネルが4.1で最大となった。この数値が1に近づけば近づくほど、防災主任の多くが優先順位で1を選んだことを意味する。

優先順位	鹿妻小学校 校舎 3 階	菅原神社	鹿妻山入口	渡波稲井線 トンネル	8 階建て民間 マンション	計
1	32	5	1	0	10	48
2	12	4	4	2	25	47
3	1	14	9	16	4	44
4	3	8	20	2	4	37
5	0	8	5	23	4	40
NA	2	11	11	7	3	34
計	50	50	50	50	50	
重み付き 平均	1.5	3.3	3.6	4.1	2.3	

表1 緊急避難先の優先順位に関する集計結果

なお、ワークシートには、上記の優先順位を判断する際のメリット、デメリットについても個人スタディの中で記述してもらうことにした。詳細は割愛するが、寒さや風雨を凌ぐための施設利用の検討など、個人スタディの段階では、防災主任の固定観念や思い込みが少なくない一方で、グループワークの意見交換では他教員の多様な価値観や新たな気づきが得られた(写真 1)。



写真1 グループワーク

5. おわりに

石巻市防災主任研修会において共通検討課題とした石巻市立鹿妻小学校の事例をもとに、学校管理下における津波に対する緊急避難場所の優先順位の防災主任による考え方についてのエビデンスを得た。今後、詳細な分析を実施していく予定である。

また、発表者らは、石巻市の防災主任に対して、「学区の地図を活用した災害リスクの理解」の研修も実施しており、そのリテラシーと緊急避難先の考え方との関連性についても今後の検討課題となる。

<第1会場 岩木ホール>

一 第 4 部 (5 題) -

司会:熊谷 誠先生

12月27日(火)14:15~15:30

避難行動解析に基づく地域条件を考慮した津波避難に関する研究

八戸工業大学大学院 堀合 紳弥 八戸工業大学大学院 立花 郁巳 八戸工業大学大学院 遠藤 貫太 八戸工業大学大学院 高瀬 慎介 八戸工業大学大学院 加藤 雅也 八戸工業大学大学院 武山 泰

1. はじめに

北海道や東北地方の沿岸地域では、日本海溝・千島海溝沿いを震源とする地震と津波が発生した場合、東日本大震災当時より規模の大きい津波が襲来すると想定されている。津波浸水想定区域内に位置する避難所・避難場所の開設が制限され、地域住民の避難目標とすべき施設が限定的となることが見込まれる。その一方、地方圏域では少子高齢化による地域の年齢分布の変動が進んでおり、高齢者が増加すれば、地域全体の避難の所用時間が長時間化し、また、積雪や路面凍結時のような冬季に発災した場合はさらに被災リスクが高まる恐れがある。

そこで本研究では、青森県八戸市を対象としたマルチエージェントシステムを用いた避難シミュレーションを行い、冬季間の気象状態の変化による気象条件を考慮した住民避難への影響について検討する。

2. 地域条件について

冬季の青森県ではスリップ事故等の交通障害が多発する。過去 20 年間(2001 年~2021)の気象記録 りを整理すると、八戸市でも 2010 年には日最大降雪量 61cm(図-1) を観測している。重機による除雪作業は行われるが、住宅地のような密集区域では除排雪作業が迅速かつ十分に行き渡るとは言えない場合もあるため、冬季の避難を想定する場合には、道路状況による交通障害も十分に考慮する必要がある。また、八戸市高齢者福祉計画 りによれば、総人口の推移(図-2)として 2020 年から 2045 年までに約 6 万人の減少傾向し、少子高齢化により 2020 年の生産年齢人口 57.0%、高齢化率 31.8%に対し、2045 年には生産年齢人口 46.3%、高齢化率約 44.9%となる見込みであり、今後は全人口の約半数が高齢となることが予想されている。この場合、全体的な避難速度の低下による被災リスクの増加と、要支援者の避難支援にあたる健常者の安全性の確保が不十分となる可能性があるため、実態に即した避難計画を策定する必要がある。

3. 地域条件を考慮した避難行動解析

気象状態の変化および人口年齢分布を考慮し、避難シミュレーション(図-3)を実施した。 対象は同市柏崎地区の男性 60 歳以上(n=1,548)で、第一波到達予想時刻の地震発生 38 分後に

^{*} Research on Tsunami Evacuation Considering Regional Conditions based on Evacuation Behavior Analysis by Shin-ya Horiai, Ikumi Tachihana, Kanta Endo, Shinsuke Takase, Masaya Kato, Yasushi Takeyama

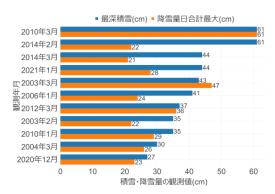


図-1:八戸市の降・積雪量の観測値

表-1:解析の条件および使用したパラメータ

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	冬季積雪状態での夜間避難
歩行速度	0.55m/s
運転速度	19.2km/h
避難開始時間	地震発生 10 分後~

避難行動中のエージェントをカウントし,条件による変化を比較した。想定条件を表-1に示す。夏季基準速度に積雪係数や夜間係数を乗じて速度条件を変更した。避難目標については,市指定避難所の中で,大津波警報時に開設される地区最寄りの施設としている。

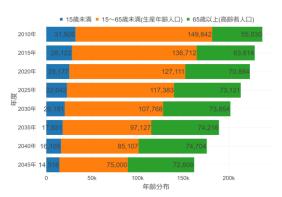


図-2: 八戸市の将来人口の年齢分布

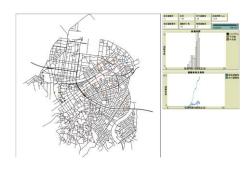


図-3: NetLogo の制御・出力画面

表-1:解析結果

第一波到達時刻	(地震発生 38 分後)
歩行:車両	避難者
100:0	31 人
50:50	18 人
0:100	15 人

4. おわりに

本研究では、千島・日本海溝沿いを震源とする地震および津波による被害が想定される青森県八戸市を対象とし、冬季夜間帯における男性 60 歳以上の住民の避難行動についての解析を行った。その結果(表-2)、第一波到達予想時刻の時点で避難途中だった住民数は 100%歩行避難の場合で最も多い 31 人と最も多く、避難手段を半数ずつとした場合、ある程度の人的被害のリスクを低減できることが分かった。現時点では、特定の年齢区分の解析結果であり、今後は年齢層が混在する解析条件へ展開し、各エージェント間の影響についても考慮する予定である。

5. 参考文献

1) 気象庁:過去の気象観測記録 青森県八戸市 降雪気温デー タ,2021.10.18 取得.

2) 八戸市:第8期高齢者福祉計画, p.5, 2021.

集客施設による避難訓練の取組みと観光危機管理の観点からの考察*

東日本大震災・原子力災害伝承館 山田 修司

1. 問題

本報告は、集客施設において実施される避難訓練の事例集積に資すること、および、その考察を目的とするものである。そのために、まず前半部において、報告者が所属する福島県双葉郡双葉町に存する施設(「東日本大震災・原子力災害伝承館」)において 2022 年 8 月 29 日 (月)に実施された、地震津波を想定した避難訓練(以下、「津波避難訓練」と記載)を中心に実施概要を報告する (2・3 節)。次に後半部で、そうした集客施設の抱える課題などに関して、特に観光危機管理の観点から考察を加える (4 節)。

2. 東日本大震災・原子力災害伝承館の概要

報告者の所属する「東日本大震災・原子力災害伝承館」(以下「弊館」と記載)は、2020年9月20日に開館した。通常は火曜日および年末年始を休館日として、それ以外の土曜日・日曜日、祝日も営業している。開館からすぐに新型コロナウィルス感染症への対策を要請される状況にあるものの、2022年10月19日には来館者が15万人を越えた。年間で変動はあるものの、平日に団体客、土・日曜日に非団体客が多い傾向にある。来館者が最大で1日に1,000人を越える日もある。また、調査・研究部門が設置されており、2022年4月より報告者を含む常任研究員4名が着任した。

3. 津波避難訓練の概要

弊館での避難訓練は、消防法令上の必須の訓練として位置づけられ、年2回実施されており、 夏季に津波避難訓練を、冬季に防火訓練を予定している。訓練の実施にあたっては施設管理を 担当する職員が中心となり執り行われる。今回は担当者、報告者を含む各部署より選出された 数名の職員が構成員となって実施前に2回の検討・意見交換会がなされた。

訓練は 2022 年 8 月 29 日 (月) に実施された。以下、概略を記す。営業終了後、17:20 ごろより、事前に計画・配役される全体指揮・避難誘導職員と、来館者役の職員とにそれぞれ別れ準備および配置につく。17:30 に訓練開始の合図とともに、仮想での地震発生、大津波警報の発表と次いで、指揮職員の指示のもと、避難誘導の職員・スタッフが避難誘導に移る。来館者役の職員は誘導に従い、移動する。建物外に誘導したのちは、自治体が作成・公表しているハザードマップ(図1を参照)に従い、また率先避難として一部の職員と来館者役が同時に、西側へ移動する。雨天ではなかったため、今回の津波避難訓練において設定された一時避難場所への移動は予定どおり実施され、館内の残留者確認を終えた職員の一時避難場所への到達は、開始からおよそ10分程度で完了した。

^{*}Evacuation Drill at a Visitor Facility and its Consideration from the Perspective of Tourism Risk/Crisis Management by Shuji Yamada

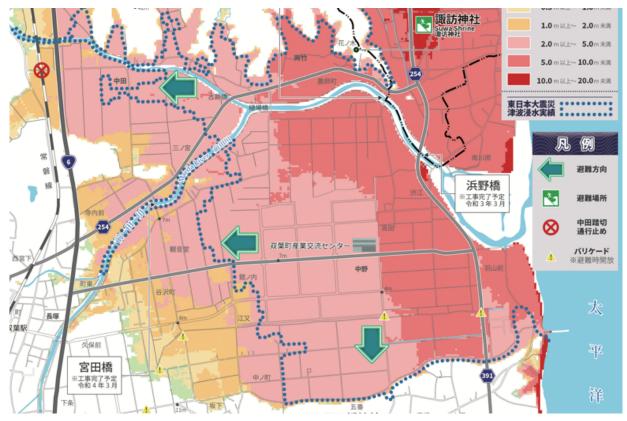


図1(*双葉町「津波ハザードマップ」をもとに報告者が加工)

避難誘導の訓練の次は、全員で再び館内に移動し、車椅子を用いた避難訓練を行った。介護福祉士の有資格者を講師にお招きし、車椅子利用の来館者を想定し、「基礎的な車椅子の扱い方」から「車椅子利用者への接し方」、「館内での動きの注意点」などを受講した。

訓練の最後には、消防署職員から全体への講評を聴講した。津波避難訓練の評価に加え、率先避難の意義や集客施設特有の課題などが示された。

4. 考察:観光危機管理の観点から

上記まで報告した津波避難訓練とあわせて、観光危機管理(Tourism Risk/Crisis Management)の観点から考察を試みる。津波避難訓練の評価は、事前の訓練において想定=設計された機能の効果検証と、状況・文脈を考慮した検証とが考えられうる。国内での観光危機管理への言及は、観光客に着目した地域防災計画の研究(押田ほか 2018)や JTB 総合研究所が関わるもの(高松 2018)、観光庁などによる手引き・マニュアルがある。考察を通じて、施設の立地する地域特性および現代的な移動の特性などから、集客施設における危機管理(Risk/Crisis Management)について暫定的な参照点の提示を試みる。

注

- 1)本報告は令和4年度東日本大震災・原子力災害伝承館個人研究費の補助を受けている。
- 2)本報告は報告者個人の見解であり、報告者の所属する組織の見解を示すものではない。

岩手県内における自主的な防災の組織の活動実態について

山形大学地域教育文化学部(元岩手大学地域防災研究センター) 熊谷 誠 岩手大学理工学部 南 正昭

1. はじめに

岩手県は、平成29年度から自主防災組織の活動について実態調査を行っており、令和3年度には2度目の調査を実施した。筆者らは初回調査の企画段階から協力しており、本報告では、この2回にわたる調査結果のうち経年による自主防災活動、特に活動の変化に関して報告するものである。

2. 本調査の目的

岩手県では、平成29年度に実施した実態調査をはじめとして、県内市町村の自主防災組織の結成や活動についても岩手大学の専門家等を交えて、組織の支援を行ってきた。その間、岩手県内でも2019年台風19号による被害が発生し、国からは河川の最大規模の洪水想定範囲や千島・日本海溝における地震津波被害の想定が新たに示されるなど、地域での自主防災活動に影響を与える出来事がいくつもあった。前回調査からの経年変化に加え、これら地域防災における動きがあるなかで、令和3年度にも自主防災組織への実態調査を行い、岩手県内の自主防災組織とその活動がどのように変化したか捉えるのが本調査の目的である。

3. 調査の方法・概要

調査の方法・概要は以下の表1に示す通り。

・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: 令和3年12月から令和4年2月まで

・配 布 数・対象数: 2,123 (独自調査を予定していた宮古市分を除く)

·回収数:1,503組織

·回収率:70.8%

4. 結果

設問内容から平成 29 年度調査と比較した項目のうち、「回答に増加が見られたもの」では、「研修・訓練の実施」(5.9 ポイント)、「災害時の活動計画の作成」(5.5 ポイント)、「自地域の危険区域の認識(洪水)」(4.2 ポイント)などに大きな変化が見られた。「回答に減少が見られたもの」では「防災講演会等の開催・参加」(-12.8 ポイント)、「避難所運営マニュアルの有無」(-15.2 ポイント)、「県主催の研修会への参加」(-9.4 ポイント)、「活動参加への勧誘」(-9.4 ポイント)、「活動参加への勧誘」(-9.4 ポイント)、「

^{*} Activities of Voluntary Disaster Prevention Organizations in Iwate Prefecture by Makoto Kumagai

7.8 ポイント)などに大きな変化が見られ、「防災講演会等の開催・参加」と「避難所運営マニュアルの有無」の2つの項目は、減少率が10ポイントを超えていた。

表1. 回答に増減が見られた項目(1ポイント以上の変化があったもの)

回答に増加が見られたもの	回答に減少が見られたもの
組織の構成が自治会と同一(3.8)	集合住宅住民の活動参加(-4.6)
災害時の活動計画の作成 (5.5)	外国人住民の活動参加(-0.3)
活動拠点の設定 (2.4)	防災講演会等の開催・参加(-12.8)
自地域の危険区域の認識(洪水)(4.2)	自地域の危険区域の認識(津波)(-2.4)
自地域の危険区域の認識(土砂)(3.9)	地域内の避難場所の有無(-7.5)
研修・訓練の実施 (5.9)	避難所運営マニュアルの有無(-15.2)
地域独自の防災マップ作成(1.3)	防災用資機材等の備蓄(-2)
県の防災サポート事業の認識 (6)	避難行動要支援者の訓練参加(-3.6)
県の防災サポート事業の活用(3.7)	活動参加への勧誘 (-7.8)
県主催の研修会・情報交換会の認識 (3.7)	県主催の研修会への参加(-9.4)
市町村の活動支援事業の活用 (2.3)	

5. 考察

回答の全体的な傾向として、増加が見られた項目よりも減少が見られた項目の方が、前回との差が大きい、すなわち減少率が大きい傾向がみられた。増加が見られた項目では、「災害時の活動計画の作成」や「活動拠点の設定」、危険区域の認識や行政の支援事業の認識・活用といった組織体制や組織運営に関わるものが多くみられた。一方で、減少が見られた項目では、「集合住宅住民の活動参加」や「防災講演会等の開催・参加」、「活動参加への勧誘」など住民参加に関する項目が含まれており、自主防災活動のうち住民向けの普及・啓発に関する取り組みが特に低調になっていることがうかがわれた。

そのほか、「自地域の危険区域の認識」については表中で(洪水)、(土砂災害)、(津波)の3つの項目を示していたが、このうち(津波)のみが前回の回答率を下回る結果となっていた。このことについて、(洪水)、(土砂災害)では、冒頭でも述べた2019年台風19号の県内被害や全国での風水害の頻発による関心が高まったこと、最大規模の浸水想定のハザードマップが各地で整備、配布されたことなどが影響していることが考えられた。また、(津波)では岩手県内では2018年にほとんどの地区で移転等の住宅復興事業が完了していること、千島・日本海溝地震による津波浸水想定については、岩手県の詳細な浸水想定の公表前であったことなどが影響していることが考えられた。

名取市閖上地区における人口増減と学校再建に着目した持続可能な地

城再建に関する考察*

名取市閖上地区は,東日本大震災による 津波被害が甚大かつ,住民の移転先を巡っ た社会的合意形成に時間を要した¹⁾。しか し再建後は,閖上小中学校の一貫校新設に伴 い年少及び生産年齢人口増加が見られる²⁾³⁾。

東北大学災害科学国際研究所 佐藤 健

| 15-64歳 | 05歳以上 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 30

〇五十嵐

東北大学大学院工学研究科

図 1. 閖上地区の年齢別人口推移と閖上小中学校児童生徒数

関上地区の地域再建に関する既往研究では,酒井ら4)が,名取市閖上地区における震災復興計画の8年分の策定過程をまとめ,計画人口に基づいた復興プロセスを整理した。加藤ら5)は,閖上地区の新規住民の転入要因と住民の生活課題を明らかにした。また東日本大震災の被災学校再建に関する研究では,濱本6)が岩手県の被災学校の再興プロセスの特徴と課題を明確化したが,学校と地域再建との相関と,学校再建が再建地の人口動態に及ぼす影響は分析の余地がある。本研究では各ヒアリング調査から,閖上地区の親子世帯と人口動態・小中学校建築の存在と

表 1. 調査概要

教育現場における取り組みが,地域の持続可能性にどのように資するのか分析する。

『閖上復興だより』による文献調査・情報収集 一般社団法人『ふらむなとり』*へのヒアリング 名取市役所総務部総務課へのヒアリング 閖上小中学校へのヒアリング

閖上地区・小中学校の復興経緯と特性を整理 地区内の人口動態の把握

親子世帯の流動の要因と住まいとの関連性

閖上小中学校が地区の持続可能性に及ぼす影響について分析

(※:閖上住民による団体。震災~現在にかけ閖上の復興に関する情報を発信。)

2. 住民へのヒアリング調査と考察

一般社団法人「ふらむなとり」にヒアリング調査を実施し、人口動態の変化要因を分析した。 2020年10月時点で、閖上地区は移住人口が推定で600~700人いるが、小中学校の児童生徒数約 300人のうちの約6割(180人)が閖上地区外から通学している。新規住民の流入要因として、移 住時に支給される助成金、土地価格が安いといった経済要因、復興事業による街並みの一新といった環境要因がある。一方で新規住民へ地区の風土、震災教訓を伝える機会が少ない現状もある。

3. 行政へのヒアリング調査と考察

関上地区における親子世帯の流動と住居との関連性を名取市へのヒアリング調査により分析した。関上地区の被災住民の多くは,小・中学校の間借り先であった不二が丘小学校周辺エリアの仮設団地に入居した。関上地区は現地再建による復興事業が行われたため,再建地と住まい・学校が地理的に遠のき,就学児童生徒の属する親子世帯の分離が起きたと考えられる。一方で美田園仮設団地は下増田小と隣接していたため,従来コミュニティの維持ができた。親子世帯の流出を防ぐ,持続可能な地域再建には学校の早期再建・住まいとの近接立地の重要性が伺える。

*The Research of Sustainable Regional Reconstruction Focused on Population and School Reconstruction, in Yuriage, Natori City by Ryo Igarashi and Takeshi Sato

4. 親子世帯の居住エリアの変遷

閖上小中学校に通う児童生徒の属する親子世帯の居住エリアの変遷を以下に示す。

閖上在住の児童生徒の世帯は復興後に移転した新規住民の方が多く,小中学校の児童生徒数増 加に影響を与えている。これには地価の安さ、小中学校・保育所・児童センターの立地集約とい った良好な教育環境等の要素が起因している。また地区外から通学する児童生徒には,家族に閖 上小中学校出身者がいるケースもある。震災直後は閖上地区から通う生徒はほぼおらず,みなし 仮設の利用などから仙台市から通う生徒も多かった。開校直前の分布では, 閖上市街地から通う 生徒は全体の1割未満に減少するも、開校後は閖上地区在住の児童生徒が大幅に増加した。現 在は閖上地区在住の児童生徒だけでなく,愛島地区などの遠方からの児童生徒も増加している。



(※数値は児童・生徒の人数、H29年以前は中学校生徒数のみ。() 内は割合を示す。)

5. 閖上小中学校へのヒアリング調査と考察

学校の存在が持続可能な地域再建にどのように影響するのか調査するため, 震災前から閖上 地区の教育現場に身を置いてきた教員へヒアリング調査を実施した。

閖上小中学校の取組は,教育・防災・地域連携の3つの柱を掲げており,特に地域連携ではゲ ストティーチャーを招いた講義がカリキュラムに取り込まれている。学校は地域に対し避難施 設等の防災拠点や地域活動の場としての意義がある反面, 教員の異動があること, 地域の産業活 性化や雇用の場が少ないことから,卒業生をはじめとした次世代が定着しにくいことが課題で ある。学校は持続可能な地域再建のために、防災設備・施設としてハード面の影響がある一方で、 ソフト面では地域活動に学校が参入できる地域連携のシステムを構築する必要性が求められる。

6. 総論と今後の展望

閖上地区では被災以降親子世帯の分離が起き,学校の早期再建と学住の近接立地が若年層の 流出を防ぐのに有効であることがわかる。閖上地区の児童生徒がいる世帯の特性として,増加が 新規住民によるものであることと,それに地価や良好な教育環境の集積が起因していることが 明らかになった。また閖上小中学校の再建によって親子世帯数も増加しており誘致ができてい る反面, 持続可能な地域再建には世帯が定住するための仕組みも必要である。

今後は閖上小中学校児童生徒の保護者を対象にしたアンケート調査と,他地区の学校再建事 例との比較を通して,学校再建の地域持続可能性への影響をより一般化する必要がある。

- 〈参考文献〉 1) 閖上復興だより実行委員会: 閖上復興だより
- 2) 名取市:地区別人口 https://www.city.natori.miyagi.jp/soshiki/soumu/soumuka/toukei/tikubetsu (最終閲覧日 2022,10.3)
- 3) 閖上小・中学校の児童・生徒数のデータは宮城県教育委員会からの情報提供。
- 4) 酒井俊史、村尾修:「名取市閖上における震災復興まちづくりの計画策定過程」,都市計画報告集, No.18, 2019.5
- 5) 加藤春奈: 「東日本大震災被災地の人口増減の比較分析と閖上における新規居住者の転入要因」,東北大学工学研究科修士学位論文, 2022.9
- 6) 濱本舞、斎尾直子:「東日本大震災8年間の公立学校の再興プロセス 岩手県沿岸部被災地域を対象として 」,日本建築学会大会学術講演梗概 集, 2020.9
- 7) 閖上小中学校よりデータ提供。

災害後人口移動の年齢別構造の分析*

東北大学災害科学国際研究所 奧村 誠 復建調査設計株式会社 元井初音

1. 災害後の人口移動

自然災害は、直接的な人命や財産の損失だけでなく、社会・経済活動の長期的な停滞や復興 需要によるポジティブな影響をもたらす。今後の災害対応・復興政策を考える上で、過去の災 害がもたらした長期的な影響を把握する方法の開発が求められる。

著者らは、地域の社会・経済活動の量的水準を人口により把握できると考えて 1973-2003 年の人口移動と都道府県別自然災害統計を実施し、転出と転入への影響は被災規模により異なることを示した。また東日本大震災前後の数年間の都道府県別社会増減率を確認し、福島県の過剰転出分が宮城県に転入したと考えれば、各都道府県の増減率は安定的なトレンドに沿うことを確認した。しかしこれらは全人口を対象としており、原発事故後に福島県から女性を中心に全年齢階層が転出する一方で残留者や転入者は単身の中高年男性にとどまり、性年齢構造が大きく崩れたことなどは確認できていない。本報告では 2005-2020 年の都道府県間の移動人口の性年齢構成の質的な特徴を把握するための NMF(非負値行列因子分解)の結果を報告する.

2. 使用データと分析手法

2010, 2015, 2020年の国勢調査基本集計の中の前住地別性別 5 歳階級年齢別の人口データを用い,調査年度と5年前の常住地を比較し都道府県ごとの転出者, 転入者および残留者を求める。これを横方向に男女の5 歳階級,縦方向に時期,転出・転入・残留,都道府県の順に配列して,観測行列を作成する。

一方, NMF は非負値の観測行列を, 少数要素の発生パターン (因子負荷量) 行列と要素発生の頻度 (因子得点) 行列に分解する多変量解析手法で, ここではスパース性

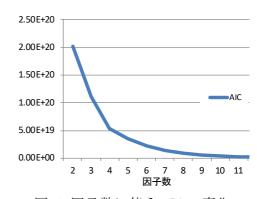


図-1 因子数に伴う AIC の変化

の高い要因抽出ができるベイズに基づく計算手法を用いる. 因子数を変更した場合の AIC 指標の変化は図-1 のようであり, 勾配の変曲点から因子数を 7 に設定した。

3. 人口移動パターンの性年齢別構成比

図-2の因子負荷量行列は、どのような性年齢階層の人が同様の人口移動(残留)行動をとるのかを表し、負荷量の値は各階層の構成比を表す。これより7つの因子は代表者の年齢順に、進学期(平均26.3歳、男性58%)、就職期(32.5歳,54%)、独立期(37.3歳,32%)、ファミリー(29.4歳,52%)、壮年期(47.6歳,59%)、介護期(51.1歳、35%)、退職期(61.0歳,46%)と名づけた。

^{*}Age structure of post-disaster inter-prefectural migration by Makoto Okumura and Hatsune Motoi

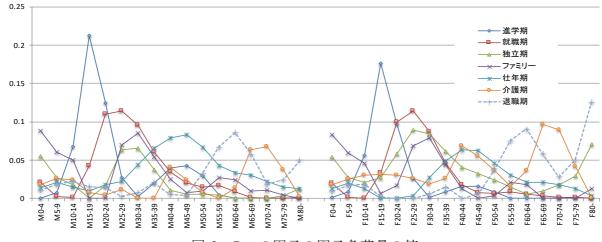


図-2 7つの因子の因子負荷量の値

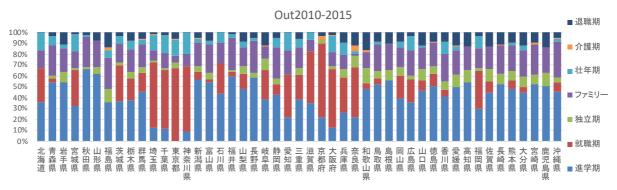


図-3 2010-2015年の転出人口における因子得点

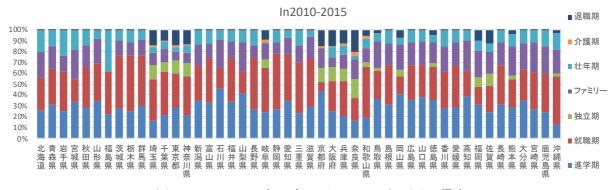


図-3 2010-2015年の転入人口における因子得点

4. 都道府県別の人口移動パターンの発生強度

因子得点行列から,東日本大震災を挟む 2010-2015 年の転出と転入の構成比を図-3,図~4 に示す。福島県から就職期以外の全階層が転出し、ファミリー層の転入がないことが確認できる.

5. おわりに

紙面の制約上、他の結果は当日示す。今後は、期間中の災害の被害と因子得点との関係の分析や、災害被害と人口移動を統合的に NMF で分析していく予定である。