

季刊

# 消防防災の科学

夏  
2017

特集

平成28年8月の豪雨災害を考える

129

一般財団法人 消防防災科学センター

この季刊誌は、**宝くじ**の社会貢献広報事業として助成を受け作成されたものです。





# 平成29年7月九州北部豪雨



福岡県朝倉市柚木東田地区の被害の様子  
2017年7月14日撮影



福岡県朝倉市柚木東田地区の被害の様子  
2017年7月14日撮影

# 平成29年 5月釜石市山火事



延焼した山火事（2017年5月8日撮影）  
写真提供：岩手県釜石市



消防署と消防団による消火活動（2017年5月10日撮影）  
写真提供：岩手県釜石市

## 巻頭随想

災害時の管理者責任追及への懸念

静岡大学防災総合センター 教授 牛山 素行 4

## 特集 平成28年8月の豪雨災害を考える

- 1 2016年8月30日台風10号により北上山地流域で発生した土砂災害  
岩手大学 農学部森林科学科教授 井良沢 道也 6
- 2 近年の自然災害から見た入所要配慮者被害の問題と対策  
同志社大学 社会学部教授 立木 茂雄 11
- 3 人的被害を軽減する災害情報の現状と限界  
東北大学 災害科学国際研究所 佐藤 翔輔 15
- 4 北海道大雨激甚災害を踏まえたこれからの対策  
中央大学理工学部教授 山田 正 22  
中央大学大学院理工学研究科博士課程 諸岡 良優
- 5 2016年8月北海道豪雨災害  
北海道大学 工学研究院水圏環境工学分野教授 清水 康行 28
- 6 平成28年8月の北海道豪雨災害と今後の洪水対策について  
室蘭工業大学大学院教授 中津川 誠 32

## ■災害レポート

平成26年糸魚川市大規模火災の調査概要

消防庁消防研究センター

技術研究部大規模火災研究室 主任研究官 鈴木 恵子 39  
火災災害調査部原因調査室 主任調査官 高垣 克樹  
藤崎 草多

## ■連載講座

連載 (第35回)

続 七分積立金・渋沢栄一 ..... 作家 童門 冬二 44

地域防災実戦ノウハウ (92) -熊本地震災害の教訓と課題 その4- ..... 日野 宗門 46

### 火災原因調査シリーズ (85)

石油ファンヒーターから延伸した炎により出火に至った事例

新潟市消防局予防課火災調査係 50

編集後記 ..... 56

## カラーグラビア

平成29年7月九州北部豪雨

福岡県朝倉市柚木東田地区の被害の様子

平成29年5月釜石市山火事

延焼した山火事

消防署と消防団による消火活動

## 災害時の管理者責任追及への懸念

静岡大学防災総合センター 教授

牛山 素行

自然災害による被害で最も心が痛むのは「犠牲者の発生」と言っていいただろう。自然災害の原因となるハザード（地震、津波、大雨など）は自然現象だが、ハザードにより生じた災害は人間社会の現象である。「犠牲者の発生」も、ハザードが人間社会に作用して生じる現象の一つであり、いわば自然の力によるものであって誰のせいでもない、という考え方もありうる。一方で、誰かが対応を誤った結果として犠牲者が発生したのであり、責任者を追及するべきだとの考え方もあり、訴訟となる場合もある。

東日本大震災に関してもいくつもの訴訟が進行中である。判決内容は様々だが、いわゆる「予見可能性」を比較的広く認め、災害時における管理者側の責任を強く求める傾向があるように感じられる。筆者自身、個々の犠牲者の遭難状況をみれば、あまりにも痛ましく、悲しい気持ちに打ちのめされる。しかしながら、災害時の管理者責任を強く問う考え方については、違和感を持っている。

東日本大震災に関連した訴訟で最も早期に判決が出たのは、2013年9月17日の仙台地方裁判所による、宮城県石巻市の（私立）日和幼稚園に関するものだった。同園を経営する学院に対し、被害を受けた園児遺族の一部が損害賠償を求め、裁判所は学院の責任を認めた。なお、その後控訴審の途中で園側が責任を認め和解となっている。

同園は石巻湾に面する高台にあり、地震・津波による大きな被害は受けなかったが、地震後に園児を帰宅させようとバスを出した所、バスが津波

に襲われ、園児5人と同行の職員1人が死亡した。争点はいくつかあったが、バスで帰宅させたことについて判決は「地震発生後に津波に関する情報収集義務の履行を怠った結果、バスを眼下に海が間近に見える高台にある幼稚園から海側の低地帯に出発させて園児ら4名の津波被災を招いた」などとし、他の争点についても原告の主張をほぼ全面的に認めた。

園児の自宅や、バスの走行経路は、低い所で標高3～4m、最も海岸から近い所で200～300mほどで、いずれも震災前に公表されていた津波浸水想定区域からは明確に離れた場所だった。しかし判決は、ハザードマップに「浸水の着色のない地域においても、状況によっては浸水するおそれがあるので、注意してほしいこと、津波に対してはできるだけ早く安全な高台に避難することが大切であること」の注記があったことや、バスの走行ルートが「浸水が予想された海沿いの区域との標高差がほとんどない上、防災行政無線やラジオ等を通じて大津波警報と高台避難が呼び掛けられ、宮城県への津波到達予想時刻が午後3時であり、予想される津波の高さが6mであることが報道されていた」ことから、「津波被害を回避するために高台に位置する本件幼稚園Cにとどまる契機となる程度の津波の危険性を予見することができたというべきである」としている。また、「最大震度6弱の揺れが約3分間も続いていたから、地震の震源地等によっては巨大な津波に襲われるかもしれないことは容易に予想されることであって」

とも言っている。

ハザードマップの記載の情報には不確実性があり、いわゆる「想定外」の現象が起り得ること、巨大な地震に伴って大きな津波が生じることなどは、東日本大震災経験後の現代日本に暮らす人々にとっては「常識」と言っていいかもしい。しかし、東日本大震災を引き起こした2011年3月11日14時46分の地震発生時点の人々にとって、それは「常識」だったと言えるだろうか。この判決は、現時点の「常識」を持って、過去の人の行動を裁いたものと筆者には思えてならない。

2016年10月26日には、同じく石巻市内の市立大川小学校での被害に関する判決が仙台地方裁判所から出された。同校では所在した児童72人、教職員10人が津波に襲われ死亡または行方不明となった。これら児童の一部遺族が石巻市および宮城県に対し損害賠償を求め、裁判所は基本的に被告側の責任を認めた。

同校は、北上川河口から約4km（川からは約200m）、標高約1mにあった。津波浸水想定区域からは離れており、地震・津波の際にも用いる指定避難所となっていた。地震発生後に校庭へ避難したが、15時30分頃に標高約7mにある北上川堤防付近の「三角地帯」へ移動をはじめ、数分後に津波に襲われたと考えられている。この判決では、日和幼稚園のように地震発生直後から津波到達が予測できたはずだ、といった幅広い予測可能性は認められなかった。同校の海岸側で津波の陸上への遡上を目撃した石巻市の広報車が、15時30分頃に同校脇の道路を通過し、津波の接近と避難を放送で呼びかけたことから、この時点以降であれば津波の到達を予測できたはずとの限定的な認定がなされた。しかし、その後に避難先として、同校の裏山（車道は存在せず、歩ける斜面だったかは見方が別れる）を選択せず、「三角地帯」を目指したことが不適当だったと判断した。判決は、大津波警報で予想津波高が伝えられていたことから「同所は、当面の避難場所としてであればまだしも、

6ないし10mもの大きさの津波が程なくして到来することが具体的に予見される中での避難場所として適していなかったことは明らかである」、「現実には津波の到来が迫っており、逃げ切れるか否かで生死を分ける状況下にあつては、列を乱して各自それぞれに山を駆け上がることを含め、高所への避難を最優先すべきであり」としている。しかし、このような知識や考え方が広く一般化したのも東日本大震災以降ではなかろうか。無論このような判断ができれば、それに越したことはないが、当時、当然そうすべきだったとまで言えるのだろうか。

また、同校は指定避難所であり付近の住民も多数避難してきていた。同校関係者は、住民に裏山への避難について相談したが、否定的な反応だったとみられている。これについて判決は「(住民)の意見をいたずらに重視することなく、自らの判断において児童の安全を優先し、裏山への避難を決断すべきであった」としている。しかし、住民と混在した避難場所での状況を踏まえると、そのような「判断」を「すべきだった」と言うのが現実的だろうか。

個々の訴訟において、争点は「予測可能性」だけではなく、判決に対して単純な論評をすることは適切でないだろう。しかし、不確実性が非常に高いという特性を持つ自然災害に伴って生じた人的被害について、災害後の知見を元に予測可能性を幅広く認め、管理者側にあたる組織・個人の災害時（及び平時の備えにおける）の判断・対応について、結果責任を強く問うありかたには懸念を捨てきれない。いわゆる「管理者」は、なにも行政機関とは限らない。民間企業、任意団体など、国民のかかなりの割合が「管理者」側となる可能性がある。大規模災害の発生も想定される中、多数の「管理者」の責任を強く問うやり方は、社会的に本当に対応可能なのだろうか。正直なところ、解決のための方向は筆者にも全く見えない。しかし、こうした現実があることは、防災に関わるものとして知っておく必要があるだろう。

## □2016年8月30日台風10号により 北上山地流域で発生した土砂災害

岩手大学 農学部森林科学科教授 井良沢 道也

### 1. はじめに

昨年の8月30日、岩手県の北上山地東側の岩泉町、宮古市、久慈市などでは、台風10号にともなう集中豪雨による溪床部の侵食等に起因し、土砂・流木が発生・流下した。本台風は岩泉町、宮古市、久慈市など北上山地東側の多くの市町村で河川の氾濫、道路の途絶による集落の孤立、土砂災害の発生など甚大な被害をもたらした。岩手県内で21人の死亡が確認され、2人が行方不明となっている<sup>1)</sup>。とりわけ、岩手県岩泉町では、グループホームが被災し、入所者9名が全員亡くなる等、高齢者の被災が顕著であった。岩手県内では土砂災害の発生件数は155件<sup>2)</sup>にも及んでいる(表-1)。北上山地は全体として古生代・中生代の地層が広く分布し、部分的に花崗岩が貫入している。本稿

で述べる小本川・閉伊川流域の地質は、チャート、粘板岩、頁岩、砂岩、花崗岩、石灰岩などから構成されている。全体に表土が薄くかつ下層の岩盤が硬く、元々保水力の低い表土層が豪雨による雨水を含みきれず、広範囲で急激な出水や土石流やがけ崩れが発生したと推測される<sup>3)</sup>。ここでは今回の土砂災害の被害実態について報告する。

### 2. 降雨の状況と土砂災害の発生箇所

本台風は日本の南の太平洋上で複雑な動きをした台風である。数日間、南寄りの進路を通った後、再び東寄りに進路を変え、北上し、2016年8月30日18時前に岩手県大船渡市付近に上陸した。東北地方を北西に抜けたのち温帯低気圧に変わった。1951年(昭和26年)に気象庁が統計を取り始めて以来初めて東北地方の太平洋側に上陸した台風となった。本台風により岩手県東部を中心に累積雨量200mmを越える強雨域が広がった。アメダス岩泉(岩手県岩泉町)の8月後半以降の降雨状況を図-1に示す。降雨は、8月29日から時間雨量5mm/h以下の降雨が断続的に発生している(図-2)。最大日雨量は台風10号が上陸した8月30日の194.5mm/dであった。図に示すように、最大時間雨量62.5mm(8/30 18時:1/200年確率相当)、最大日雨量194.5mm(8/30:1/30年確率相当)であった。最大時間雨量はアメダス岩泉の観測史上最大である。このうち、時間雨量28.5mm(1/3年確率)以上の豪雨が生じていたのは4時間(8/30

表-1 土砂災害発生箇所数(平成28年10月31日現在)

市町村名	土石流等	がけ崩れ	合計
久慈市	6	1	7
洋野町	0	1	1
軽米町	0	2	2
宮古市	18	0	18
岩泉町	116	4	120
釜石市	1	0	1
遠野市	5	0	5
大槌町	0	1	1
合計	146	9	155

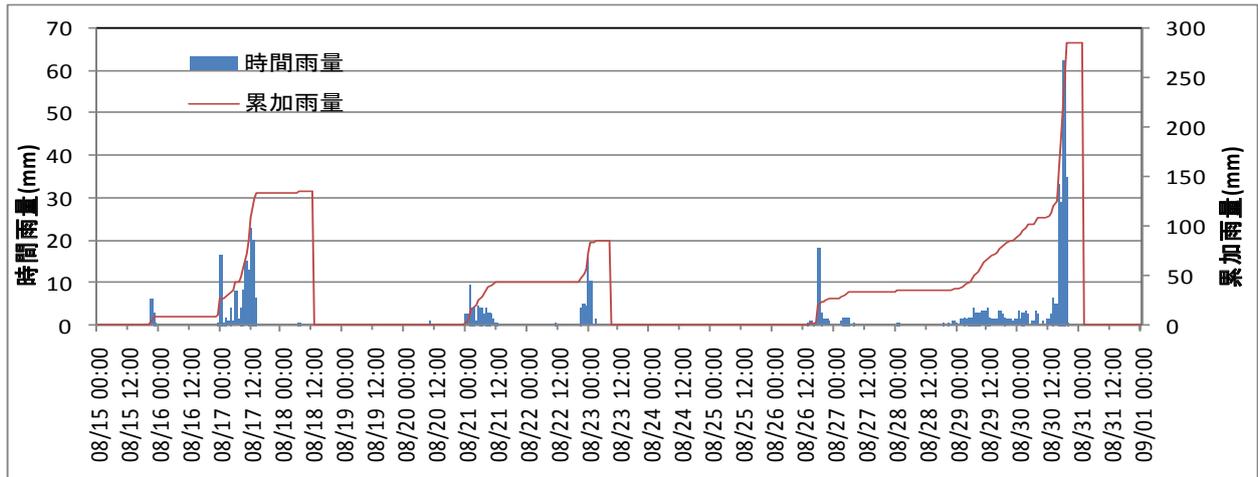


図-1 8月後半以降の降雨状況（アメダス 岩泉）  
 ※累加雨量は連続24時間無降雨で0mmとしている

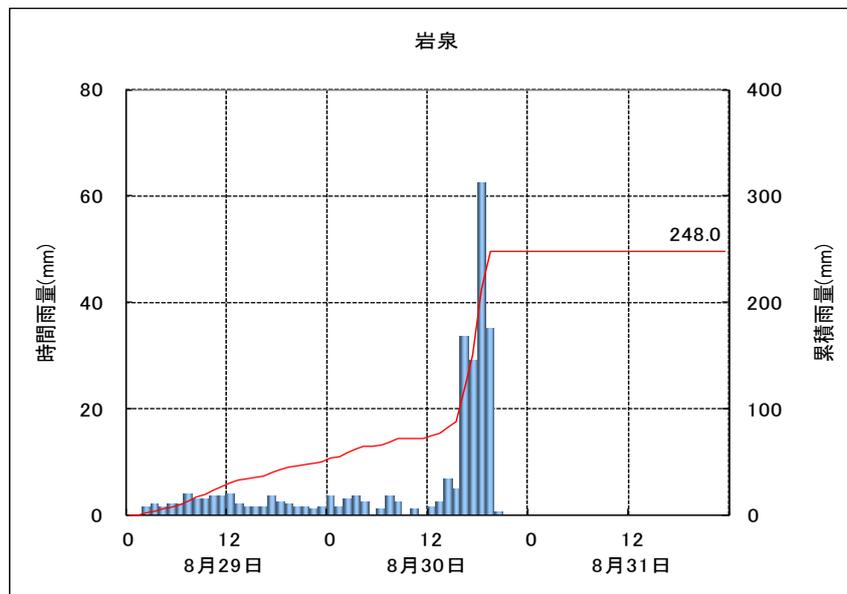


図-2 8月29日からの降雨の状況（アメダス 岩泉）

15～19時）であり、この間に降った雨は160mmに達した。今回の土砂災害の誘因となる降雨は、おおよそ4時間の間に集中的に発生したのが特徴的である。また、8月の東北地方は台風10号以前にも図-1に示す2週間前の台風9号による豪雨が発生しており、先行降雨として影響した可能性も考えられる。8月の月降水量は岩泉で586.5mmであり、これも観測史上最大である。

### 3. 代表的な土砂災害による被災箇所

以下に代表的な被災箇所を示す。

#### 3.1 岩泉町大川地区で発生した土石流

2級河川岩泉町小本川の大きな支川である大川上流部左岸沿い大川本町地区がある。今回の豪雨により本地区の背後の支川（流域面積；0.14km<sup>2</sup>）において土砂流出が発生した。谷出口付近の平均溪床勾配は約1/3（≒18°）で、地質は白亜紀前期



写真－1 岩泉町大川地区で発生した土石流。右下写真は集落である（平成28年9月9日撮影）



写真－2 岩泉町褰綿（ほろわた）田畑地区における集落の被災状況、右側は小本川である。左上写真は上流域の土砂流出状況（平成28年9月9日撮影）

の北上花崗岩類の分布域にあたり、花崗閃緑岩およびその風化物よりなる。

### 3.2 岩泉町褰綿（ほろわた）田畑地区の土砂流出

岩泉町褰綿田畑地区には、小本川へ南側から流入する流域面積約1.5km<sup>2</sup>、比高約540m（標高210～750m）の沢があり、小本川合流点から上流側約350mの区間では沢沿いに10軒程の家屋がある。この沢では8月30日の豪雨によって下流域で氾濫が生じ、流出した土砂が最上部の家屋の1階部分をほぼ埋没させるなど、沢沿いの家屋や道路に被害を及ぼした。また沢沿いの旧流路が埋没したことにより、あふれた流水が周囲へ流れ込んで農地を湛水させる二次的な被害も生じた。

### 3.3 浅内下川代地区の土石流

8月30日の豪雨により、小本川右支大川の左岸に位置する岩泉町浅内下川代（県道171号沿い）では、隣接する溪流から土石流・土砂流が発生した。これらの溪流は、いずれも土石流危険溪流であった。本溪流では、山腹崩壊は調査時点では確認されておらず流木も少ない。土石流・土砂流は、溪床に堆積していた土砂の二次移動と、それに伴う溪岸侵食によるものと推定される。氾

濫域（下流）には、土砂流により流出した土砂が堆積している。これは、台風10号に伴う豪雨が短時間であったため、浸透能力の高い斜面（崩積土の薄い岩盤斜面）は崩壊まで至らず、谷に集中した流水により土石流・土砂流が発生したものと推



写真－3 岩泉町浅内下川代地区で発生した土石流が流れ込んだ作業小屋（平成28年9月9日撮影）

測される。

### 3.4 宮古市川井坂本地区坂本川の土砂流出

宮古市川井坂本地区では、流路長3.5km、流域面積5.4km<sup>2</sup>の2級河川閉伊川左支川の坂本川からの土砂流出によって、人家1戸、消防団施設1棟に多量の土砂が流入し大きく損壊した。被災人家の周囲には、最大厚さ約2mの土砂が堆積し、人家上流側の壁も厚さ約1m～1.7mの土砂に埋没しているが、その上の窓ガラスは割れていない。土砂流に近い流れであった可能性が考えられた。



写真－4 宮古市川井坂本地区で発生した土石流の流出による人家の被災、下側の閉伊川に膨大な土砂を堆積させている(平成28年9月10日撮影)

## 4. おわりに

本稿で述べた昨年の台風10号による土砂災害の特徴は以下の通りである。

1. 岩手県内での土砂災害発生箇所は155箇所と報告されているが、全体の特徴としては、大規

模な崩壊による土砂流出は発生しておらず、河床堆積物の再移動や溪岸崩壊による土砂流出が主体である。台風10号に伴う豪雨が短時間であったため、浸透能力の高い斜面(崩積土の薄い岩盤斜面)は崩壊まで至らず、谷に集中した流水により土石流・土砂流が発生したものと推測される。また、支川からフラッシュフラッド(鉄砲水)も多く発生した。

2. 北上山地の流域内の集落のほとんどは河床沿いに立地しており、集落を結ぶ道路も川沿いに立地している。今回の洪水や土砂災害により生活道路が各所で寸断され、多数の集落の孤立が生じかつ長期化した。
3. 本台風は気象庁の統計開始後、初めて東北地方の太平洋側から上陸した。これまで東北地方はこのような豪雨が生じにくい傾向にあったと考えられる。いわゆる雨慣れしていない斜面や渓流域となっており、今回のような溪流流量の増大時に土砂流出が生じやすい一因となったと推定される。
4. 小本川、閉伊川、安家川など本川の河床上昇が顕著な場所が多くあり(3m程度上昇している箇所もある)、これらの河床上昇により流域の治水安全度が低下している。また大量の流木が流出し、橋梁などに閉塞することで災害を助長した。
5. 土砂流出形態は土石流というよりは土砂流に近い箇所もあり、その原因について今後調査する必要がある。
6. 幸いにも今回の台風10号による土砂災害による直接的な犠牲者は報告されていない。いくつかの地区で聞き取りを実施したが、事前に避難して助かった事例が多かった。今後、どのようにして住民が事前に的確に警戒避難したのかの調査も必要である。

これまで北上山地のように粘板岩・チャート・砂岩などの付加体の地域の広域にわたる土砂災害

の発生事例は少ないので、今後155箇所全体の詳細な調査が望まれる。さらに、小本川や閉伊川など本川が河床上昇している箇所もあり、この原因となった土砂の発生原因の検討、さらに流木の多く発生している河川や溪流が多くあり、こうした流木の発生原因の検討も必要である。

最後に、現地調査を実施するにあたり多大なご便宜を図って頂いた岩手県土整備部砂防災害課の皆様へ感謝申し上げます。また、斜め空中写真は同河川課に提供していただきました。御礼申し上げます。被災地の一日も早く復旧と復興を心よりお祈り申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 国土地理院：平成28年台風第10号に関する情報（土砂崩壊・堆積地等分布図）  
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H28.taihuu10gou.html>、参照2016-12-14、2016
- 2) 国土交通省砂防部：台風第10号による土砂災害発生状況（10月3日9:00現在）、[http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h28dosha/161003%20900\\_taihuu10gouniyorudosyasaigai.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h28dosha/161003%20900_taihuu10gouniyorudosyasaigai.pdf)、参照2016-12-14、2016
- 3) 砂防学会東北支部（2016）：平成28年台風10号により岩手県岩泉町・宮古市で発生した土砂流出口絵写真、砂防学会誌、Vol.69、No.4

## □近年の自然災害から見た 入所要配慮者被害の問題と対策

— 平時と災害時の連携ならびに立地規制の2つの欠如が被害を生んでいる —

同志社大学 社会学部教授 立木 茂雄

2016年8月末に東北地方を襲った台風10号災害では、岩手県岩泉町の認知症高齢者向けグループホームで9人の入居者が犠牲になった。災害時に要配慮者をどう避難させるかがあらためてクローズアップされた。

各種の報道によれば、8月30日の午前9時に岩泉町は避難準備情報を早々に発令していた。しかしこれが、特に災害時要援護者の避難を促すためのものである、という説明は発令文に盛り込まれておらず、また施設側にも、その認識はなかった（岩手日報、2016年9月2日）。その後、午後5時前後から記録的な大雨が観測され、午後5時30分にはホーム周辺が浸水し、午後6時頃に大量の濁流が一気に流れ込み、入所者9人の命が奪われた。

2015年9月の関東・東北豪雨でも、鬼怒川の堤防が決壊し、茨城県常総市のグループホームが床上1.2メートルの浸水被害にあっている。ホームの入所者9人（要介護度2～5）は80～108歳で、全員が認知症を患っていた。入所者と職員4人が午後5時半ごろに2階に避難すると、約30分後には浸水が始まり1階の床上まで達した（毎日新聞、2016年9月1日）。幸いにこの時には人的被害にまでは至っていない。

2011年3月の東日本大震災でも、被害が高齢者や障害者に集中していたことは、筆者も本誌の前身である『消防科学と情報』2013年冬号で検討したところである（立木、2013）。

近年の自然災害で、なぜ被害が高齢者を含む要配慮者に集中するのか。本稿では、特に施設入所者の被害に論点を絞り、この問題の背景に、平時の福祉と災害時の要配慮者対応の間の構造的な連携の欠如と、施設の立地の問題という2つの根本原因があると考え、これからの被害抑止の方策と事前の被害軽減のためにとるべき対応策について提案を行いたい。

### 東日本大震災での障害者の被災の根本原因再考

2011年3月の東日本大震災は、高齢者に加えて障害者の犠牲者数が市町村単位で公開された初めての災害だった。筆者は、NHKハートネットTV取材班が調べた直接死者が10名以上を記録した全31自治市町村の結果の提供をいただき、本誌の前身である『消防科学と情報』2013年冬号に、そのデータの分析をもとに原因を検討した。図1は、被災31市町村のそれぞれについて全体死亡率と障害者死亡率の関係を散布図にし、それらの関係を県別に分けて回帰直線を当てはめて比較したものである。3本の回帰直線は、上から宮城、岩手、福島県の県内市町村ごとの全体死亡率と障害者死亡率の関係を要約するものである。これらの回帰直線の傾きは、障害者死亡率が全体死亡率の何倍になるのか、いわば全体死亡率に対する障害者

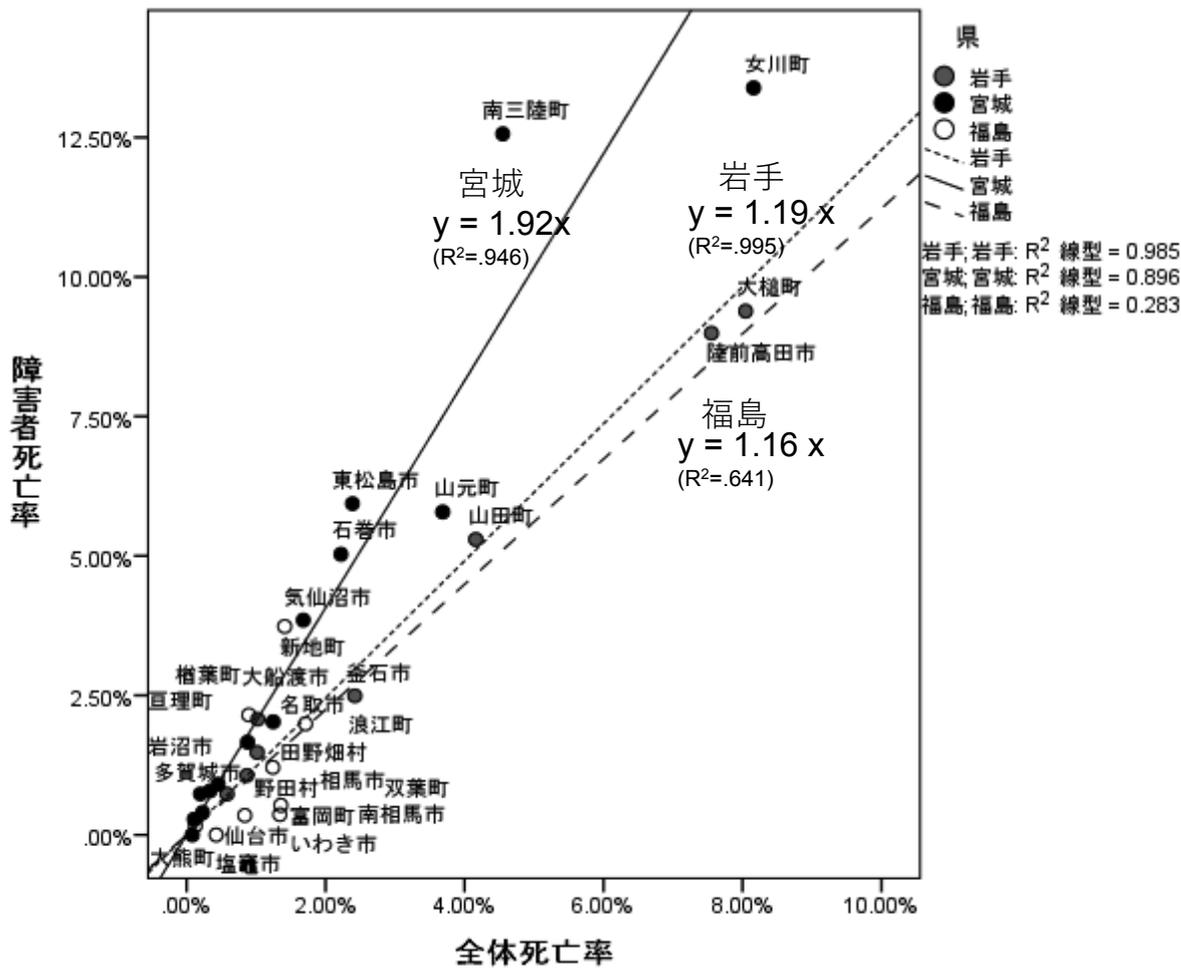


図1 被災31市町村における全体死亡率と障害者死亡率の関係

死亡率の格差を表す指標として解釈できる。市町村別の分析からは障害者の死亡格差は宮城県で倍近くと大きく(1.92倍)、その一方で岩手(1.19倍)と福島(1.16倍)で小さいことを明らかにした。

前回の分析では、当該市町村の全体死亡率、浸水面積率、高齢化・農漁業従事者割合、津波到達時間に加えて県ごとの身体障害者施設入所率の5要因を用いた予測式によって、障害者死亡率の分散を96.8%の精度(決定係数)で予測できることを明らかにした(立木、2013)。

筆者は、近年の気象災害で入所要配慮者に被害が集中する現実を直視し、その被害の根本原因を探るために、本稿の執筆にあたって障害者死亡率を説明する要因について重回帰分析を再び行った。とりわけ、要配慮者向け施設の立地の問題—宮城

県の仙台平野沿岸部に立地していた高齢者向け施設で人的被害が高かった(河北新報、2011年12月13日)—が障害者の死亡率にも関係するという仮説を新たに追加した。高齢者向け施設入所者の被害率と障害者手帳交付者の死亡率に関する関連性については、「介護保険制度を利用して高齢者向け施設に入所する場合には、併せて障害者手帳の申請もすることが多く、高齢者施設に入所して被害に遭った利用者では、障害者手帳も交付されている可能性が高い」という指摘を、阿部一彦(日本障害フォーラム代表(東北福祉大学教授)や東俊裕(被災地障害者センターくまもと事務局長(熊本学園大学教授)から受けていた(私信)からである。そこで、高齢者向け施設の入所者の人的被害率(県別)を説明変数に新たに追加して重

回帰分析を行った。その結果、全体死亡率、津波到達時間、高齢化・農漁業従事者割合、身体障害者施設入所率に加えて高齢者向け施設入所者の人的被害率の5要因で障害者死亡率の分散を96.1%と、『消防科学と情報』誌に報告した従前の分析とほぼ変わらない精度（決定係数）で予測できることが確認された（表1参照）。

本稿での重回帰分析でも、身体障害者施設入所率の非標準化回帰係数は-0.929となっていた。これは、他の要因の影響を統制した場合、当該市町村の施設入所率が1%高まると、障害者の死亡率を0.929%下げる効果( $p < .001$ , 偏 $\eta^2 = .463$ )を有していたことを示している。そこで、各県の入所率を比較すると、岩手3.1%、福島1.3%に対して宮城は0.7%であった。宮城県と比較して岩手県では身体障害者の施設入所率は4倍以上、福島県では2倍弱高かったが、これら2県の相対的な施設入所率の高さが、岩手・福島の障害者死亡率の低さと関係し、逆に宮城での施設入所率の低さが同県での障害者死亡率の高さと関連していた。つまり、障害者の施設入所率が宮城で群を抜いて低いこと、言い換えるなら平時の在宅福祉・医療・看護の体制が群を抜いて充実していたこと—しかしながら災害時の対応策との連携が充分ではなかったこと—が、宮城県の障害者死亡率を岩手・福島よりもほぼ倍近く高めた大きな原因の1つとして考えられる。これは既報の通りである。

さらに、本稿の追加分析では、高齢者向け施設

入所者の人的被害率の回帰係数は.206で有意な効果( $p < .05$ , 偏 $\eta^2 = .206$ )を持っていた。高齢者向け施設入所者の被害率は、岩手2.1%、福島0.4%に対して宮城は5.2%であった（河北新報、2011年12月13日）。宮城では、高齢者向け施設が海辺の景観の良い場所に建てられていたこと、これに対して岩手では高台に、福島では内陸部に多く建てられていた。このような高齢者向け施設の立地の違いも障害者の死亡率に差を生じさせていたのである。阿部教授や東教授の指摘は妥当であった。以上から、在宅で暮らす障害者の割合と、施設の立地に由来する高齢者施設入所者の人的被害率が、障害者死亡率を説明する社会的脆弱性の2つの大きな指標だったのである。

## 根本原因の解決に向けて

宮城県では、在宅福祉や在宅看護、在宅医療が、東北3県の中では抜きんで進んでいた。しかし、その取り組みは、災害時にはどうするのかということまでを含めた取り組みではなかった。排除のない（平時の）福祉・看護・医療を進め、障害のある人たちの多くが在宅で暮らしていた結果として、災害時の死亡率が非常に高くなった。つまり、平時と災害時における要配慮者への対応が分断されていることが構造的な根本原因の1つであった。このために、その影響を受けるのは在宅の高齢者・障害者だけではなく、入所要配慮者にも当てはま

表1 障害者死亡率を説明する追加の重回帰分析結果

説明変数	非標準化 係数	標準誤差	標準化 係数	t 値	有意確率	効果量 (偏 $\eta^2$ )	共線性 許容度
全体死亡率	1.267	0.092	0.802	13.718	0.000	0.883	0.381
津波到達時間	-0.019	0.007	-0.182	-2.558	0.017	0.207	0.259
高齢化と農業・漁業従事率合成変数	0.658	0.125	0.507	5.248	0.000	0.524	0.140
身体障害者施設入所率	-0.929	0.200	-0.351	-4.644	0.000	0.463	0.229
高齢者施設入所者の人的被害率	0.206	0.081	0.155	2.544	0.017	0.206	0.353

調整済み $R^2 = .961$

注) 原点を通る線型回帰

る、と考えなければならない。

2015年9月の関東・東北豪雨水害で被災した認知症高齢者向けグループホームの施設管理者は、入所者の避難が遅れた理由として、「認知症の高齢者は大勢の人がいると興奮する。トイレの問題もある。他の避難者に迷惑をかけてしまう」と毎日新聞の取材に答えている（毎日新聞、2016年9月1日）。

2016年8月末の台風10号水害でも、岩泉町は当日の午前9時に避難準備情報を発令していたが、メディアの報道等によれば施設管理者はその意味を理解していなかった。これに対して被災施設から8キロの上流にある別のグループホームでは、その意味を理解し入所者の避難を行っていた（河北新報、2016年9月29日）。

避難すればパニックや体調を崩す人が出るかもしれない。避難せずにいて、うまくやり過ごせる可能性もある。けれども、最悪な場合には悲惨な事態をまねくかもしれない。災害が実際に起こった後から考えれば、多少のリスクは覚悟しても、避難することで最悪のリスクを回避する方が合理的であった。けれども、岩泉町のような悲劇は今回に限ったことではなく、たびたび繰り返されてきた。なぜ施設管理者は避難をためらうのか。立木（2016）は、合理的な避難行動を促すためには脅威の理解・そなえの自覚・とっさの行動の自信からなる防災リテラシーの形成が決め手になること、その欠如が避難判断の遅れにつながることを指摘している。近年、繰り返し発生している要配慮者向け施設での人的被害は、平時の要配慮者向けの入所ならびに在宅のサービスの仕組みには、消防上の訓練まではふくまれていても、防災上の対策が組み込まれていない。このために、施設管理者の防災リテラシーをたかめる組織的な対策がとられていないことが構造的な根本原因と考えられるのである。災害時の対策を考えていない制度の拡充は、高齢者や障害者の災害脆弱性をむしろ高める効果をもつことに気づかなければならない。

一方、入所施設の立地に由来する根本的な問題も明らかになった。本稿での追加の分析により、宮城県の仙台平野沿岸部に立地していた高齢者向け施設入所者の死亡率が際立って高く、その多くが障害者手帳交付者でもあったために、障害者の死亡率を宮城県でさらに高める効果を有していたことを明らかにした。一般に高齢者や障害者向けの施設は地価の安い場所に立地している傾向がある。地価の安さは、災害の脅威に曝される可能性の高さと反比例の関係にある。入所高齢者や障害者は、安全でない条件下で生活をせざるを得ない状況があり、立地の危険性に由来して高齢者や障害者が災害の犠牲となった事例は近年も繰り返し生じている。これは、後期高齢者人口の顕著な増加といった動的な圧力に加えて、その根源的な背景として、多くが市場での競争力の弱い高齢者向け施設の経営・運営における物的・金銭的資源へのアクセスの不平等や、このような問題の解決に当事者の声が反映されていないことなどの根本原因について、目を向けなければならない。

立地に由来する高齢者や障害者向け施設入所者の被害を抑止するためには、今後の施設開設にあたっては災害の脅威にさらされる恐れのある場所には開設を認めないようにする規制や、危険な立地にある施設を高台などの安全な場所に移転するような政策的な誘導策が根本的な対策となる。現に、南海トラフ地震による津波の脅威にさらされる自治体では、庁舎や公共施設—高齢者や障害者向け施設や保育所、学校などが含まれる—の移転を積極的に進めているところもある。このような根本的な対策を、日本全土で進めることが求められる。

#### 参考文献

- 立木茂雄（2013）．「高齢者、障害者と東日本大震災」、消防科学と情報、111（2013年冬号）、pp.7-15.  
立木茂雄（2016）．「災害時の適切な避難を促す防災リテラシー」、月刊公明、2016年12月号、pp.50-55.

## □ 人的被害を軽減する災害情報の現状と限界

東北大学 災害科学国際研究所 佐藤 翔輔

## 私たちは大雨の状況をリアルタイムでどこまで知ることができるのか

「机に座っているだけ」で、ウェブを通して、ほぼリアルタイムに大雨の状況を把握することができる時代になってきている。このような情報技術が進展している一方で、大雨による犠牲者の発生は後を絶たない。執筆時点の数年で、災害救助法が適用された台風や大雨の災害だけでも、2013年は8月大雨、9月台風18号、2014年は8月台風11・12号、8月大雨（2回）、2015年は9月台風18号、2016年は台風10号などがあり、これらでの犠牲者の人数を足し合わせると100名を超える<sup>1) 2)</sup>。

本稿では、大雨が発生している中、我々はウェブを通してどこまでその状況を認識することができるのかを改めて整理してみたい。これらの整理・認識が重要であることはもちろんのこと、それらの情報の「限界」を知ることも極めて重要である。2015年に発生した関東・東北豪雨災害（2015年9月台風17・18号災害）における宮城県内の情報・状況を例にして、ウェブ上においてリアルタイムにどのような情報を捉えることができるのか、その限界とは何かを紹介していく<sup>2)</sup>。

## 降雨：6時間先の雨の状況予測を空間的に把握することができるが、その解釈には専門的知識を要する

降雨の状況は、「高解像度降水ナウキャスト」

によって把握することができる。これは、従来まで提供されていた降水ナウキャストよりも高精度・高解像度で降雨予測結果を提供するもので、市町村区分や河川網に降水状況を重ねてモニタリングすることができる。1時間前からの詳細な雨量状況と1時間後の雨量を予測し、解析雨量をモニタリングすることで大まかな6時間前からの雨の状況を把握することができる。ただし、雨量をモニタリングする上での専門的知識が必要になり、かつ、イベントによって雨量の時空間分布が当然異なり、注視すべき箇所（河川・水位観測所等）が異なってくることに注意する必要がある。

例として、図1に関東・東北豪雨災害における宮城県内の2015年9月10日21:00から11日2:30までの解析雨量（1時間累積雨量）を示す。図1では、左上に白地図上に主要な河川の位置を示したものを併記している。図1を見ると、宮城県広域に強降雨が継続し、危険な状況であることが理解できる。専門的知識をもつ河川に詳しい研究者や実務者であれば、「河川上流域に20 mm/h以上の降水が、2～3時間程度継続すれば中小河川の水位は上昇する」という予測をすることはまああるそうだが、このような予測は他の多くの人にとっては極めて難しいのではないだろうか。図1を見ると、七北田川上流に強降雨が9月10日21:30から11日0:00まで継続しており、七北田川が危険な状況であることが分かる。また、9月10日22:00から9月11日2:30まで強降雨が鳴瀬川上流および吉田川上流に継続しており危険な状況で

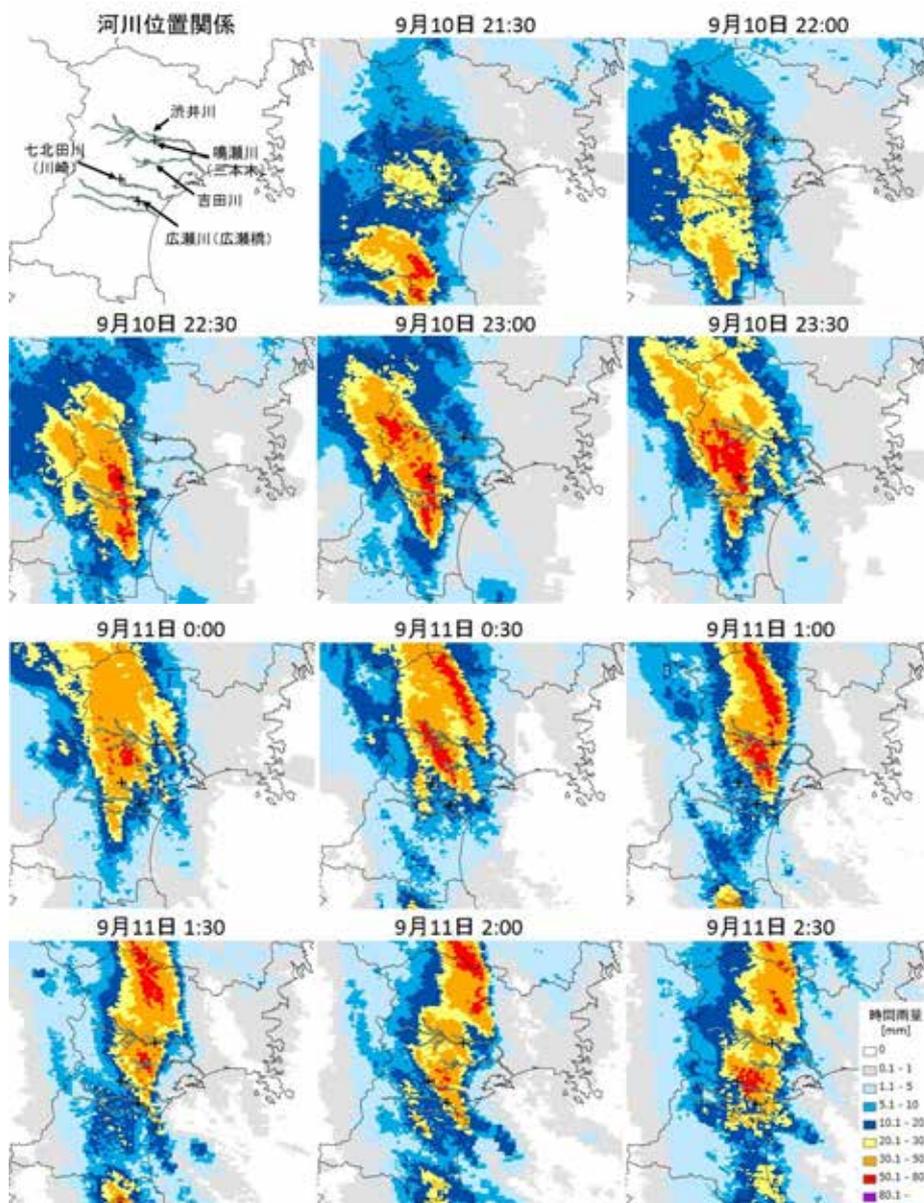


図1 関東・東北豪雨災害における宮城県内の1時間雨量（解析雨量）の時系列変化<sup>2)</sup>

あることがわかる。当時、実際に七北田川、吉田川では多くの越水、溢水が生じた。今回の事例で特筆すべき点は、堤防決壊した渋井川上流では他に比べると強降雨が観測されていない点である。これは渋井川の堤防決壊が、鳴瀬川の増水による背水効果に伴う水位上昇に起因するもの<sup>4)</sup>であり、このような状況をレーダー雨量のみから判断するのは極めて難しいと言える。

**河川：河川水位は現地に行かなくてもウェブで確認できるが、すべての河川や身近な場所はカバーされていない。**

国土交通省は、毎時のリアルタイムデータをもとに河川水位と雨量を「川の防災情報」というウェブサイトで公開している<sup>5)</sup>。河川の洪水予報に従い、はん濫発生、はん濫危険水位、避難判断水位、はん濫注意水位、水防団待期水位、基準水位未設定、ならびに欠測のいずれかで表示される（図2）。



## 土砂災害：土砂災害警戒情報は予測情報として信頼できるが、2時間先までの予測に留まる

気象庁が公開している土砂災害警戒判定メッシュ情報<sup>8)</sup>は、土砂災害発生危険度が高まったときに、市町村長の避難勧告等の判断を支援する。または、住民の自主避難の参考となるようにウェブ上においてリアルタイムで公開されているもので、誰でもウェブ上で簡単に見ることができる情報である。図4に、土砂災害警戒情報における土砂災害警戒判定メッシュ情報と、実際に土砂が発生した箇所(水色マーカー)の対応関係(3時間毎)を示す。9月11日の午前0時や3時の土砂災害警戒判定メッシュを見ると、実際の被害とよく対応していることが分かる(図4、中段左側)。この結果を見る限り、土砂災害警戒情報には、広域の危険度判定として、一定の信頼性があり、住民は行政から発令される避難勧告等だけでなく、土

砂災害警戒情報を受けて積極的に避難等の行動を行うことが有効であると考えられる。一方で、時間帯は深夜であり、専門職でない限り注視しづらい時間帯であることを注記しておく。

なお、土砂災害警戒判定メッシュ情報は、2時間先の気象予測に基づいて、将来の土砂災害リスクを予測した結果を表示している。この「2時間」という時間のもつ、避難行動等への有効性、妥当性については別途の議論・考察が必要になる。例えば、現状の2時間先の予測に基づく情報に加えて、2時間よりもやや先の時間の予測に基づく情報も同時に示しておくという方法もある。その場合、当然ながら予測精度が低くなるため、情報として発信する際の責任に関しては多くの課題がある。ただし、特に今回のように深夜に被害が発生する場合などには、精度が若干悪くとも、情報を受信する側が受信しやすい時間帯に早目に情報を出すという考え方も必要であろう。

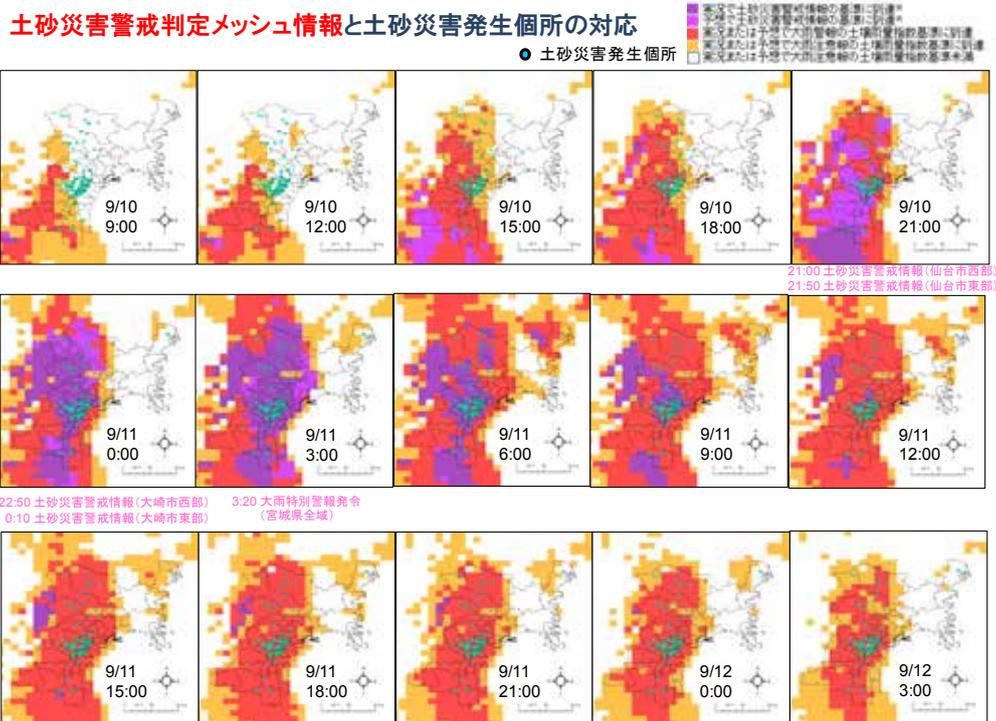


図4 土砂災害警戒判定メッシュ情報と土砂災害発生個所の対応

行政対応：行政対応の情報は迅速にソーシャルメディアから発信されていたが、自分が住んでいる地域をフォローするだけでは不十分である

図5に、鳴瀬川（観測点：三本木）、広瀬川、七北田川（観測点：川崎）の河川水位と、宮城県内自治体から発信されていたソーシャルメディア

の発信件数をそれぞれ時系列的に示した。図5で、ソーシャルメディアの発信件数は、アカウント別（情報発信源別）にしたもの、投稿の内容で分類したものの2種類を下部に併記している（2015年9月10日17:00～2015年9月12日0:00）。アカウントの凡例で「T」はTwitter、「FB」はFacebookを表している。鳴瀬川支川の渋井川は9月11日3:00～4:00頃に氾濫し<sup>4)</sup>、七北田川は、9月11日0:00

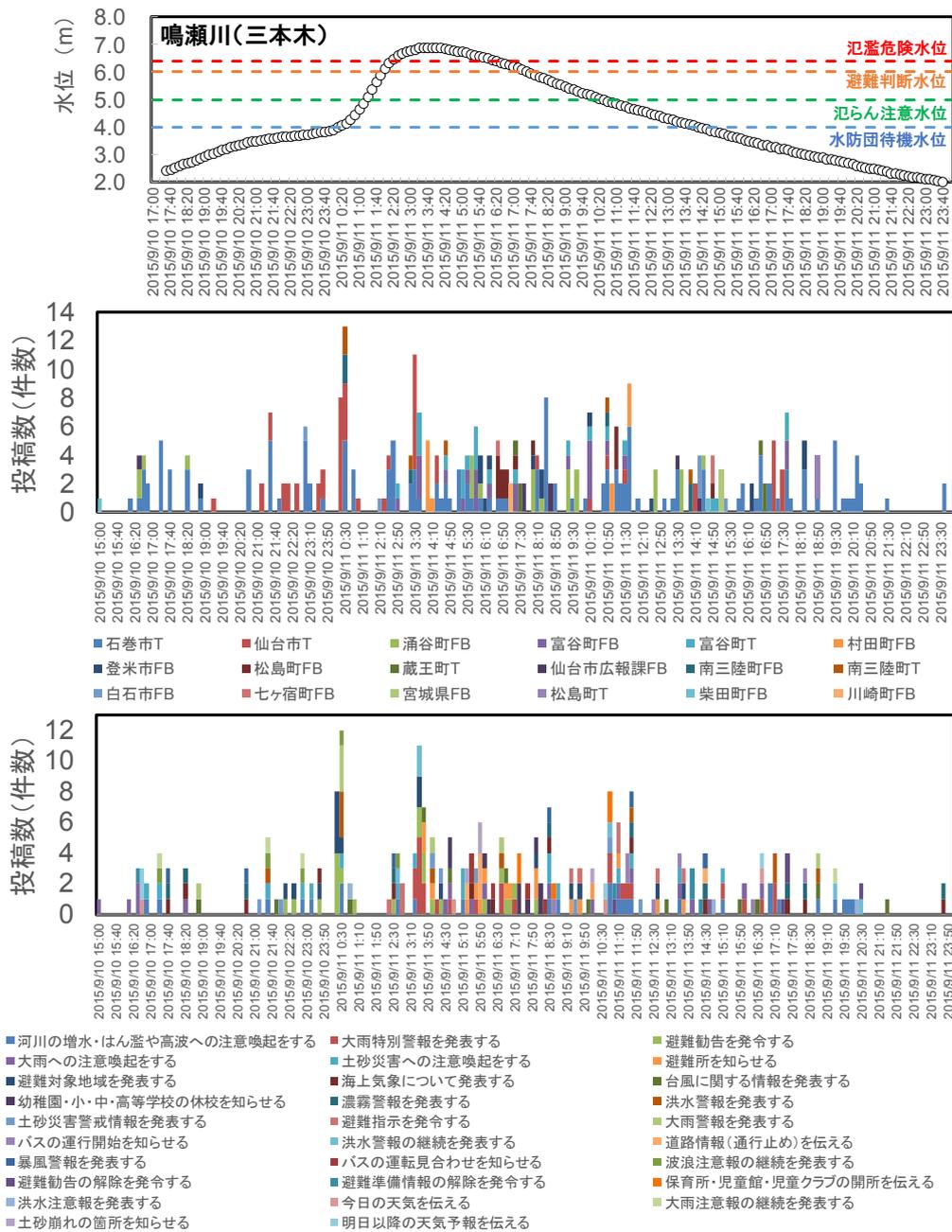


図5 河川水位とソーシャルメディア発信件数の時系列変化の対応<sup>2)</sup>

～1:00頃に氾濫していると言われている。宮城県内のソーシャルメディアは、9月10日17:00以降から、以上の河川が氾濫する直前の9月11日0:00までに、47件発信されている。その内容は、件数が多かったもので「河川の増水・はん濫や高波への注意喚起をする」投稿が4件、「土砂災害への注意喚起をする」投稿が4件、「海上気象について発表する」投稿が4件、「避難勧告を発令する」投稿が3件、「避難対象地域を発表する」投稿が3件、「濃霧警報を発表する」投稿が3件、「波浪注意報の継続を発表する」投稿が3件、「大雨注意報の継続を発表する」投稿が3件、「洪水注意報の継続を発表する」投稿が3件あった。これらは、各種の注意喚起を促す情報であり、同時間帯で意味のある情報が発信されていたことが分かる。一方で、①それらの情報を読み解くリテラシーが必要であること、②行政界を越えて閲覧する必要があること（大雨は行政界を越えて影響を及ぼすため）、③短い時間（3～4時間）の強い雨で中小河川の水位が急に上昇するような急展開の事態では、その状況把握にもとづいて行動することは困難である、といった課題がある。特に今回の渋井川の決壊は浸透破壊<sup>12)</sup>であり、鳴瀬川も計画高水位（H.W.L.）を超えていなく避難勧告・指示が極めて難しい状況であった。

## むすびにかえて

本稿では、2015年関東・東北豪雨災害（台風17・18号災害）での宮城県内の状況を例にとり、当時2015年9月時点でウェブに公開されていた情報の有用性とその限界を示した。ここまでの議論を踏まえると、図6のような構造が浮かび上がってくる。基礎自治体からの避難勧告や避難指示などの避難情報は、国・県などの機関が発表・提供している情報をもとに、その発令の基準が定められている。つまり、国・県からの情報の発表・提供から、住民に避難情報が伝達されるまでには、基礎自治体の判断プロセスが介されており、少なからずの時間損失を生じている。一方で、ここまでに述べてきたように、避難情報の判断基準となっている各種の情報は、すでに公開されているものであり、一人ひとりが国や県の情報を積極的に注視することで、能動的に自主的な避難行動を判断することが可能になる。

ここまでの議論をまとめると、ウェブで公開されている災害情報を活用するには、主に2つの情報リテラシーが必要になると言える。1) 一つは、どこに、どんな情報があるかを把握しておくという情報リテラシー、2) もう一つは、その情報が何を意味して、どのように使うのかという情報リテラシーである。前者は、サイト URL を予め把

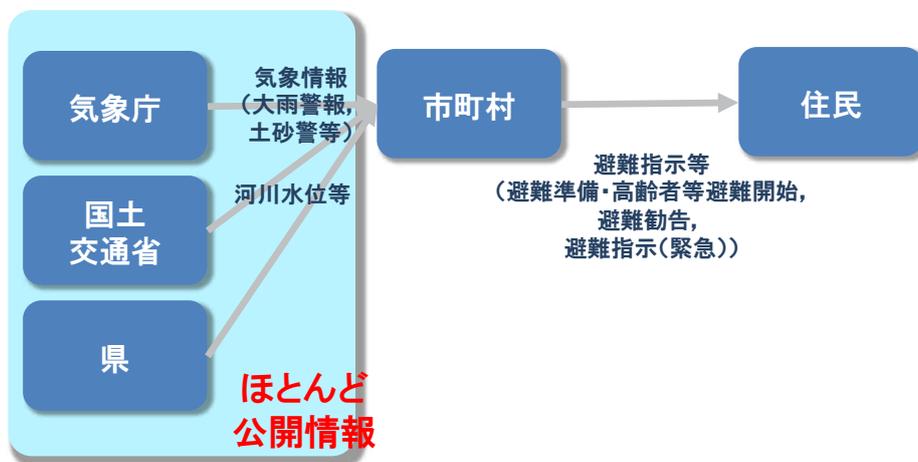


図6 我が国における避難情報に至るまでの大きな流れ

握したり、一元的にセットアップし、「ここを見に行けばよい」という状態にすることで備わる情報リテラシーである。後者は、「〇〇になったら、××になる可能性が高く、△△という行動が必要になる」ということが予測できる情報リテラシーである。これは、事前のトレーニングが必要であったり、そのための事例パターン集がなければ備わらない情報リテラシーである。

---

## 謝辞

本稿の内容は、主に文献2) 10) にもとづくものである。同左の共同研究者に感謝申し上げる。

## 引用文献

- 1) 内閣府：災害救助法の適用状況、[http://www.bousai.go.jp/taisaku/kyuujo/kyuujo\\_tekiyou.html](http://www.bousai.go.jp/taisaku/kyuujo/kyuujo_tekiyou.html)
- 2) Shosuke Sato, Shuichi Kure, Shuji Moriguchi, Keiko Udo, Fumihiko Imamura: Online Information as Real-Time Big Data About Heavy Rain Disaster and its Limitations: Case Study of Miyagi Prefecture, Japan, During Typhoons 17 and 18 in 2015, *Journal of Disaster Research*, Vol. 12, No. 2, pp. 335-346, doi: 10.20965/jdr.2017.p0335
- 3) 気象庁：高解像度降水ナウキャスト、<http://www.jma.go.jp/jp/highresorad/>
- 4) 呉修一、森口周二、堀合孝博、小森大輔、風間聡、田中仁、2015年9月東北豪雨による渋井川洪水氾濫の特徴、*自然災害科学*、Vol.35, No.2, pp.87-103, 2016.
- 5) 国土交通省：川の防災情報、<http://www.river.go.jp/kawabou/ipTopGaikyo.do>
- 6) 松村劭：オペレーショナル・インテリジェンス意思決定のための作戦情報理論、日本経済新聞社、220pp. , 2006.
- 7) 宮城県土木部河川課・防災砂防課：宮城県からの防災情報等の提供について、要配慮者利用施設管理者向け説明会、2017.2
- 8) 気象庁：土砂災害警戒情報、<http://www.jma.go.jp/jp/dosha/>
- 9) 土砂災害警戒判定メッシュ情報、<http://www.jma.go.jp/jp/doshamesh/>
- 10) 佐藤翔輔：人的被害の発生を軽減する災害情報の現状と限界－2015年台風18号と2016年台風10号を例にして－、平成28年度中小河川の防災対策研修、公益財団法人 河川財団、2017.2.3

## □北海道大雨激甚災害を踏まえたこれからの対策 ～気候変動を考慮した治水対策～

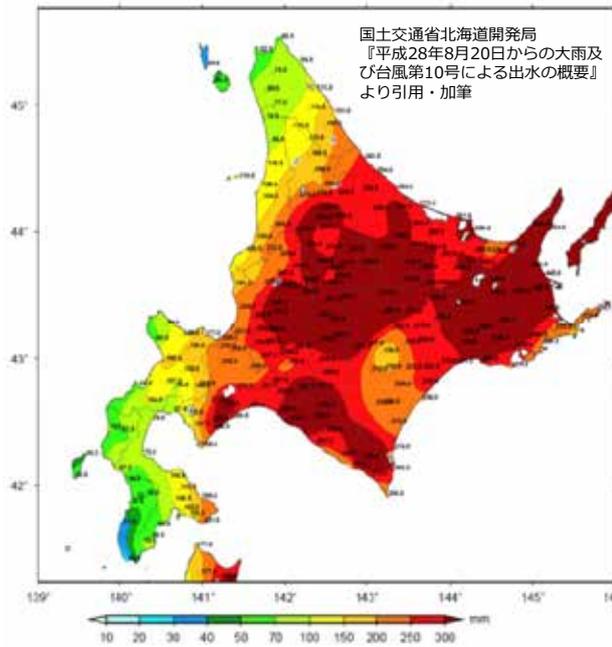
中央大学理工学部教授 山田 正

中央大学大学院理工学研究科博士課程 諸岡 良優

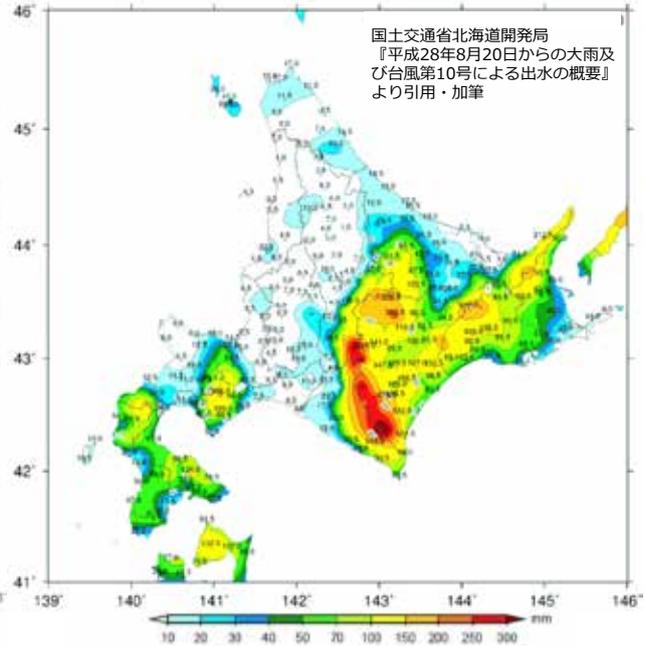
2016年8月、観測史上初となる3つの台風（7号、11号、9号）が1週間で北海道に上陸し、北海道東部を中心として大雨をもたらし、河川の氾濫や土砂災害を発生させた。一つ目の台風（7号）により上昇した水位が下がりきる前に、二つの台風（11号、9号）が連続して上陸したために、高い水位が継続した河川もある。このように洪水が短期間で繰り返し発生し流域が湿潤状態となっているところへ、前線と台風10号が接近し、これらによる大雨によって十勝川水系札内川や石狩川水系空知川など9つの河川の堤防が決壊し、79の河川で氾濫被害をもたらした。多数の道路や鉄道の被災、橋梁流出等によって交通網が途絶され、広範囲の農用地が浸水や土壌流出等の被害を受けた。また、国道38号と国道274号が日高山脈を境に通行止めになったことで、道央と道東が分断され、一時的に人流・物流を担う交通ネットワークが分断され、社会的・経済的に深刻な影響をもたらされた。橋梁についても、主なものだけで50以上の道路橋梁が落橋し、橋脚の沈下、橋台背面が流出するなどの甚大な被害となった。北海道の農業は我国の食料自給地の基盤であり、この農用地が被災したことで、全国の野菜価格が高騰したことは、マスメディアでも大きく取り上げられ、その影響は1年経った今でも続いている。土木学会2016年8月北海道豪雨災害調査団の報告書によると、今回の一連の災害による死者は6名、行方不明者数は2名であり、住宅被害は全壊が29棟、床

上浸水が273件、床下浸水が989件に及んだと報告されている。住民避難については最大で687カ所の避難所が開設され、避難指示は延べ26市町村で21,503人を対象に、避難勧告は延べ66市町村で125,147人を対象に発令され、避難者数は延べ11,176人となった。

北海道へ3個の台風が上陸したこと、及び、東北地方太平洋側へ上陸したことは、気象庁が統計を開始して以来初めてのことである。図1に台風7・11・9号と台風10号の降水量分布図を示す<sup>\*1</sup>。台風7・11・9号による累積雨量は北海道全域で大きな値となっており、台風10号による累積雨量は日高山脈周辺で大きな値となっている。また、台風10号は、太平洋側から北海道へ接近したという特徴がある。そこで図2に北海道に上陸・接近した台風の経路図と経路毎の年代別割合を示す<sup>\*2</sup>。太平洋ルートを通る台風の割合が2011年以降増えており、このルートを通る台風は他のルートを通る台風と比較して勢力が衰えにくいことが分かった。また、上述の通り、台風10号による豪雨は日高山脈の周辺で発生しており、山田ら<sup>\*2</sup>による数値実験でも精度良く再現できている（図3）。一方で、北海道の地形を無視した数値実験での降雨量は観測値や再現計算結果と比較して少ない結果となった。つまり、台風10号による豪雨は日高山脈による地形性降雨（湿潤な大気が山に沿った上昇流によって冷却・凝結して降る雨）であることが分かった。筆者らは、2015年9月関



台風7,11,9号による累積雨量  
2016年8月15~24日



台風10号による累積雨量  
2016年8月29~31日  
(地形性降雨で日高山脈沿いで多く降っている)

図1. 2016年8月北海道豪雨時の雨量分布

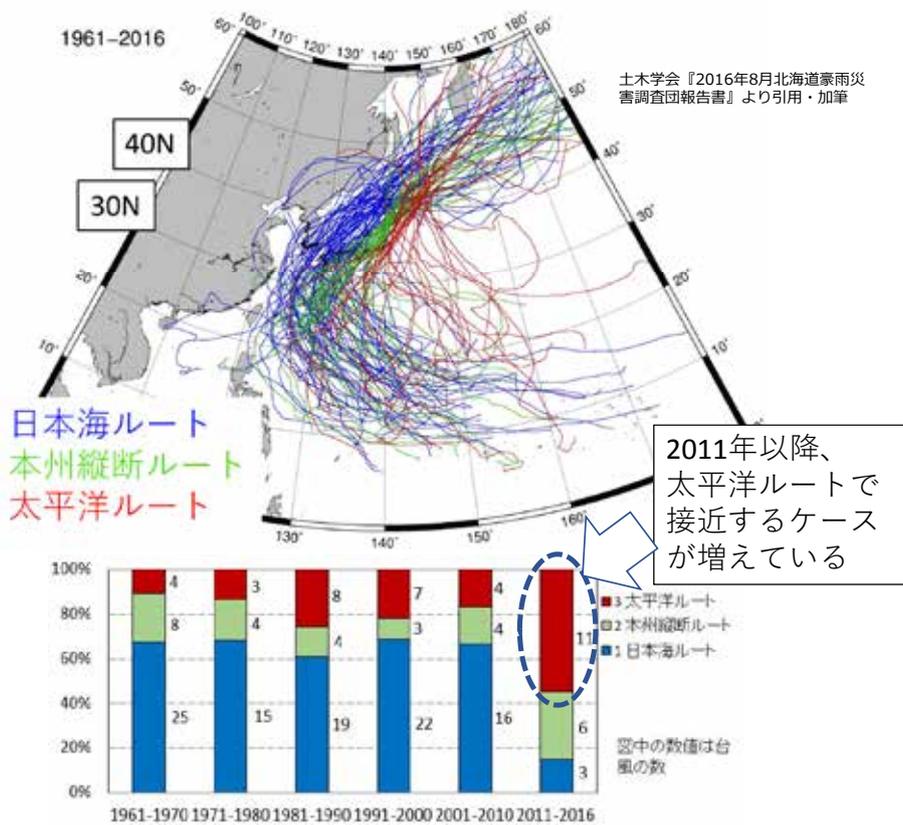
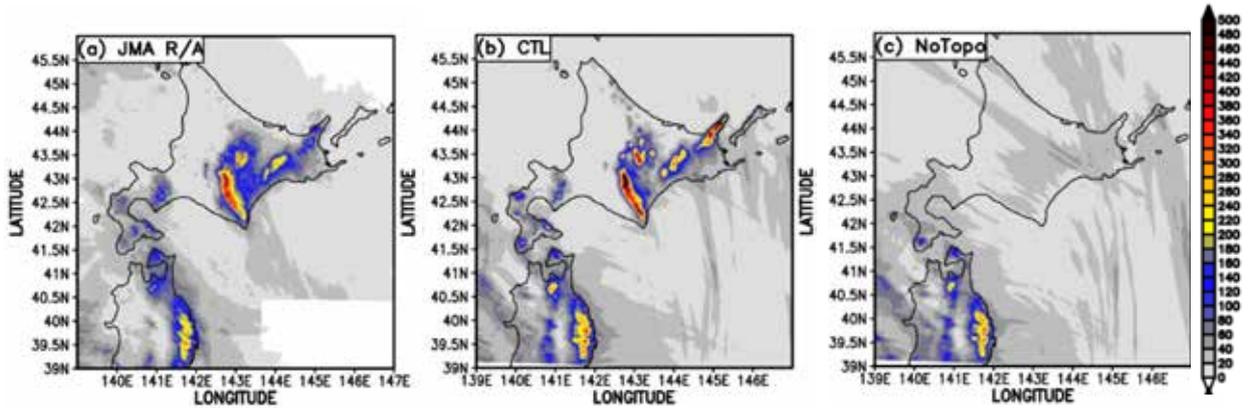


図2. 近年、北海道に接近・上陸した台風の経路図

東・東北豪雨で発生した線状降水帯についても同様の数値実験による再現を行ったが（図4）、平野部で発生した線状降水帯はその再現が難しいことが分かる。

全国各地で気候変動の影響と考えられる自然災

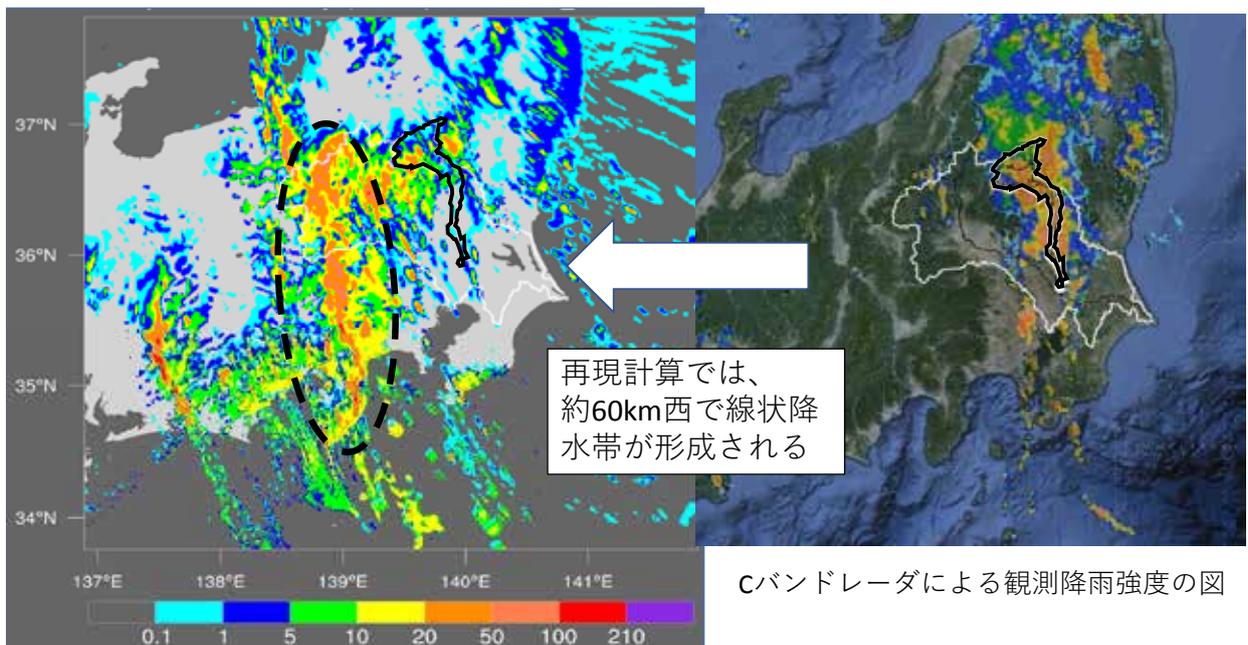
害が頻発しているが、特に近年の北海道の気象は明らかに変化しており、強い短時間降雨や北海道に接近する台風の発生頻度が増加している。気候変動による影響は、IPCC等の国際的な評価に基づき多くの研究機関や省庁でその予測が行われ



2016年8月29日9時から31日9時における  
 (a)気象庁レーダアメダス解析雨量  
 (b)再現計算結果  
 (c)地形を無視した数値実験結果

土木学会『2016年8月北海道豪雨災害調査団報告書』より引用・加筆

図3. 台風10号（地形性降雨）の数値シミュレーション結果



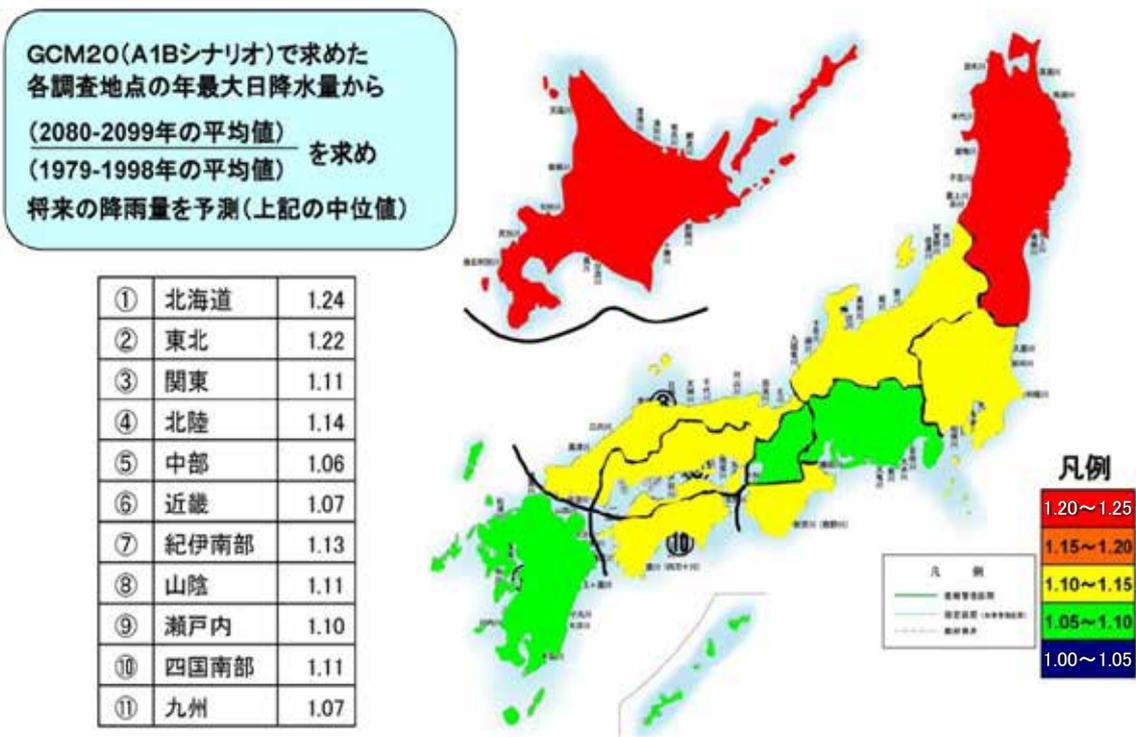
再現計算結果

図4. 線状降水帯の数値実験結果（2015年9月関東・東北豪雨）

ており、国内でも高緯度に位置する地域ほど気候変動による影響が大きいことが科学的に示されている<sup>\*1</sup>。社会資本整備審議会の報告<sup>\*3</sup>によると、100年後の北海道の年最大日降水量は1.24倍になると予測されている（図5）。これにより、河川の現計画が目標とする治水安全度について、年超過確率1/100（毎年毎年1/100以上の確率で発生する）は1/25～1/50程度に著しく低下するであろうと言われている。北海道の一級河川における年最大流域平均雨量の増加率は上回る1.1～1.3倍になるという予測や、全球気温が約2℃上昇すると石狩川流域の治水計画の基準となっている年最大3日雨量は現状の約1.2倍になると言われている。つまり、洪水発生リスクが大幅に増大するとの検討結果が示されているのである。日本では、過去の実績降雨等に基づいて、治水計画を立案している。北海道における過去の降雨量は本州や他の

地域と比べてこれまで少なかったことから、現状の治水計画は相対的に小さな降雨量で計画されているのが実態なのである。これは喫緊の見直しが必要とされる重要課題であろう。

現在の治水計画は、対象流域の過去の降雨記録や洪水記録を確率統計的に分析することで、ある一つの値を用いて堤防高を決定論的に定めているが、気候変動の将来予測には、複数のシナリオが想定されている。これを加味した予測値は一定の変動幅を有している。また、降雨量や水位についても観測方法によっては得られる値に不確実性（確率的に起こりうる分布の幅）があると言える。例えば、気象レーダではXバンドMPレーダでは250m×250mの平均値、Cバンドレーダでは1km×1kmの雨量をそのエリアの雨量として示してしており、地上雨量計では直径10cmの集水枠に入った雨量を観測している（図6）。このよう



各地域における100年後の年最大日降水量の変化率

出典：水災害分野における地球温暖化に伴う気候変動への適応策のあり方について（答申）平成20年6月 社会資本整備審議会  
地球温暖化に伴う気候変化が水災害に及ぼす影響について（平成20年6月 国土交通省）

図5. 日本における気候変動による将来の気候変化

な降雨データの不確実性を考慮して流出計算を行うと、水位・流量の確率分布（つまり不確実性）が得られる。特に、水位の分布は洪水時に「避難判断水位」や避難判断をするタイミングを議論す

る素材として重要であるが、これについても予測の幅があるということである。さらに、図7に示すように、水位に対する堤防の破壊確率を求めることができれば、水位の分布を外力、堤防の破壊

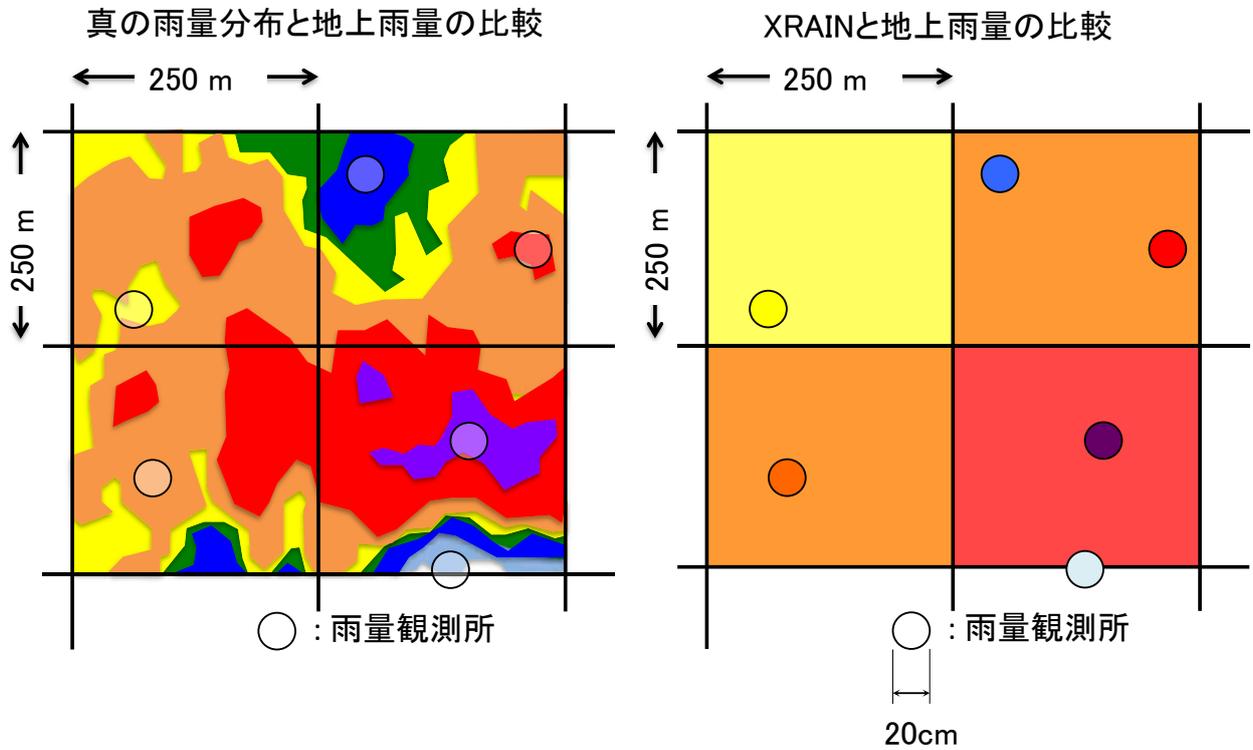


図6. 降雨の不確実性（空間分布）

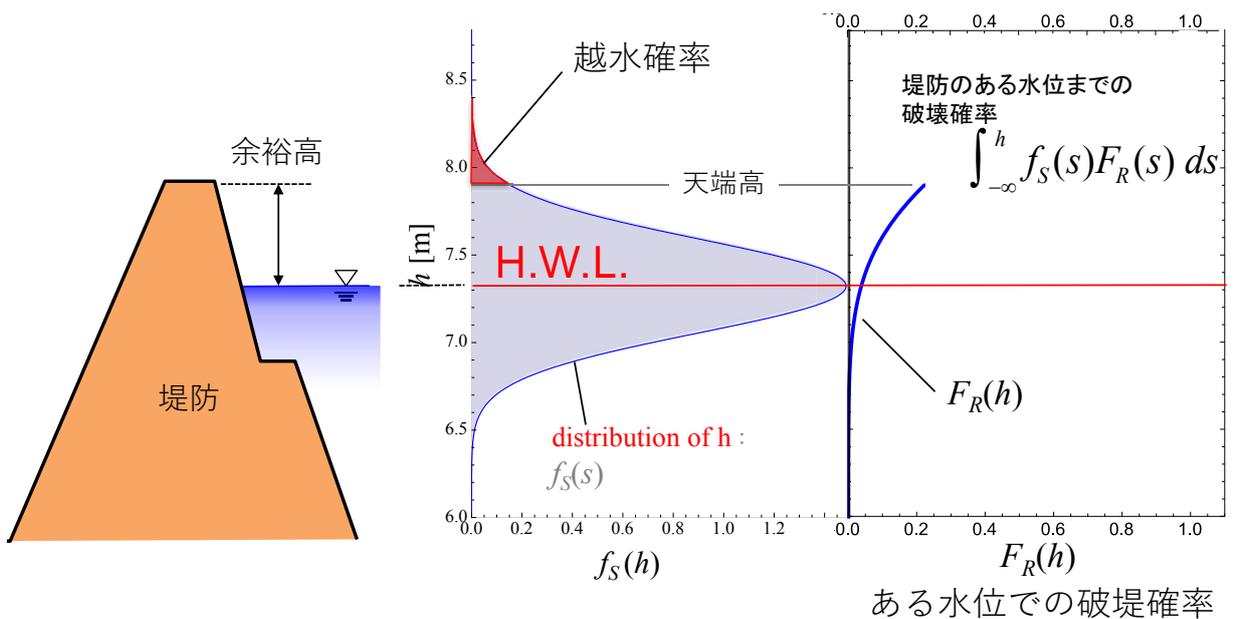


図7. 水位の不確実性（確率分布）の応用

確率を耐力とした信頼性解析を行うことができる。これにより越水するリスクや堤防が決壊するリスクを算出することができ、交通事故で死亡するリスク等の他分野のリスクとの相対的な評価が可能となり、危機感をより実感できるようになるだろう。また、リスクという観点から、今回のような連続した豪雨により流域が湿潤状態となる場合や、近年の降雨特性の変化等を踏まえた多様な時空間分布の降雨についても検討すべきである。

激甚化していく災害に対しては、ハードとソフトの両面からあらゆる対策を総動員していくことが必要である。ハード対策でいえば、施設が整備された段階においては、対象とする規模未満の外力（例えば豪雨など）に対して果たす機能は確実であるが、施設の抜本的改築や新設には時間とコストがかかるとともに、周辺地域あるいは自然環境への影響も考慮しなければならない。さらに、気候変動の影響に伴って降雨等の変動量が大きくなり、洪水のピーク流量は当然大きくなる。この特性を踏まえると、洪水時の大きな流量を安全に流すための堤防整備や河道掘削等の河川改修は重要だが、洪水流量を貯めて洪水ピーク流量を小さくすることが下流域への対策としてはより有効で、効果的である。つまり、遊水地やダム等の洪水調節施設は重要であり、既存の洪水調節施設の有効活用と再開発、新規洪水調節施設整備の可能性を検討すべきである。また、ソフト対策でいえば、住民の避難は災害時に住民の命を守る最後の砦として重要な役割を担っており、避難を的確に誘導するための仕組みづくりを引き続き強化していく必要がある。しかし、現状では、災害の種類や地域に関わらず、多くの災害において必ずしも的確な避難が行われてはいない。本豪雨の際も避難指示・勧告発令対象者の内、避難した住民は最も多い時点で約14%であった。2015年9月関東・東北豪雨の際は、茨城県常総市において約4,300人の住民が逃げ遅れ、そのうちの約1,400人がヘリコプターで救助されたことは記憶に新しい。そして、

筆者らが行ったヒアリング調査の結果から、ソフト対策の一つであるハザードマップの認知度も低いことが明らかとなっている。しかし、ハザードマップを見たことがある住民は、ハザードマップを見たことがない住民と比較して早いタイミングで避難していることがわかった。このことから、ハザードマップをよりわかりやすいものにするとともに、水害を「我がこと」として認識し、住民の水災害意識を向上させるための水害避難訓練を学校や地域単位で徹底して実施されることが望まれる。また、住民自身が普段から川に接し、親しみ、より河川を身近に感じ、関心をもってもらうことで、災害リスクをより正しく認識できる素地を養うことに繋がるだろう。

2016年8月北海道大雨激甚災害は、これまでに例のない気象現象や被害状況など、気候変動の影響を強く認識させるものである。気候変動は将来のものではなく、既に日本国内でその影響が顕在化し始めている。今後、この影響がさらに深刻化してからは、対策に手遅れが生じることとなりかねず、次世代へ防災・減災に関わる負の遺産を継承することのないよう、危機感をもって今後の水防災対策に取り組まなければならない。さらに、気候変動への適応策に加えて、今回の河川の甚大な被害や農業被害などの前例のない被災に対して、従来とは異なる対策を検討することも必要であり、官・民・学の総力をあげてこれらの課題に取り組んでいく必要がある。従来にとらわれない新たな発想による考え方の転換、いわばパラダイムシフトが引き起こされることを期待する。

※1：国土交通省北海道開発局『平成28年8月20日からの大雨及び台風第10号による出水の概要』、2016年

※2：土木学会『2016年8月北海道豪雨災害調査団報告書』、2017年

※3：社会資本整備審議会『大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について～社会意識の改革による「水防災意識社会」の再構築に向けて～ 答申』、2015年

## □2016年8月北海道豪雨災害

北海道大学 工学研究院水圏環境工学分野教授 清水 康行

2016年8月17日から8月23日の1週間に7号、11号、9号の3個の台風が続々と北海道に上陸し、北海道東部を中心に大雨により河川の氾濫や土砂災害が発生した。また、8月29日からの前線と台風10号の接近による大雨で十勝川水系や石狩川水系・空知川上流で堤防の決壊や河川の氾濫、日高山脈東側での道路や橋梁（きょうりょう）の流失などが相次ぎ、大きな災害となった。発生した被害（2016年10月11日現在）は、人的被害が死者4名および行方不明者2名、住家（じゅうか）被害が全壊29棟、床上浸水273件および床下浸水989件ほか、住民避難については最大687カ所の避難所が開設され、最大11,176名の避難者があった。ライフラインについては、道路、鉄道、電気および水道に大きな被害が及んだ。国道では道央と道東を結ぶ幹線の274号が長期間不通となっているほか、鉄道も至る所で橋梁の流出等があり、とくに根室本線の不通により札幌と帯広・釧路を結ぶ特急も長期間の運休（2016年12月開通）を余儀なくされた。さらに産業被害については、基幹産業の農業に40,258haにわたる被害が出ているほか、水産業、林業、商業および工業にも被害が及んでいる。以上のような被害額は総額で2,803億円に及ぶ北海道での過去最大規模となり、昭和56年（1981年）8月通称「56水害」による被害額2,705億円を上回るまさに歴史的な水害となった。このような人的・物的に甚大な被害発生を受け、今次水害は復旧事業の国の補助率をかさ上げして被災自治体の財政支援を後押しする激甚災害に指定さ

れた。

土木学会水工学委員会では2016年8月北海道豪雨災害調査団（団長・清水康行（北海道大学教授）を組織し、調査を開始し上記のような異例ともいえる現象・事象の原因を究明し、その対策についても提言を行うこととした。

気象庁では1951年から台風の統計を開始しているが、これまで北海道では1年間に1個以上の台風が上陸することはなかった。しかし、2016年8月には半月ほどの間に3個の台風が上陸、1個の台風が接近し、未曾有の大雨をもたらした。上陸した3個の台風はいずれも「前線」と「台風」の組み合わせで、これは北海道に大雨をもたらす天気図パターンである。前線の位置や台風の通過コースによって降雨域も変わり、3個の前線と台風による降雨域を足し合わせると、ほぼ北海道を覆うようになった（図1左）。一方、台風10号は初めて太平洋側から三陸地方へ上陸するという、特異なコースを取った。このため北海道では東寄りの湿った暖かい風が三日間にわたって吹き続け、日高山脈や大雪山系の南東斜面で「地形性降雨」（湿潤な大気が山地をはい上がることによって冷却、凝結して降る雨）を発達させ、山脈沿いに特異な大雨を記録した（図1右）。河川流量・水位に関しては、常呂川・上川沿地点の例では計画高水位（洪水を防ぐための基本となる流量を安全に流下させる計画上の水位）を超過し、観測史上最大の水位を記録した。また、8月30日には台風10号によりもたらされた降雨により、石狩川水系や

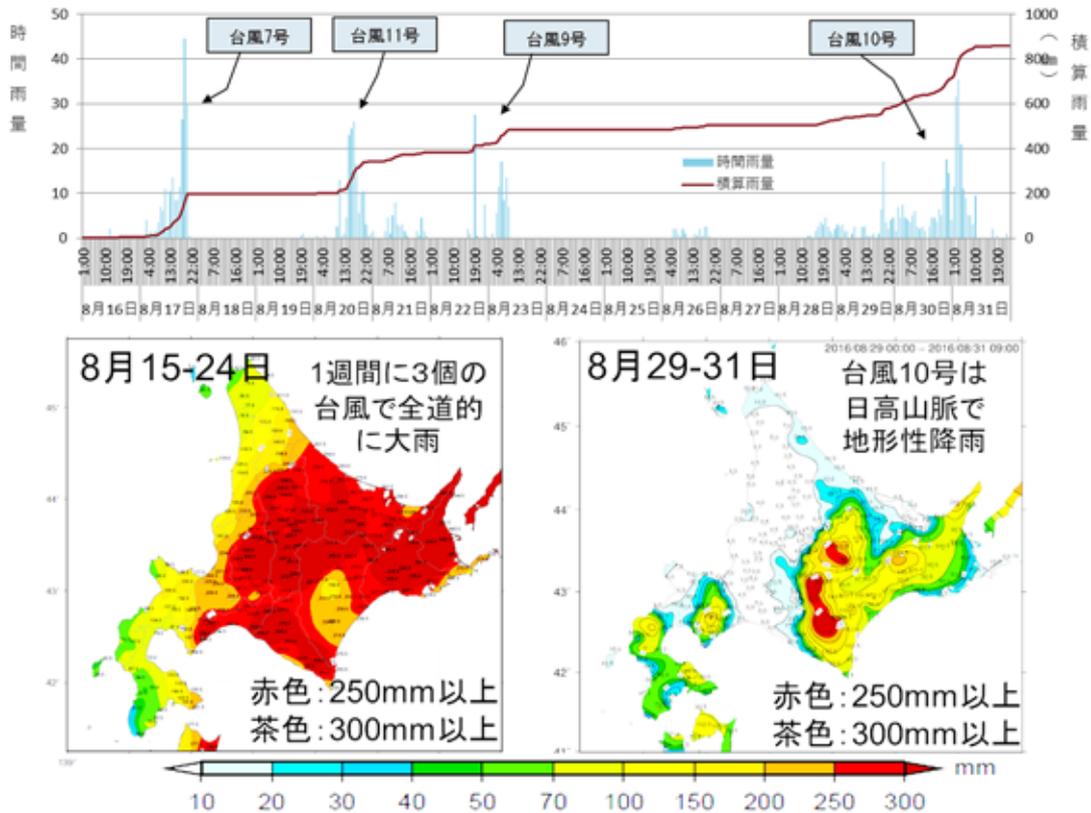


図1 降雨量の状況

上：累加雨量

左：前線と台風による大雨（2016/8/15～8/24） 右：地形性降雨と台風による大雨（2016/8/29～8/31）

（日本気象協会北海道支社配布資料）

十勝川水系では堤防の決壊や河川の氾濫が発生するなど甚大な被害となった。今次洪水の特徴として、先行する3つの台風により水位が下がりきる前に大雨に見舞われ、土壌水分量が高い状態（土壌中の水分量が多いほど、大雨によって発生する土砂災害の可能性が高くなる）で維持されたことで、台風10号の降雨が流出を増大させた点が挙げられる（図1上）。

石狩川水系では石狩川中上流域や空知川上流域において多くの被害が生じた。石狩川中流部納内地区（深川市）では、8月23日に上陸した台風第9号に伴う降雨により氾濫（氾濫面積約120ha、床上浸水家屋4戸）し、石狩川上流部の支川美瑛川等では8月17日から立て続けに上陸した3つの台風に伴う降雨により、各地で道路の決壊や落橋が相次いだ。さらに、支川空知川上流域の幾寅地

区（南富良野町）では、8月30日に接近した台風第10号に伴う降雨により、堤防が決壊し氾濫水が市街地に流入、甚大な被害を及ぼした。この破堤氾濫と近傍を流れるユクトラシュベツ川からの氾濫を併せて、浸水面積約130ha、浸水家屋189戸及び食品加工工場などが浸水し、南富良野町に甚大な被害を及ぼした（写真1）。石狩川の直轄管理



写真1 空知川の破堤（南富良野町）

区間での破堤氾濫は昭和56年8月洪水以来である。破堤は、幾寅築堤の2箇所が発生し、上流側は破堤幅300m、下流側では破堤幅150mであった。今回の出水で降雨量が大きかった石狩川上流域には、国が管理する大雪ダムと忠別ダム、空知川上流域には金山ダムがあり、今次出水では洪水調節によりダム下流域の被害軽減に大きく寄与した。この中で51,400千 $m^3$ の洪水調節容量を有する金山ダム（写真2）は、最も流入量が大きかった8月30日の大雨では、ピーク流入量約1,600 $m^3/s$ に対し約1,300 $m^3/s$ 分をダムに貯めこんで、下流の被害軽減に寄与している。一方で、8月30日～31日にかけて防災操作開始から約54,000千 $m^3$ を貯水し、ほぼ満水の状態となった。



写真2 金山ダム貯水状況写真

十勝川水系においては、12箇所の観測所で観測史上第1位の水位を記録し、札内川と戸蔦別川の合流部付近（帯広市）で堤防決壊による氾濫が起きたほか、パンケ新得川（新得町）、ペケレベツ川（清水町）、芽室川（芽室町）で河岸侵食ともなう橋梁や住家に大きな被害が発生した。このうち、札内川と戸蔦別川の合流地点では札内川左岸堤防が約200m、一連堤防の戸蔦別川右岸が約300m決壊し、住宅2世帯や倉庫、ソーラー発電施設、田畑等の約50haが浸水した。また、清水町を流れるペケレベツ川では、1晩で川幅が3～5倍程度まで拡幅（約35mから約150mなど）し、上流の被災区間（計画勾配：1/48）では蛇

行流路が直線化し、下流の被災区間（計画勾配：1/66）では比較的直線的に整備された流路が振幅の大きな蛇行流路へと発達した。これより、市街地付近では左右岸が連続的に河岸決壊すると共に、落橋、家屋の流出、市街地の浸水被害等が生じた（写真3）。このほか、パンケ新得川に架かる橋梁被害でJRの札幌と帯広・釧路を結ぶ特急列車の長期運休が余儀なくされた。



写真3 ペケレベツ川氾濫状況

常呂川では下流に位置する上川沿と太茶苗（北見市）で計画高水位を超過した。とくに太茶苗では、2016年8月18日には6時間程度、8月20日～22日には32時間程度、計画高水位を超過した。また、8月23日にも計画高水位に迫る水位を観測している。このことにより、写真4（日吉30号樋門）（北見市）に示すような越水が4カ所発生し、支川柴山沢川では堤防が決壊した。この際の外水（河道内の流水）氾濫で約430haが浸水し、出荷を目前に控えていた地元特産のタマネギなどに大きな被害が出た。

釧路川では2016年8月20日からの大雨により、急激に水位が上昇し中流部にある標茶水位観測所（標茶町）では、21日14時から21時の7時間にわたり避難判断水位（市町村長の避難勧告等の発令判断の目安）を超過し、観測史上2番目となる水位を記録した。この大雨により、釧路川左岸KP46.0k付近（河口から46km上流の付近、標茶町）の堤防法面ですべり破壊が発生した。また、

中流域の直線化した低水路河道の河岸侵食が、旧蛇行河道との交差部区間でみられたことは、河道の維持管理上注意すべき点である。一方、釧路川の下流域は平常時には湿原内を蛇行する河道であるが、今次出水では河道周辺へ溢水が広がった。このような釧路湿原の貯留効果は、下流の釧路市の被害軽減に寄与している。

沙流川流域では2016年8月29日からの大雨によって、日高町より上流域の河道は至る地点で被災し、道路の陥没や欠損、のり面の崩壊、橋の崩落など66カ所の被災箇所が確認されている（室蘭開発建設部）。多くの橋梁では橋台の上流からの河岸侵食で橋台の背面土が侵食され、橋台を押し流して落橋に至った。山腹斜面でも沢沿いの土砂流出が起きて道路に大きな被害が生じた。なお、交通網という点では、道央と道東を結ぶ幹線の国道274号が長期不通となるなか、高速道路（道東自動車道）が機能したことで致命的なダメージが回避されたことは、インフラのセーフティーネットという点で特筆すべきと考える。

北海道豪雨災害調査団では以上を含む全道各地の被害状況調査を行い、その結果およびそれを踏

まえた、今後の河川・流域管理、治水対策および、これに関連する研究や行政に対する提言を報告書にまとめ公開している。（<http://committees.jsce.or.jp/report/node/144>）

提言の最後には「今回の大規模災害を踏まえて新たなステージに対応する水災害防止対策の推進に際しては、社会全体で危機感を共有しながら取り組む必要がある。とりわけ今回、提起された水防災に関する科学的・技術的な課題については、学・民・官が連携して取り組む体制の構築が不可欠である。」と結んでいる。

行政側の動きとしては、今次災害の災害検証とともに気候変動とその適応策について考慮した水防災対策の実現を目的に、国土交通省北海道開発局と北海道が共同で「平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会」を設置した。この委員会は2016年10月、同12月、2017年2月にわたって開催され「今後の水防災対策のあり方」をとりまとめている。今後は調査団の提言も取り入れながら具体的な施策が立案、実施されることが期待される。

## □平成28年8月の北海道豪雨災害と 今後の洪水対策について

室蘭工業大学大学院教授 中津川 誠

### 北海道豪雨災害の概要

2016年8月17日から8月23日の1週間に7号、11号、9号の3個の台風が続々と北海道に上陸し、北海道東部を中心に大雨により河川の氾濫や土砂災害が発生した。また、8月29日からの前線と台風10号の接近による大雨で十勝川水系や石狩川水系・空知川上流で堤防の決壊や河川の氾濫、日高山脈東側での道路や橋梁の流失などが相次ぎ、大きな災害となった。このような大雨で発生した被害(2016年10月11日現在)<sup>1)</sup>は、表1に示すとおり人的被害が死者4名および行方不明者2名、住家被害が全壊29棟、床上浸水273件および床下浸水989件ほか、住民避難については最大687個所の避難所が開設され、最大11,176名の避難者があった。ライフラインについては、道路、鉄道、電気

および水道に大きな被害が及んだ。国道では道央と道東を結ぶ幹線の274号線が長期間不通となっているほか、鉄道も至る所で橋梁の流出等があり、とくに根室本線の不通により札幌と帯広・釧路を結ぶ特急も長期間の運休(2016年12月開通)を余儀なくされた。さらに産業被害については、基幹産業の農業に40,258haにわたる被害が出ているほか、水産業、林業、商業および工業にも被害が及んでいる。以上のような被害額は総額で2,803億円に及ぶ北海道での過去最大規模となり、表1に示すとおり、昭和56年(1981年)8月「通称56水害」による被害額2,705億円を上回るまさに歴史的な水害となった。このような人的・物的に甚大な被害発生を受け、今次水害は復旧事業の国の補助率をかさ上げして被災自治体の財政支援を後押しする激甚災害に指定された。

災 害 名	昭和56年 8/3~6	昭和56年 8/21~23	平成4年 8/8~10	平成15年 8/9~10	平成28年 8/16~9/11
原 因	前線・台風	前線・台風	台風から変わった 低気圧	前線・台風	台風・低気圧
被災地域	全道	全道	道南・道東	日高・十勝等	全道
被災市町村数	185市町村	188市町村	58市町村	61市町村	累計中
死 者	8名	2名	0名	10名 (行方不明1名)	4名 (行方不明2名)
床上浸水	6,115棟	2,850棟	108棟	129棟	273棟
床下浸水	20,948棟	13,479棟	357棟	438棟	989棟
農作物被害(田)	41,060ha	14,206ha	2,889ha	1,383ha	40,258ha
農作物被害(畑)	134,920ha	75,186ha	3,314ha	8,431ha	
土木被害	4,777ヶ所	1,604ヶ所	1,063ヶ所	1,139ヶ所	2,269ヶ所
総被害額	2,705億円	904億円	509億円	1,100億円	道・市町村分1,979億円(10/25現在) 国文省公表分824億円(9/14現在)

※ 囲みは表中で最も被害の大きいことを示す。  
いずれの災害も激甚災害(本激)の指定を受けている。

計2,803億円

表1 昭和56年(1981年)以降の主な豪雨災害の被害の内訳<sup>1)</sup>

このことを受け、土木学会水工学委員会では2016年8月北海道豪雨災害調査団（団長・清水康行（北海道大学教授）、幹事・中津川誠（室蘭工業大学教授）ほか団員の構成は表2参照）を結成し、調査を実施した。その調査結果および今後に向けての提言が報告書にまとめられ、土木学会・社会支援部門のホームページ<sup>2)</sup>（2017年5月1日）から公開された。その内容に沿って調査結果の概要と今後の洪水対策に留意すべき点を紹介したい。

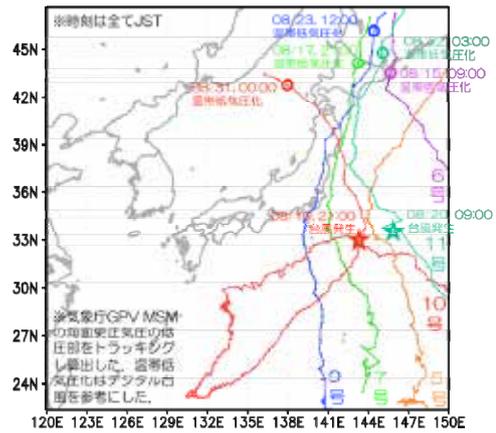
表2 土木学会水工学委員会「2016年8月北海道豪雨災害調査団」の構成

土木学会 水工学委員会	
調査団員一覧（団長・幹事・団員（五十音順））	
団長	清水 康行 北海道大学大学院 工学研究院
幹事	中津川 誠 室蘭工業大学大学院 工学研究科
	石田 義明 ㈱水工技研 技術部
	泉 典洋 北海道大学大学院 工学研究院
	今井 素生 日本工営㈱ 札幌支店
	川口 貴之 北見工業大学 工学部
	川尻 峻三 北見工業大学 工学部
	川村 育男 ㈱建設技術研究所 北海道河川室
	木村 一郎 北海道大学大学院 工学研究院
	久加 朋子 北海道大学大学院 工学研究院
	田中 岳 北海道大学大学院 工学研究院
	西村 聡 北海道大学大学院 工学研究院
	早川 博 北見工業大学 工学部
	船木 淳悟 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所
	松岡 直基 一般財団法人 日本気象協会 北海道支社
	山崎 睦史 ㈱ドーコン 河川部
	山田 朋人 北海道大学大学院 工学研究院
	Adriano Goutinho de Lima 北海道大学大学院 工学研究院
	渡邊 康玄 北見工業大学 工学部

## 調査結果の概要

### 1) 気象および河川流量・水位について

気象庁では1951年から台風の統計を開始しているが、これまで北海道では1年間に1個以上の台風が上陸することはなかった。しかし、2016年8月には半月ほどの間に3個の台風が上陸、1個の台風が接近し（図1）、未曾有の大雨をもたらした。上陸した3個の台風はいずれも「前線」と「台風」の組み合わせで、これは北海道に大雨をもた



2016年8月に北海道を上陸もしくは周辺を通過した台風の経路。気象庁GPV MSMの海面更正気圧の低圧部を1時間おきにトラッキングし算出した。発生・温帯低気圧化はデジタル台風を参考にした。図中☆印は台風発生地点、○印は温帯低気圧化した地点。

図1 2016年8月に北海道に上陸もしくは周辺を通過した台風の経路（台風発生以前の熱帯低気圧、及び温帯低気圧化後の進路も含む）（山田ら<sup>2)</sup>作成資料）

らす天気図パターンである。前線の位置や台風の通過コースによって降雨域も変わり、3個の前線と台風による降雨域を足し合わせると、ほぼ北海道を覆うようになった（図2左）。一方、台風10号は初めて太平洋側から三陸地方へ上陸するという、特異なコースを取った。このため北海道では東寄りの湿った暖かい風が三日間に渡って吹き続け、日高山脈や大雪山系の南東斜面で「地形性降雨」を発達させ、山脈沿いに特異な大雨を記録した（図2右）。

河川流量・水位に関しては、常呂川・上川沿地

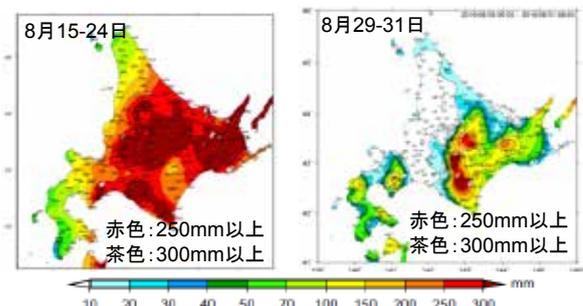


図2 雨量分布図の比較 左：前線と台風による大雨（2016/8/15～8/24） 右：地形性降雨と台風による大雨（2016/8/29～8/31）（日本気象協会北海道支社配布資料<sup>3)</sup>）

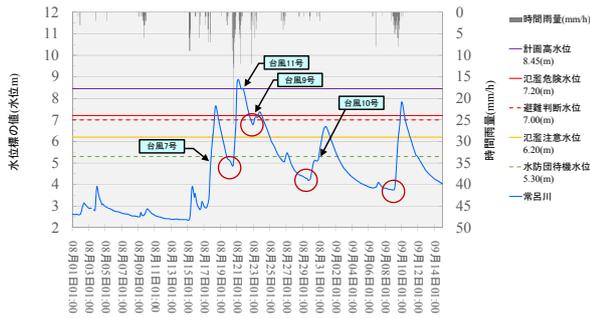


図3 常呂川の上川沿地点水位(2016/8/1~2016/9/14)  
(中津川ら<sup>2)</sup>作成資料)

点の例(図3)では計画高水位を超過し、観測史上最大の水位を記録した。また、8月30日には台風第10号によりもたらされた降雨により、石狩川水系や十勝川水系では堤防の決壊や河川の氾濫が発生するなど甚大な被害となった。今次洪水の特徴として、先行する3つの台風により水位が下がりきる前に大雨に見舞われ、土壌水分量が高い状態で維持されたことで、台風10号の降雨が流出を増大させた点が挙げられる。図4に洪水期間前後の常呂川流域・上川沿地点における積算雨量-積算流出高(R-Q)の関係と各台風による降

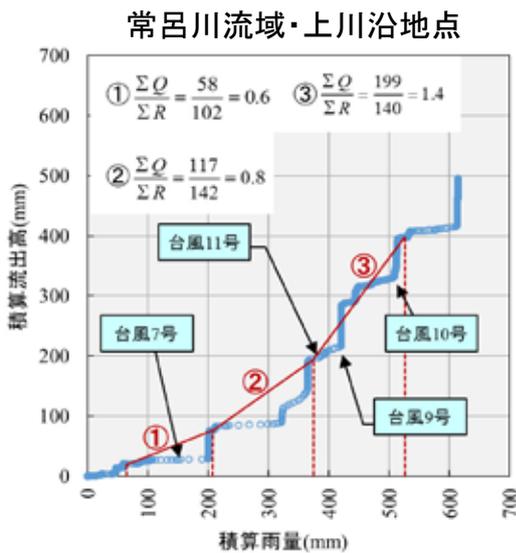


図4 常呂川流域の積算雨量-積算流出高の関係  
(2016/8/1 1:00~2016/9/15 0:00)  
(中津川ら<sup>2)</sup>作成資料)

雨期間に区切った流出率(=Rに対するQの比)を示す。後半には流出率が1.0もしくはそれを上回る状態となり、土壌の湿潤により、降雨が浸透貯留されずに流出する状態となっていたことが示唆される。同様な現象は空知川水系・金山ダム集水域、十勝川水系・札内川ダム集水域でも確認された。

以上に関連した調査結果を以下に要約する。

- 2016年8月に立て続けに北海道を直撃した3個の台風による雨は“前線と台風”、4個目として太平洋側から接近した台風10号は“地形性降雨”が発達した異例のパターンであった。また、太平洋側から接近する台風は勢力が衰えづらく、近年の接近頻度の増加傾向にある。
- 水位が下がりきる前に何波にもわたり降った大雨で土壌の湿潤状態が飽和に近づき、降雨量に対し流出量が増加しやすい条件となっていた。
- 今後の気候変動で頻発する洪水に対し、河川流量や水位を推定・予測するために必要な雨量の観測や予測精度の向上、不確実性の評価や土壌の湿潤状態に考慮すべきである。

## 2) 石狩川水系の状況について

石狩川水系においては、石狩川中流部納内(おさむない)地区で8月23日に上陸した台風第9号に伴う降雨により溢水氾濫(氾濫面積約120ha、床上浸水家屋4戸)、石狩川上流部の支川美瑛(びえい)川等で8月17日より立て続けに上陸した3つの台風に伴う降雨により、各地で道路の決壊や落橋が相次いだ。さらに、支川空知川上流域の幾寅(いくとら)地区で8月30日に接近した台風第10号に伴う降雨により、堤防が決壊して氾濫水が市街地に流入し、近傍を流れるユクトラシュベツ川の氾濫を併せて、浸水面積約130ha、浸水家屋189戸および食品加工工場の浸水など南富良野町に甚大な被害が及んだ(写真1)。

以上に関連した調査結果を以下に要約する。

- ダムの治水効果は歴然で、その下流の被害はほとんどなかった。これに対してダムの無い河川



写真1 空知川の破堤後の氾濫状況（8月31日6:30撮影）  
（北海道開発局提供）

やダムの上流では侵食・氾濫などの大きな被害が多発し、治水目的のダムの重要性が認識された。

- 空知川幾寅地区の堤防は、河川水の越流と堤防への流れの偏りによって、破堤、氾濫が進行したと考えられる。氾濫流が作り出した堤内地側の流路は築堤以前に形成されていた旧流路とほぼ同じ位置に形成され、昔の河川が再現されたような状態となった。今後はハザードマップの作成や防災教育において昔の河川の跡を周知させるなどの配慮が必要である。
- 辺別（べべつ）川における橋梁被害は、河川の蛇行と河岸侵食で橋台裏側が侵食されたものであり、この蛇行の発達は上流からの土砂供給量

の多寡と密接に関係していることが明らかになった。

### 3) 十勝川水系の状況について

十勝川水系においては、12箇所の観測所で観測史上第1位の水位を記録し、札内川と戸蔦別（とつたべつ）川の合流部付近で堤防決壊による氾濫が起きたほか、パンケ新得（しんとく）川（新得町）、ペケレベツ川（清水町）、芽室（めむろ）川（芽室町）で河岸侵食によって橋梁や住家に大きな被害が発生した。とくに清水町を流れるペケレベツ川では、1晩で川幅が3～5倍程度（約35mから約150m）まで広がるなどして市街地付近で



写真2 ペケレベツ川の河岸決壊状況、左)石山橋周辺（9/1撮影、左右岸の連続的な河岸決壊状況）（PASCO 提供）、右)石山橋下流（9/6調査団撮影、河岸決壊の状況）



写真3 常呂川の越流時の状況  
(日吉30号樋門、8月22日4時頃の状況)  
(北海道開発局網走開発建設部提供資料に加筆)

は左右岸が連続的に河岸決壊して落橋、家屋の流出、市街地の浸水被害等が生じた(写真2)。このほか、パンケ新得川に架かる橋梁被害ではJRの札幌と帯広・釧路を結ぶ特急列車の長期運休が余儀なくされた。

以上に関連した調査結果を以下に要約する。

- 上流から供給された大量の土砂が中下流の河道内に堆積することや、一部の河川では河道内樹木の影響で、活発な流路変動および河岸侵食が発生した。このことを踏まえた上で、護岸の強化など、流路の横方向への変動を抑制するような対策が望まれる。
- 札内川や音更(おとふけ)川等の十勝川水系の河川は、河道周辺に広く砂礫を堆積させている。砂礫で構成された堤防や地盤は、透水係数が大きくせん断にも強いパイピングや法すべりなどの浸透破壊に対して強いが、側岸侵食や越流侵食に対して弱い。したがって、これらの河川では護岸や水制工を効果的に使うことによって侵食を防ぐ方策が必要となる。

#### 4) 常呂川水系の状況について

常呂川では下流に位置する上川沿と太茶苗(ふとぢゃなえ)で計画高水位を超過した。とくに太茶苗では、2016年8月18日には6時間程度、8月20日~22日には32時間程度、計画高水位を超過した。また、8月23日にも計画高水位に迫る水位を観測している。このことにより、写真3(日吉30号樋門)に示すような越水が4箇所発生し、支川

柴山沢(しばやまさわ)川では堤防が決壊した。この際の外水氾濫で約430haが浸水し、出荷を目前に控えていた地元特産のタマネギなどに大きな被害が出た。

以上に関連した調査結果を以下に要約する。

- 常呂川下流部の無堤区間において、河川区域内農地の表土流失が顕著であった。その原因として、氾濫流が局所的に集中することと低水路を流れる高速流の乗上げが考えられる。
- 流木の構造物への集積、堤防の破壊、水と土砂と構造物の相互作用にとまなう橋梁被害といった対策に、構造、河川、地盤の各専門分野が連携した検討が必要である。

#### 5) 釧路川水系・沙流川水系の状況について

2016年8月20日からの大雨により、釧路川では急激に水位が上昇、中流部にある標茶水位観測所(北海道標茶町)では、8月21日14時から21時の7時間にわたり避難判断水位を超過し、観測史上2番目となる水位を記録した。釧路川の下流域は平常時には湿原内を蛇行する河道であるが、今次出水では写真4に示すように河道周辺へ溢水が広がった。このような釧路湿原の貯留効果は、下流の釧路市の被害軽減に寄与することが認識できた。



写真4 2016年8月24日における釧路湿原の出水前後の状況  
(北海道開発局釧路開発建設部提供)

沙流(さる)川流域では2016年8月29日からの大雨によって、日高町より上流域の河道は多くの地点で被災を受け、道路の陥没や欠損、のり面の崩壊、橋の崩落など66カ所の被災個所が確認され



写真5 沙流川に架かる国道274号線・千呂露橋の落橋  
(北海道開発局室蘭開発建設部提供)

ている（室蘭開発建設部）。写真5は沙流川に架かる国道274号線・千呂露（ちろろ）橋の落橋の状況であり、右岸橋台の上流からの河岸侵食で橋台の背面土が侵食され、橋台を押し流して落橋に至ったもので、これより上流区間でも同様な橋梁被災がみられる。一方、山腹斜面でも沢沿いの土砂流出が起きて道路に大きな被害が生じた。交通網という点では、道央と道東を結ぶ幹線の国道274号が長期不通となるなか、高速道路（道東自動車道）が機能したことで致命的なダメージが回避されたことはインフラのセーフティネットという点で特筆すべきと考える。

#### 今後の洪水対策について

以上の調査結果を踏まえて調査団から今後の河川・流域管理、洪水対策および、これに関連する研究や行政に対する提言が示された。今後考えるべき要点として指摘された事項を箇条書きすると以下の通りである。

- 降雨の観測・予測の精度向上とそれを生かした避難、通行止めなどの減災対策
- 気象・水文といったハザードの増大だけでなく低平地や都市といった脆弱性要因の勘案
- 事前放流など既存ダムの運用改善や新規ダムの建設も念頭に置いた治水対策

- 氾濫を想定し、霞堤や二線堤など先人の知恵も活用した被害の最小化対策
- 流出が早く侵食、洗掘、激しい河岸決壊といった急流河川の特性を踏まえた治水対策
- 橋台背面の侵食などにも留意した道路・橋梁の設計および出水中の情報提供などの対応
- 整備の遅れている中小河川の治水安全度の向上
- 災害の誘因である土砂移動を考慮し、他事業と連携した流域全体の土砂制御の計画・対策
- 水害が食糧、観光、流通など北海道さらには日本全体の経済に及ぼす影響の評価
- 災害調査で蓄積された膨大なデータを持続的に活用していくための仕組みの構築

調査団の報告の最後では「今回の大規模災害を踏まえて新たなステージに対応する水災害防止対策の推進に際しては、社会全体で危機感を共有しながら取り組む必要がある。とりわけ今回、提起された水防災に関する科学的・技術的な課題については、学・民・官が連携して取り組む体制の構築が不可欠である。」と結んでいる。

行政側の動きとしては、今次災害の災害検証とともに気候変動とその適応策について考慮した水防災対策の実現を目的に、国土交通省北海道開発局と北海道が共同で「平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会」を設置した。この委員会は2016年10月、同12月、2017年2月にわたって開催され「今後の水防災対策のあり方」<sup>4)</sup>をとりまとめている。今後は調査団の提言も取り入れながら具体的な施策が立案、実施されることが期待される。

#### 謝辞

調査団の活動に関しては、公益財団法人河川財団・河川基金の助成を受けた。また、調査にあたり、国土交通省北海道開発局、北海道建設部、一般財団法人北海道河川財団、土木学会北海道支部事務局の関係各位には多大なご協力をいただいた。ここに記して深甚なる謝意を表する。

#### 参考文献

- 1) 北海道総務部危機対策課（2016）：平成28年8月から9月にかけての大雨等災害について，第1回災害検証委員会資料2，2016.10.26，  
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/saigaikensyou.htm>  
（閲覧日2017/1/11）
- 2) （公社）土木学会 社会支援部門ホームページ：2016年8月北海道豪雨災害調査団報告書，<http://committees.jsce.or.jp/report/> （閲覧日2017/5/12）
- 3) 国土交通省北海道開発局河川管理課（2016）：平成28年8月20日からの大雨及び台風第10号による出水の概要，2016.9.10.
- 4) 国土交通省北海道開発局河川計画課（2017）：平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた今後の水防災対策のあり方，2017.3，  
[https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/kawa\\_kei/ud49g7000000f0l0.html](https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/kawa_kei/ud49g7000000f0l0.html)  
（閲覧日2017/5/12）

# 平成26年糸魚川市大規模火災の調査概要

消防庁消防研究センター

技術研究部大規模火災研究室 主任研究官 鈴木 恵 子

火災災害調査部原因調査室 主任調査官 高 垣 克 樹

藤 崎 草 多

## 1. はじめに

平成28年12月22日午前10時20頃発生した新潟県糸魚川市大規模火災は、被害が焼損棟数147棟、焼失面積（被災エリア）約40,000㎡におよび、地震後の火災を除くと、平常時の火災としては昭和51年の酒田大火以来の大規模市街地延焼火災となった。消防研究センターでは直後から職員が現地へ赴き調査を行ったので、その概要を紹介する。

## 2. 調査の目的と概要

大規模な市街地延焼火災では、延焼拡大の経過と焼け止まり要因を明らかにすることが、その後の安全な市街地の形成に資する知見を得る上で基礎となる事項である。また、消防活動が火災の進展との関わりの中でどのように行われ、どのような困難があったかについて理解することは、より効果的な消防活動を実現する上で重要な観点である。加えて、これまでの研究によって今回の火災がどこまで理解が可能で、この先どのような研究が必要かというような視点で現場をみることは、研究機関として不可欠である。これらに資する情報の収集と記録を目的として、技術研究部を中心に2回の調査を実施した。

1次調査は、平成28年12月25日～26日の日程で、技術研究部4名、火災災害調査部2名が現地へ赴いた。現場の状況が残っている早い段階で、延焼範囲の特定と焼け止まり要因に着目した火災後の状況の記録を行った。また、延焼拡大の経過に飛び火が大きな影響を及ぼしていることが想定されたため、火の粉片の残渣の探索と収集、火の粉の飛散状況について住民からの聞き取りを行った。

2次調査は、平成29年2月16日～18日の間で、技術研究部の延べ8名で実施した。被災エリア周辺の住民を対象に、火災時の避難行動や延焼拡大に関する聞き取りを行うとともに、消防本部から消防活動等に関する聞き取り等を行った。

また、これらの調査とは別に、平成29年1月16日～18日に火災災害調査部から3名が現地へ赴き、糸魚川市消防本部が行う火元の現場見分に係る技術支援を行っている。

## 3. 調査結果の概要

### 3.1 焼け止まり状況

調査の結果、図1に示す焼け止まり線図を作成した。糸魚川市等が示す被災エリアに比べて狭くなっている部分があるが、これは火災の延焼拡大が止まったことに着目して焼け止まり線を設定し

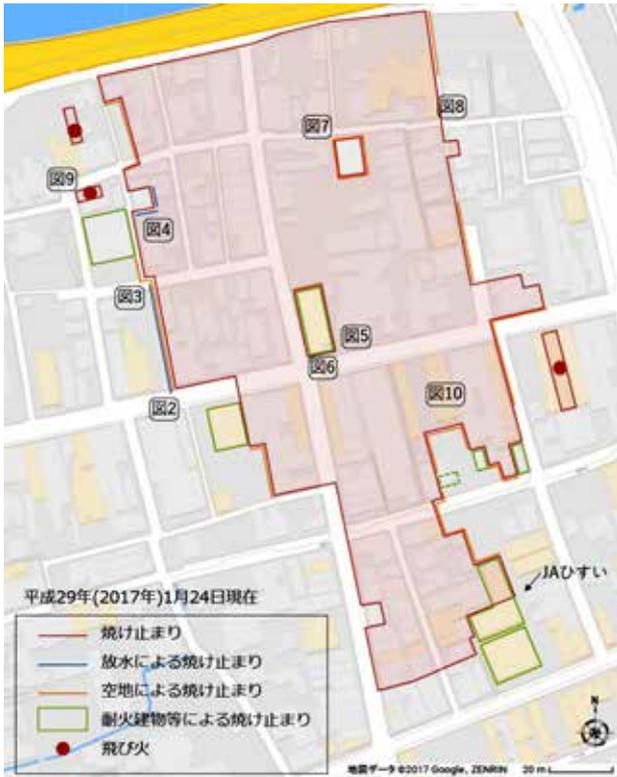


図1 糸魚川市大規模火災の焼け止まり線

ているためである。たとえば窓ガラスにひびが入ったものや、雨樋が溶融したものの建物内部は焼損していない住宅等は、損害が生じているため被災エリアの中に含まれるが、我々の焼け止まり線は、火災の延焼拡大がこの建物の外壁面で止まっていることを記録することを目的としているため、焼失エリアに面する建物の外側（焼失エリア側）に引いている。また、被災エリアの南東に位置するJAひすいの建物は、建物中央の階段室



図2 駐車場の空地での焼け止まり

の部分で防火区画されていて、北側の区画は外部からの延焼で焼損したが、南側の区画は焼損がなかったことから、焼け止まり線はこの建物の中央部を横切る形で設定した。

### 3.2 特徴的な焼け止まり状況

図2～10は、焼け止まり線上の特徴的な焼け止まり要因を写した写真である。撮影位置は図1中に示している。

図2は駐車場の空地で焼け止まった場所である。被災地域には、このように住宅等の建物が撤去された跡地が駐車場として使用されている場所が多く見られた。このような場所は隣棟間の距離を確保するとともに、消防活動の拠点となり、延焼拡大の防止又は遅延に役立ったと考えられる。

図3は耐火造建物での焼け止まりである。この建物の南側には駐車場用の空地が設けられていることもあり、この一帯に配置された消防隊は右手奥に写る図4の木造住宅への延焼を防止するための注水に集中することができたものと考えられる。

図5はRC造の銀行の建物である。窓ガラスはひびが入ったりしたもの、内部の焼損は免れている。また、この建物の屋上には火の粉が落ち、防水層を損傷していた。調査時には既に修復作業が済んでおり、白色のパテが充填された箇所から火の粉の落下状況を知ることができる（図6）。

図7は、焼損エリアの北側中央で焼け残った瓦葺きの2階建て住宅である。開口部は比較的小さ



図3 耐火造建物での焼け止まり

く、網入りがガラスが用いられており、外壁は鋼板張りである。住民からの聞き取りによると、建築する際に火災に強いことを設計者に要請したとのことであった。雨樋等の変形と窓ガラスの亀裂が見られたものの、屋内には延焼していないとのことである。南側が加賀の井酒造の裏手の空地に



図4 消火活動で延焼が阻止された木造住宅



図5 建物内への延焼を免れた耐火造建物



図6 火粉で損傷した防水層を修復した跡

面し、東側は駐車場、西側は路地、北側は道路に面しており、隣棟との距離が確保されていた。また、この住宅付近に火が迫ったのは、被災エリア内でも遅かったと考えられることから、消防隊による延焼防止活動も行われ易かったものと考えられる。

図8は、路地を挟んだ木造住宅間で焼け止まった場所である。右手の住宅は全焼したが、外壁の防火性能が路地を挟んだ向かい側への火害を抑制し、左手の住宅への延焼拡大を防いだと考えられる。写真は海側から撮影したものである。この場所への延焼も遅く、消防活動が行われたものと考えられる。

図9は焼損エリアの北西の外側で飛び火により屋根を焼損した住宅である。図10は3階建てRC造の銀行建物の内部で、防火扉が延焼拡大と煙害を防いだ事例である。避難のために建物を離れる前に、職員がすべての防火扉等を手動で閉めたとのことであった。これにより2階と3階は焼損したものの、1階の店舗部分には火災の影響がなく、



図7 焼損地域内で延焼を免れた住宅



図8 路地を挟んだ木造住宅間でのやけ止まり



図9 飛び火で屋根を焼損した住宅



図10 建物内での延焼拡大と煙害を防いだ防火扉



図11 火元と並びの建物

1次調査で訪ねた際には店舗での営業を再開していた。

図11は、火元と並びの建物の状況である。建物同士がほぼ隙間無く建てられていたことが判る。

#### 4. 過去の市街地延焼火災調査

消防研究センターではこれまでも大火や市街地延焼火災の調査を実施してきた。これらの調査報告等はホームページ <http://nrifd.fdma.go.jp> で公開

しているので、ご参照願いたい。

図12は、消防研究センターが行った阪神・淡路大震災の火災調査資料に残された写真で、市街地火災の中で1軒だけ焼け残った木造住宅を写したものである。地震時の火災ではある点は異なるが、開口部が小さく少ないこと、住人が火災に対して強いことを意識して建てたと語っていたこと、古い住宅が並ぶ中で比較的新しく新築された住宅であったことが、図7の住宅との共通点として挙げられる。



図12 阪神・淡路大震災で延焼を免れた住宅

## 5. 消防庁における検討

消防庁では、「糸魚川市大規模火災を踏まえた今後の消防のあり方に関する検討会」を開催し、今後取り組むべき火災予防、消防活動、消防体制等の充実強化のあり方について検討を行い、報告書を公表している。本稿で紹介した消防研究センターの調査結果も検討会の資料として活用された。

検討会の資料と報告書は消防庁ホームページ <http://www.fdma.go.jp> で公開されており、閲覧可能である。

## 6. おわりに

消防研究センターが行った、糸魚川市大規模火災の調査の概要を紹介した。現在、これらの資料をもとに、研究員がそれぞれの専門分野において、火災予防や消防活動等に役立てるための研究を進めているところである。

### 参考資料

- 1) 消防庁：新潟県糸魚川市大規模火災（第13報）、  
<http://www.fdma.go.jp/bn/2016/>、2017.7.20確認
- 2) 消防庁：糸魚川大規模火災を踏まえた今後の消防のあり方に関する検討会、[http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi\\_kento/h28/itoigawa\\_daikibokasai/index.html](http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h28/itoigawa_daikibokasai/index.html)、2017.7.20確認  
[http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi\\_kento/h29/itoigawa\\_daikibokasai/index.html](http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h29/itoigawa_daikibokasai/index.html)、2017.7.20 確認
- 3) 自治省消防庁消防研究所：兵庫県南部地震における神戸市内の市街地火災調査報告（速報）、平成7年3月

# 連載講座

第35回

## 続 七分積立金・渋沢栄一

作家 童門冬二

### 深夜の騎士救急隊

今回は私事から書かせていただく。山中湖畔(山梨県)に書庫兼娘のアトリエを兼ねた山小屋を持っている。東京の仕事部屋に収めきれない本を収納している。今度仕事部屋を移動したので大量の山小屋行き書籍が出た。運びこんだ本を整理中、つまずいて額を書棚の角にぶつけた。たちまち血がほとぼしる。布でおさえたが止らない。「とにかく朝までこのままでがまんする」という私の主張に娘は首を振った。「もう真夜中近い。お医者さんも無理」ということで、地元の知人に連絡先を教してもらって、救急車にきてもらった。ドライバーさんのほか二人の隊員。後期高齢者の私(それも他地域人)に対し、実に親切だった。隊員が交替で私の出血を絶え間なくおさえてくれる。麓の富士吉田に赤十字病院があって、ここでも温かく迎えてくれた。救急隊はお大事にと告げて、淡々と去った。

病院で治療を受けて山小屋に戻ったが、その後救急隊の方にきちんとお礼もいっていない。あの夜の隊員たちの対応が余りにもさわやかだったからだ。あの時私が隊員たちに感じたのは、

「深夜の騎士」ということだった。「私心を忘れひたすらに病人やケガ人に愛を注ぐナイト(騎士)たちだ」という感をつよく抱いた。生涯忘れない。騎士だというのは、隊員たちの礼儀正しい、しか

も職務遂行に遺漏のない紳士(ジェントルマン)的ふるまいのことである。

### 七分積立金の使途

考えてみれば前号に書いた“七分積立金”の最終処理に当たった、西郷隆盛と勝海舟のやりとりも、日本の騎士道(武士道)によるものだった。二人共私心はない。ただ「江戸市民のためにはどうすればよいか」、というのが判断基準だ。

七十万両とかいわれる巨額の積立金は東京府知事に渡された。府知事は一翁という号を持つ大久保忠寛だ。ペリーが来航した時に幕府は未曾有の困難に対応するために、身分をとわず有能な人物を求めた。開明的な老中(総理大臣)阿部正弘の命で、ボロボロな家に住んでいた勝を発見し、登用したのが大久保だ。大久保は將軍徳川慶喜に“大政奉還”をすすめた。維新後徳川家が駿府(静岡市)で七十万石の大名として名を残されると、大久保は静岡に行って家老になった。そして財政を任せたのが渋沢栄一だ。大久保はその後新政府に招かれ東京府知事になった。

大久保府知事は「七分積立金」の使途について「委員会」をつくった。委員長を依頼したのが渋沢栄一だ。この辺の人事をみていると、西郷・勝・大久保・渋沢たちをつなぐのは、強力な“信頼の糸”だと思わざるを得ない。そして、

「やはり大事業をなしとげるのは人間だ」

と思う。その人間も志を同じくする者の“協同心”によるところが大きい。その協同心を保全するのは、相手への“疑いのない信頼心”だ。

若いころ、開国によって諸物価が高騰し国民が生活に苦しむのをみて、渋沢は、

「開国は悪だ。それをおこなった幕府も悪だ」と考え、過激な攘夷論者になった。たまたま知りあった一橋（徳川）慶喜から、その小ささを指摘され「武蔵（埼玉・渋沢の出身地）の魚でなく、日本の魚に世界の魚になれ」とさとされる。渋沢は転心する。慶喜の家臣となって財政を担当する。

慶喜と親しかったナポレオン三世がパリで万国博覧会を開く。慶喜も招かれる。しかし幕府が潰れるかどうかの時期なので、慶喜は弟を代理にし、使節団の事務長に渋沢を充てる。渋沢はパリで株式と銀行制度を学び、これを日本に持ちこもうと決意する。

しかし日本に戻ると主人の慶喜は“朝敵”とされ、静岡市内の寺の一室でひげぼうぼうで痩せ細っていた。ひと目みた渋沢は涙がこみあげた。（東京へ行って銀行を開き、株式の仕事をしようと思ったがやめた。慶喜様のおそばでお仕えしよう）と忠誠心を燃え立たせた。渋沢の心に残る“日本人の心”のよさだ。渋沢はその日から慶喜のため、失業した旧幕臣のため、そして静岡藩のために努力する。旧幕臣のためには茶づくりをすすめる。

その手腕を認められ、渋沢はやがて政府に招かれ「税制度と政府組織の改正案の作製」を依頼される。そして東京府知事になった大久保から「七分積立金の精算」を依頼されたのだった。

委員長になった渋沢の頭の中には、パリでみた諸制度や施設の姿が頭にあった。

- ・上水道だけでなく下水道のすばらしさ。ビクトル・ユゴーの書いた“レ・ミゼラブル”の中で、ジャン・バルジャンが盗んだ燭台を高く掲げて立って走れるほどの高さを持っている。だから

こそ汚水も川のように流れることができる。

- ・耐火都市としての建築物のコンクリート化
  - ・防火・消火組織の整備と市民の参加の確立
  - ・病人や弱者に対する福祉施設の整備強化
- など、一部門だけ思い出してもいまの日本の現況はくらべものにならない。委員会とはいってもパリ帰りの渋沢の知見には、ほかの委員はかなわない。

「委員長におまかせします」

ということが多かった。委員会は、

- ・何といってもきっかけになった“小石川養生所”改め「東京市立養育院」の整備拡充に力を注ぐ。
- ・養育院に孤児院を併設する（渋沢の主張）。
- ・東京にはよい飲み水が少ない。上水道を整備する。これは消火用水の確保にもなる。
- ・東京の道路では馬糞が舞い狂っている。市民にとって非衛生極まりない。道路整備が急務、併せて下水の処理施設も。
- ・東京の近代化を示すため、築地地区を浄化して日本の意気を示す。

などの事業に使うことにきめた。いずれも大事業で七十万両は完全に消化された。

この時渋沢は大久保に願い出た。

「お願いがあります」

「何だね」

「私を養育院長にして下さいませんか」

「ほう」

「それも死ぬまで」

「何だって」

大久保は驚いた。渋沢は終生養育院長をやりたいたいののだ。これは実現する。

“日本資本主義の祖”といわれる渋沢は、五百も六百も会社を興したり潰したりした。すべてが澄んだ水のようなわけにはいかなかったと思う。養育院長（兼孤児院長）は、かれにとって、“清い棲息次元”の役割を果たしたのだろう。昭和六年、九十二才で死ぬまでかれの名刺から「東京市立養育院長」の肩書が消えることはなかった。



## 地域防災実戦ノウハウ (92)

### — 熊本地震災害の教訓と課題 その4 —

Blog 防災・危機管理トレーニング  
(<http://bousai-navi.air-nifty.com/training/>)

主宰 日野宗門

(消防大学校 客員教授)

#### 4.7 「死者・行方不明者の捜索・処理・埋火葬の混乱」への対策

熊本地震では問題化しませんでしたでしたが、阪神・淡路大震災や東日本大震災では多数の死者・行方不明者が発生し、その捜索（把握）、遺体の処理・埋火葬において大きな混乱を生じました。

たとえば、死者（直接死）数の把握率が80%に達したのは、阪神・淡路大震災では地震発生から約4日後、東日本大震災では約1カ月後（地震発生後9カ月時点の死者数を基準にした場合）でした。また、行方不明者数が最多時の20%以下となった時期は、阪神・淡路大震災では地震発生から約5日後、東日本大震災では1年半以上を経過してからとなっています（※）。津波による死者・行方不明者が多数となった東日本大震災で状況は特に深刻でした。

※ 本連載の第73回を参照のこと。なお、行方不明者数については平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震被害報（総務省消防庁）第146報、第147報も参考にした。

さらに、阪神・淡路大震災では火葬が追いつかず、実施はされませんでした。「野焼き」が一時選択肢にのぼりました（※1）。また、死者数が阪神・淡路大震災の数倍にのぼった東日本大震災では2,108人（※2）が「土葬」で仮

埋葬されました（その後、火葬で改葬）。

※1 NHKスペシャル「阪神・淡路大震災 秘められた決断」（2009年1月17日放送）

※2 NHK NEWS WEB 特集「知られざる死の記録～仮埋葬」（2014年3月6日）

以上の事実を踏まえるならば、多数の死者・行方不明者が発生した場合の捜索（把握）、遺体の検案、遺体身元確認及び埋火葬の手順確認訓練や必要資源（人的・物的・空間的）の整備などが重要と思われます。

#### 4.8 「震災関連死の発生」への対策

熊本地震における2017年6月22日現在の震災関連死は182人（熊本県179人、大分県3人）と直接死の50人を大きく上回っており、実に死者全体の78.4%を占めています。同様の状況は2004年新潟県中越地震でもみられ、死者68人のうちの52人（76.5%）が震災関連死でした。

これに対し、阪神・淡路大震災及び東日本大震災では、震災関連死は死者・行方不明者全体の15%前後（それぞれ14.3%、16.0%）となっています（※）

※ Wikipedia「災害関連死」による。なお、阪神・淡路大震災の値は兵庫県内分である。

なお、熊本地震の震災関連死の年代別内訳を熊本県内の167人（2017年4月10日現在）につ

いてみると、70歳以上の高齢者が133人と全体の約8割にのぼっています（表1）。

表1 熊本県内の震災関連死167人（2017年4月10日現在）の年代別内訳

年 代	人数 (%)
～69歳	34人 (20.4)
70代	37人 (22.2)
80代	61人 (36.5)
90代	33人 (19.8)
100歳以上	2人 (1.2)
計	167人 (100.0)

（出典）「震災関連死8割が70歳以上 県内19市町村」（毎日新聞WEB版、2017年4月11日）

また、表2によれば、「体調が悪化したときの生活環境」で最も多いのは「避難所や車中泊」で、以下「病院」、「自宅」となっています。なお、「病院」の場合、地震により医療環境が大きく損なわれたことにより6割の方が転院を経て亡くなっている点に留意が必要です。

さらに、表2の（注2）にあるように、震災関連死の89%の人に既往症があった（既往症有無の非公表を除く）とされており、熊本地震でも過去の地震災害と同様、環境の悪化に弱い高齢者や病人等の災害弱者が震災関連死の多くを占めています。この事実は、高齢者や持病のある人への特別の留意の必要性を改めて教えています。

表2 震災関連死170人（注1）の「体調が悪化したときの生活環境」

自宅	少なくとも27人
避難所や車中泊	少なくとも71人
病院	少なくとも36人 ※少なくとも22人が転院を経て亡くなっている

（注1）2017年4月10日時点の震災関連死（熊本県167人、大分県3人）

（注2）89%に既往症があった（既往症有無の非公表

を除く）

（出所）「熊本地震から1年（1）災害関連死170人 なぜ・・・」（NHKハートネットTV、2017年4月12日放送）

以上を踏まえると、自治体職員や関係者に対する震災関連死予防対策の啓発・研修、避難所環境及び福祉避難所の整備・充実の強化が求められます。さらに、HUG（避難所運営ゲーム）などを活用して避難所や車中泊（※）における震災関連死の発生予防訓練を住民と一緒に取り組むのも効果的です。

※ HUGは「避難所」運営ゲームの性格上、車中泊避難のシーンが少ないため、この点を補って実施するとよいでしょう。

#### 4.9 「交通の混乱、渋滞の発生」、「帰宅困難者の発生」への対策

熊本地震では高速道路や一般道が各所で被害を受け、通行止めや交通規制の措置が取られました。そこに各地から応援車両や家族・知人の安否確認車両等が殺到したため、交通の混乱、渋滞が発生し、応急・復旧対応が思うに任せない状況がしばらく続きました。しかし、このような状況は過去の地震災害でも繰り返されており、熊本地震に限った現象ではありません。

なお、前震・本震が夜間・深夜であった熊本地震では、帰宅困難者は発生しましたが大きな問題とはなりません。一方、地震発生が金曜日の昼間であった東日本大震災では、公共交通機関の運行停止により首都圏で推定515万人の帰宅困難者が発生しました。特に東京都心では、帰宅困難となった家族・知人や従業員の送迎車、帰宅を急ぐ車で大渋滞となり緊急車両の通行に大きな支障となりました。さらに、多数の人が徒歩で帰宅を急いだため歩道から道路上にはみ出すという危険な状況が生じただけで

なく、そのことが道路渋滞に拍車をかけました。

帰宅行動を生じさせる主な要因は「家族の安否」確認欲求です。このことは、家族の安否（安全）が確認できれば（かつ適当な滞在施設があれば）多くの帰宅行動を抑制しうる可能性があることを意味しています。

多数の帰宅困難者や帰宅行動者の発生が懸念される地域では、あらゆる階層における安否確認訓練の実施、帰宅困難者の一時滞在施設の整備・充実及び従業員等の事業所内滞在等の対策が必要となります。

#### 4.10 「指定避難所以外の開設避難所の把握の遅滞」、「避難者・安否不明者等の把握（名簿整理）の遅滞」、「車中避難等指定避難所以外の避難者への支援の遅滞」への対策

熊本地震では指定避難所以外の場所・施設に多数の避難者が避難しました。

毎日新聞によれば、「熊本地震で最も避難者が多かった本震翌日の4月17日時点で自治体の地域防災計画で定められていない指定外避難所が、熊本県内の少なくとも7市町村の計185カ所にあり、約3万6000人が避難していた」ことが明らかにされています（「指定外避難所に3万6000人 本震翌日」、毎日新聞WEB版、2016年5月11日）。

過去の大きな地震災害でも同様の事態が発生しており、このような指定外避難所では、自治体の把握が遅れ、物資の支援や情報提供などが受けられないおそれがあります。しかし、多くの市町村は指定避難所に住民が避難してくることを前提にした計画にとどまっています。これを改め、指定外避難所への避難は大災害では「当然に発生する」という認識のもとに、指定外避難所の開設状況の把握と支援方法を定めておく必要があります。

ところで、避難所の管理運営、避難者支援を効果的に行う上で避難者名簿の作成は重要です。このことについては、「避難所における良好な生活環境の確保に向けた取組指針」（平成25年8月（平成28年4月改定）、内閣府（防災担当））で次のように記述されています。

#### 3 避難所リスト及び避難者名簿の作成

- (1) （省略）
- (2) 避難者の数や状況の把握は、食料の配給等において重要となることから、避難者一人一人に氏名、生年月日、性別、住所、支援の必要性の有無等を記載してもらい、避難者名簿を作成することが望ましいこと。
- (3) そのため、こうした個別の情報を記載でき、情報の開示先、開示する情報の範囲についての被災者の同意の有無についてもチェックできる避難者名簿の様式をあらかじめ作成し、印刷して避難所の備蓄倉庫等に保管しておくことが望ましいこと。また、避難所運営訓練をとおして自治体担当者と住民がこれら様式を普段から活用できるようにしておくこと。
- (4) （省略）

（出典）「避難所における良好な生活環境の確保に向けた取組指針」（平成25年8月（平成28年4月改定）、内閣府（防災担当））。なお、(1)、(4)は省略した。

この避難者名簿に関連し、熊本地震では次のような事例が報告されています。

- ◆ 車中泊の避難者の把握のために名簿の作成を行おうとしたが、昼と夜の避難者数が大きく違っており、把握が困難であった。
- ◆ 車中泊者は、昼間は仕事に行っていて夜に帰ってくる方も多く、把握が困難であった。車が戻ってくる夜に状況把握のために訪ねて名簿の作成を行おうとしたが、懐中電灯等で照らすと驚かれるので、把握が困難だった。

そのため、常習的に食料が余ってしまったり足りなくなるという状況が起きていた。

- ◆ 名簿の作成を行った避難所においても、車中泊や自宅から支援物資だけを取りに来る方や、避難所内の避難者の出入りも激しく、名簿自体が機能しなくなり、管理することができなくなってしまい、打開策として夜間に避難者をカウントするなどに対応したが、名簿の必要性について地道な呼びかけや協力をお願いをしていくしかないと感じた。
- ◆ 不審者対策の事例として、避難者名簿の作成前には、部外者との識別が容易にできるように、避難者及び関係者にはリボンを目立つところにつけてもらった。また、ボランティアセンターなどの信頼できる機関を介さずに支援に来てくれる個人ボランティアには時に不信感を感じることもあったため、「氏名」、「資格」、「特技」などを記載してもらい、「所属団体もしくは紹介を受けた団体名」も記載してもらった。また、近隣の避難所などから犯罪情報（詐欺など）が入ってくると、速やかに関係者間で積極的に共有した。

（出典）「平成28年度 熊本地震における避難所運営等の事例（途中経過）」（平成28年10月、内閣府（防災担当）被災者行政担当）

この中で指摘されている車中避難者の把握の困難さについては次のような新聞記事があります。

益城町西部にある県の「グランメッセ熊本」の駐車場（2200台収容）も16日夜、避難者の車や緊急車両で全て埋まっていた。

指定避難所ではないが、町職員4人が避難者の対応に尽力する。ある職員は「避難所なら宿泊者名簿に名前や住所を書いてもらうが、車中泊避難は熊本市内の避難者もあり、出入りも激しい。人数の把握が難しい」と明かした。

（出典）「屋内恐れ車中泊…想定外の駐車場不足」（毎日新聞WEB版、2016年4月18日）

前述のような困難はありますが、避難者名簿は避難者支援の基礎資料であるだけでなく、（東日本大震災でみられたように）大災害時には安否確認・安否不明者の把握を行う上での重要資料ともなるとの認識のもとにその作成に取り組む必要があります。このことを踏まえHUGなどの避難所運営訓練に「避難者名簿の作成」を組み込めば、より実践的なものになると考えます。

ところで、避難者名簿は単に作成すれば良いというものではありません。前述の取組指針が作成された背景には、東日本大震災で避難所に避難した要介護高齢者、障害児者、妊産婦、乳幼児、アレルギー等の慢性疾患を有する者、外国人等のいわゆる「要配慮者」への支援が十分ではなかったという事実が存在します。この意味で取組指針の(2)中の「支援の必要性の有無」の記載は避難者名簿におけるポイントといえます。熊本地震の震災関連死データが示す「避難所・車中泊で体調を悪化させた人が最も多かった」という事実（4.8参照）は、この項目の重要性を改めて認識させるものとなりました。

なお、超党派地方議員連盟『避難者カード標準化プロジェクト』が、25都道府県710自治体で調査（2016年9月現在）したところ、避難者カード（避難者名簿）の作成は521/710自治体（作成率73%）という結果となり、約3割が未作成でした。また、約8割の自治体で要配慮者に関する項目等を設けていないことが明らかとなりました。

このプロジェクトのウェブサイト（<http://www.hinansha.com/>）では参考となる優良避難者カードを公開していますので、関心のある方は一度アクセスしてみてください。

# 石油ファンヒーターから延伸した炎 により出火に至った事例

新潟市消防局予防課火災調査係

## 1 はじめに

本事案は、使用中の強制通気形開放式石油ストーブ（以下、石油ファンヒーターとする。）から吹き出した炎が乾燥中のタオルに着火し、居室内の天井及び床を焼損したものである。

調査を進める中で関係者の供述やメーカーの見解に疑問を持ち再現実験を行い、出火原因を導き出したもので、改めて詳細な鑑識及び再現実験の重要性を再認識した事案である。

## 2 火災の概要

- (1) 出火日時：平成27年12月 15時頃
- (2) 出火場所：新潟市内 木造瓦葺 2階建て住宅の1階居室内
- (3) 焼損状況：1棟ぼや（天井、床及び收容物の焼損）
- (4) 気象状況  
天候：雨 風向：南南西 風速：7 m/s  
相対湿度：94% 気温：5℃  
警報・注意報なし
- (5) 発見状況

関係者が自宅1階の居室でテレビを見ていたところ、石油ファンヒーターの前に干していたタオルから炎が約10cm上がっているのを発見した。

### (6) 初期消火状況

関係者が座布団を被せ、たらいに入れた水をかけたが消火できず、消火器で消火した。

### (7) 消防隊現着時の状況

居室内は焼損したタオルや衣類が散乱し、天井の一部が焼損していた。（図1）

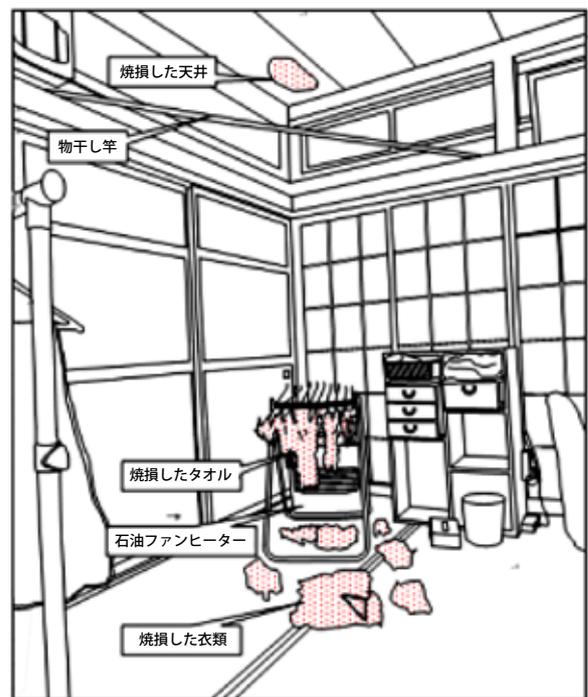


図1 消防隊現着時の状況

## 3 関係者の供述

関係者は、火災が起こる数時間前から当該居室内でテレビを見て過ごしていた。

普段から石油ファンヒーターの温風吹き出し口

前や、その上部に衣類等をハンガーで掛けていた。

石油ファンヒーターは数年前に譲り受けた中古品で、使用してから異常はなく、修理を行ったこともない。

出火当時は、付属品ではない同メーカーのカートリッジタンクを差し込み、数時間使用していたが異常はなかった。

シーズン終了時は、カートリッジタンクの残油を抜き取り、燃料供給が停止するまで燃焼させた後、オイルフィルターを外しスポイトで残油を吸い取り、最後に布などで完全に拭き取っている。

## 4 現場見分

焼損範囲は、タオルが燃えているのを発見した1階居室内の石油ファンヒーター周辺に限定される。

内壁に焼損は認められないが、石油ファンヒーター直上の天井に一部焼損が認められる。

焼損した衣類等の付近で石油ファンヒーター以外、出火元として考えられる物件は見分できない。

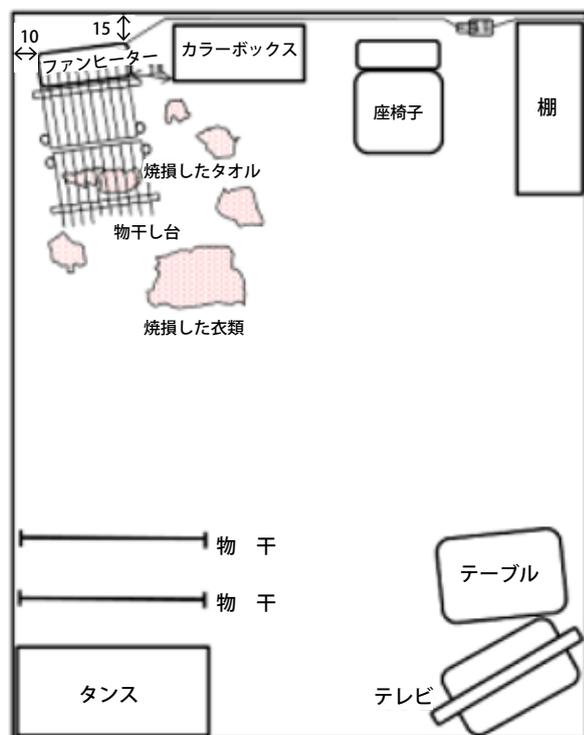


図2 出火室詳細図（平面図）

(図2)

石油ファンヒーターの外観に焼損は認められない。

延長コードに接続された電源コード、プラグ及びコンセントに焼損は認められない。

石油ファンヒーターの表示窓には、【E4】と表示状態が見分できる。

カートリッジタンク内は、空の状態である。

石油ファンヒーターを詳細に見分するため、関係者の承諾を得て、後日、消防署で鑑識を行うこととした。(写真1)

※【E4】の説明

点火時及び燃焼途中で消火しました。オイルフィルターや固定タンクにごみや水がたまっていないか確認後、再度点火操作をしてください。処置後も【E】表示するときは、修理が必要です。



写真1 石油ファンヒーター表示状況【E4】

## 5 鑑識

消防署において、メーカー立会いで石油ファンヒーターの鑑識を行った。

### (1) 製品概要及び情報

製品名：強制通気形開放式石油ストーブ

種類：気化式・強制対流形

製造年：1999年7月から9月

使用燃料：灯油

生産台数：92,487台

事故情報：なし

社 告：カートリッジタンクが対象

(2) 鑑識品とメーカー提供の同等品を比較し見分を行う。

鑑識品の外観を見分すると消火器の粉末が全体的に付着しているが、焼損及び変形は認められない。

また、温風吹き出し口付近に炭化物等の付着は認められない。(写真2)

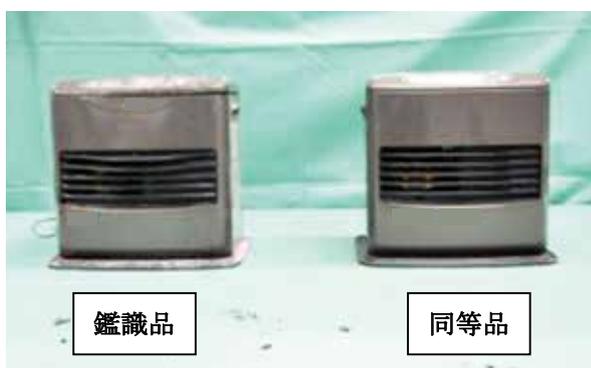


写真2 同等品との比較状況

出火当時使用していたカートリッジタンクは付属品と違うもので、見分すると焼損及び変形箇所は認められない。

付属品と比較すると蓋部分の形状は違うが、タンクの容量及び形状は同等であり給油口口金は同じ高さに位置する。

メーカーによると、取り替えて使用しても機能



写真3 カートリッジタンクの比較状況

上の支障はないとのこと。(写真3)

フロントカバーを取り外した内部には燃烧筒、基板及び配線が設けられ、焼損、変形及び部品の破損箇所は認められない。

バーナー及びバーナーヘッドに著しい煤の付着及び変色は認められない。(写真4～6)

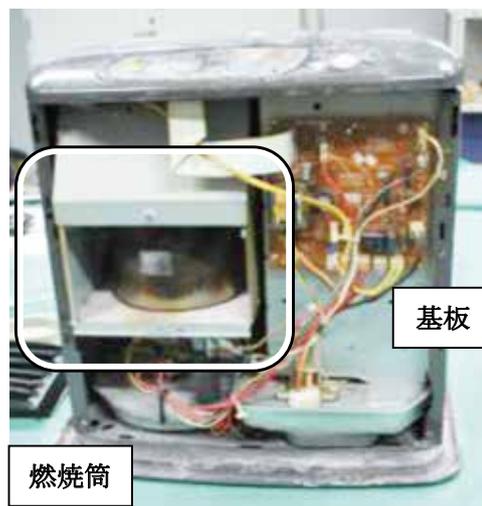


写真4 石油ファンヒーター内部の状況1

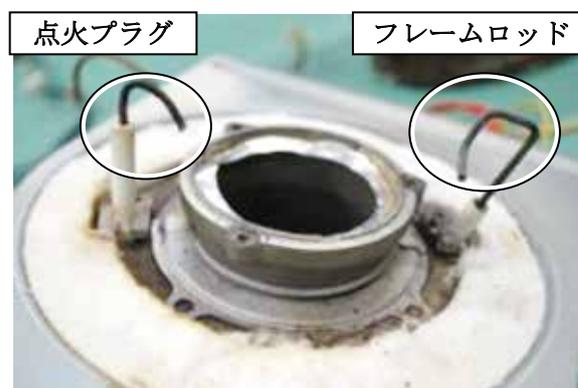


写真5 バーナーの状況



写真6 バーナーヘッドの状況

さらに、分解を進めると燃焼用送風機側と油受け皿側に分かれており、燃焼用送風機側に設けられた燃焼ファン吸込口及び燃焼用モータ等に煤の付着及び焼損は認められない。

油受け皿側に設けられた電磁ポンプ及びオイルフィルターに煤の付着及び焼損は認められない。

(写真7)

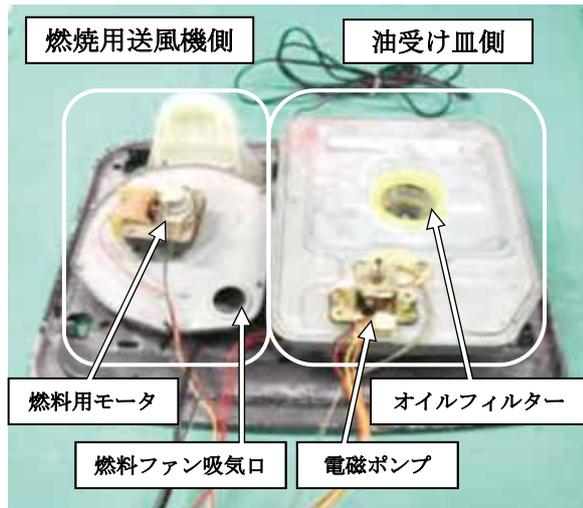


写真7 石油ファンヒーター内部の状況2

油受け皿側のオイルフィルター内に、ごみ等は確認できない。

オイルフィルターを外すと油受け皿内の残油は少量で、新聞紙の紙片(13cm×3cm)を発見した。

内部に焼損は認められず、元通り組立て、運転させると正常に燃焼した。(写真8、9)



写真8 油受け皿側の状況



写真9 新聞紙の紙片の状況

## 6 メーカーからの説明

油受け皿内で発見された新聞紙の紙片によって発生する不具合について、メーカーに意見を求めると油受け皿内でフロートセンサーの作動を阻害する要因となれば、瞬間的に温風吹き出し口から炎が吹き出す場合がある。

メーカーでも実験済みであり、炎が吹き出す時間は2、3秒で、温風吹き出し口に可燃物等を被せても着火しないとのこと。

※フロートセンサーの説明:フロート(浮き子)

が油量を感知し電磁ポンプへ伝える構成部品

## 7 再現実験

鑑識では外部及び内部に焼損が認められないこと、油受け皿内から見つかった新聞紙の紙片がメーカーの説明で、温風吹き出し口から炎を吹き出す要因となることがある。そのことから、出火時の状況を再現し実験を行う。

実験1は通常燃焼で温風吹き出し口に可燃物を近づけた場合着火に至るか。

実験2は温風吹き出し口から炎が吹き出す状態を意図的に作り、着火に至るか。

### (1) 実験1

火災現場から収集した物干し台にタオルを掛け、温風吹き出し口に近づけ熱電対を取り付けたデー

タロガーで温度を測定したところ、吹き出し口の  
内側274.5℃、吹き出し口の外側53.6℃、接触し  
ているタオル73.9℃で、50分間実験を継続するが  
着火に至らない。(写真10)



写真10 再現実験の状況

## (2) 実験2

最大出力で燃焼させ、フロートセンサーの作動  
を阻害させると温風吹き出し口から炎が前方に約  
10cm 吹き出し約3秒で【E4】のエラー表示状  
態で停止した。

次に、現場から収集した物干し台にタオルを掛  
け、温風吹き出し口に近づけ再現実験を行うと炎  
が吹き出すとともにタオルに着火した。(写真11、  
12)



写真11 炎が吹き出す状況



写真12 タオルに着火した状況

## 8 出火原因の検討

関係者の供述及び焼損状況から出火元は、石油  
ファンヒーターであると考えられ、出火に至る経  
過について行った鑑識及び再現実験の結果をまと  
める。

- (1) 石油ファンヒーター本体の外観及び内部に焼  
損並びに炭化物の付着は認められない。
- (2) カートリッジタンクは、付属品と違うものを  
使用していた。蓋部分の形状は違うが、タンク  
の容量及び形状は同等であり、給油口口金は同  
じ高さに位置することから機能上の支障はない  
と考えられる。
- (3) 石油ファンヒーター油受け皿内部に新聞紙の  
紙片を発見し、これがフロートセンサーの作動  
を阻害する可能性がある。
- (4) メーカーから説明のあった、フロートセン  
サーの作動が阻害されると瞬間的に温風吹き出  
し口から炎が吹き出す現象について、内容を整  
理すると以下のとおりとなる。

### ア 正常作動時のフロートセンサー等

カートリッジタンク下の油受け皿内の油が  
減るとフロートセンサーのフロート（浮き）  
が下がり、警音、警告ランプとともに火力を  
落とすと燃料が供給されなくなり消火状態と  
なる。

## イ 異常時のフロートセンサー等

カートリッジタンク下の油受け皿内の油が減るが、フロートセンサーの作動に阻害要因があり油が減ったことを感知せずに火力の強いまま動作を続ける。

その後、油が減少し、油を送る電磁ポンプの負荷が軽くなり、配管内に残った油と空気を吸い込み急激に送り出すことにより瞬間的に炎が延伸して、温風吹き出し口から出る。

そして、フレイムロッド（炎センサー）が感知して火を消し、「E 4」のエラー表示状態となる。

- (5) 再現実験でフロートセンサーが作動しない状況を意図的に作り、石油ファンヒーター温風吹き出し口から炎を吹き出すことと、近づけたタオルに着火することを確認した。

石油ファンヒーターは、【E 4】のエラー表示が出た状態で停止した。

- (6) 火災鎮火後の実況見分で、石油ファンヒーターのカートリッジタンク内が空で【E 4】のエラー表示が出た状態で停止していることを確認した。

- (7) メーカーから説明のあった現象と現場見分及び再現実験では、本体にエラー【E 4】が表示される以外、石油ファンヒーターに焼損が認められないことが共通しており、着火物の配置、燃料が少なくなってきたこと及びフロートセンサーの作動を阻害する紙片が油受け皿に存在した条件が揃い、火災現場において再現実験と同じ現象が発生したと考えられる。

## 9 結論

以上、本事案は、石油ファンヒーターを清掃した際に、油受け皿内部に新聞紙を放置して使用したことにより、燃料が減少すると通常作動するフロートセンサーが作動せず温風吹き出し口から瞬間的に吹き出した炎が延伸し、吹き出し口に接近した長時間乾燥中のタオルに着火したものと判定する。

## 10 おわりに

通常、石油ファンヒーターの燃焼時では、温風吹き出し口に可燃物が被さり内部温度が上昇したとしても内部の過熱防止装置等が作動し燃焼を停止させることなど、メーカー側も様々な想定での検証実験を行い、安全性の備わった製品開発を行っている。今回の温風吹き出し口から炎が吹き出る現象も周知の事で、検証済みとのことであったが、実際に再現実験で着火に至る可能性が実証できた。

また、メーカーの取扱説明書には古い灯油の使用禁止やオイルフィルターの掃除について記述がある。石油ファンヒーターの片付けでオイルフィルター等の拭き取りを行った際、油受け皿内に異物が混入する可能性は大いにあることから火気と可燃物の離隔距離を取ることが重要であるとともに、片付ける際に、油受け皿内に異物が混入しないよう注意するなど類似火災の防止広報を実施した。

当初、石油ファンヒーター内部の異常燃焼や温風吹き出し口にタオルが接触したことにより出火に至ったものと考えられたが、関係者の供述、メーカーの説明から再現実験を行い出火原因を導き出したもので、改めて詳細な鑑識、再現実験の重要性を再認識した事案であった。

## 編集後記

○ 昨年8月に相次いで発生した台風第7号、第11号、第9号は、それぞれ8月17日、21日、23日に北海道に上陸しました。複雑な経路を辿った台風第10号は、8月30日に暴風域を伴ったまま岩手県に上陸し、東北地方を通過して日本海に抜けました。これらの台風等の影響で、東日本から北日本を中心に大雨や暴風となり、特に北海道と岩手県では、記録的な大雨となりました。

北海道に3つの台風が上陸したこと、台風が東北地方太平洋側に上陸したことは、気象庁が1951年統計を開始して以来はじめてのことです(気象庁)。

本号の特集は、「平成28年8月の豪雨災害を考える」を取り上げました。

○ 東京電力柏崎刈羽原子力発電所の3号機の変圧器の火災事故の原因となった新潟県中越沖地震発生(平成19年7月16日)から今年7月で10年を迎えました。

市町村による原子力安全対策に関する研究会(事務局:長岡市)は県と合同で新潟県中越沖地震や福島第一原発事故の教訓を踏まえ、原子力災害時の情報伝達と関係機関の連携について

理解を深めるため、図上演習が7月14日に柏崎市で開催されました。

こうした訓練とは別に柏崎刈羽原発では東電内部の大規模な訓練を月1回以上のペースで実施、関係自治体では原子力災害時へのガイドブックの配布など原子力災害対策の努力がつけられております。(7/15日経新聞)

「事故の際は国や東電から県、市町村に多くの情報が流れる、どう情報を整理し住民に伝えていくか」、「住民を避難させる交通手段の確保」などの課題も伝えられておりますが、一日も早い安全の確保に期待しております。

○ 2016年1月15日 軽井沢バス転落事故、法定運賃を3割も下回る契約が発覚したことから、「安すぎる運賃は安全対策の低下を招き事故の遠因となる」として法令順守徹底のため処分を重くする方針という(観光庁)。

軽井沢の事故後も、バスの横転、中央分離帯への接触事故など観光バスの事故が相次いでおります。長時間労働を強いられているドライバーの負荷軽減に異論はありませんが、増加する費用負担どのようになるのでしょうか?

[本誌から転載される場合にはご連絡願います。]

## 季刊「消防防災の科学」No.129 2017. 夏季号

発行 平成29年8月28日

発行人 高田 恒

発行所 一般財団法人 消防防災科学センター

〒181-0005 東京都三鷹市中原三丁目14番1号

電話 0422 (49) 1113 代表

ホームページ URL <http://www.isad.or.jp>



